



# 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**

Manifestación de Impacto  
Ambiental Modalidad Regional

Proyecto:

**Recuperación y  
Estabilización de  
Playa en el  
Desarrollo Secrets**

**PROMOVENTE:**



CAPÍTULO 1

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

### 1.1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo al artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA):

“Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente”.

El artículo 13 del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación de impacto ambiental (REIA) establece que:

“La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:

- I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;
- II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;
- III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamiento jurídicos aplicables;
- IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de las tendencias del desarrollo y deterioro de la región;
- V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;
- VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;
- VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas; e
- VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental”.

En cumplimiento de las disposiciones anteriormente citadas en este capítulo se presentan los datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental del Proyecto “Recuperación y Estabilización de Playa en el Desarrollo Secrets”.

## **1.2. PROYECTO**

### **1.2.1. Nombre del Proyecto**

Recuperación y Estabilización de Playa en el Desarrollo Secrets.

### **1.2.2. Datos del Sector**

- Sector: Terciario
- Subsector: Turismo

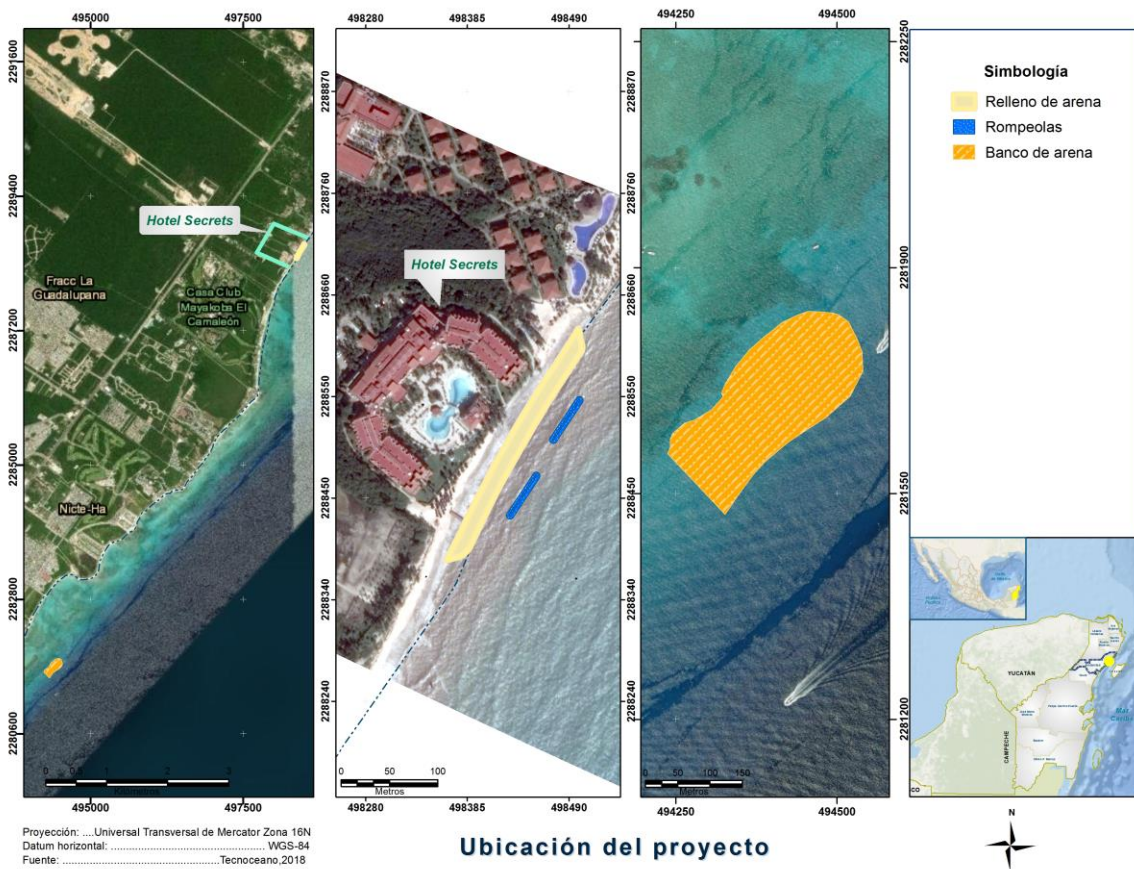
### **1.2.3. Ubicación del Proyecto**

La recuperación y estabilización de playa se realizará en la franja costera adyacente al Hotel Secrets, que se localiza al norte de la localidad de Playa del Carmen, a la altura del kilómetro 299 de la carretera federal Chetumal-Puerto Juárez, dentro del municipio de Solidaridad, en el estado de Quintana Roo (Figura 1. 1).

El Hotel Secrets cuenta con una autorización en materia de impacto ambiental emitida mediante el oficio número DFQR/1089/2000, con fecha del 2 de agosto de 2000 (Anexo 3.1). Así mismo, el promovente, cuenta con el título de concesión para el uso y aprovechamiento general de la Zona Federal Marítimo Terrestre frente al Hotel Secrets, mediante oficio número DGZF-1239/06, con fecha del 15 de noviembre de 2006, y una vigencia de 15 años, que expira en 2021 (Anexo 3.2).

El banco marino Mamitas 3, seleccionado para llevar a cabo la extracción de arena, se ubica a 8 km al suroeste del proyecto turístico mencionado (Figura 1. 1).

Figura 1. 1. Ubicación geográfica general del Proyecto.



De acuerdo a diversas instituciones el Proyecto se ubica en las siguientes zonas de riesgo o vulnerables:

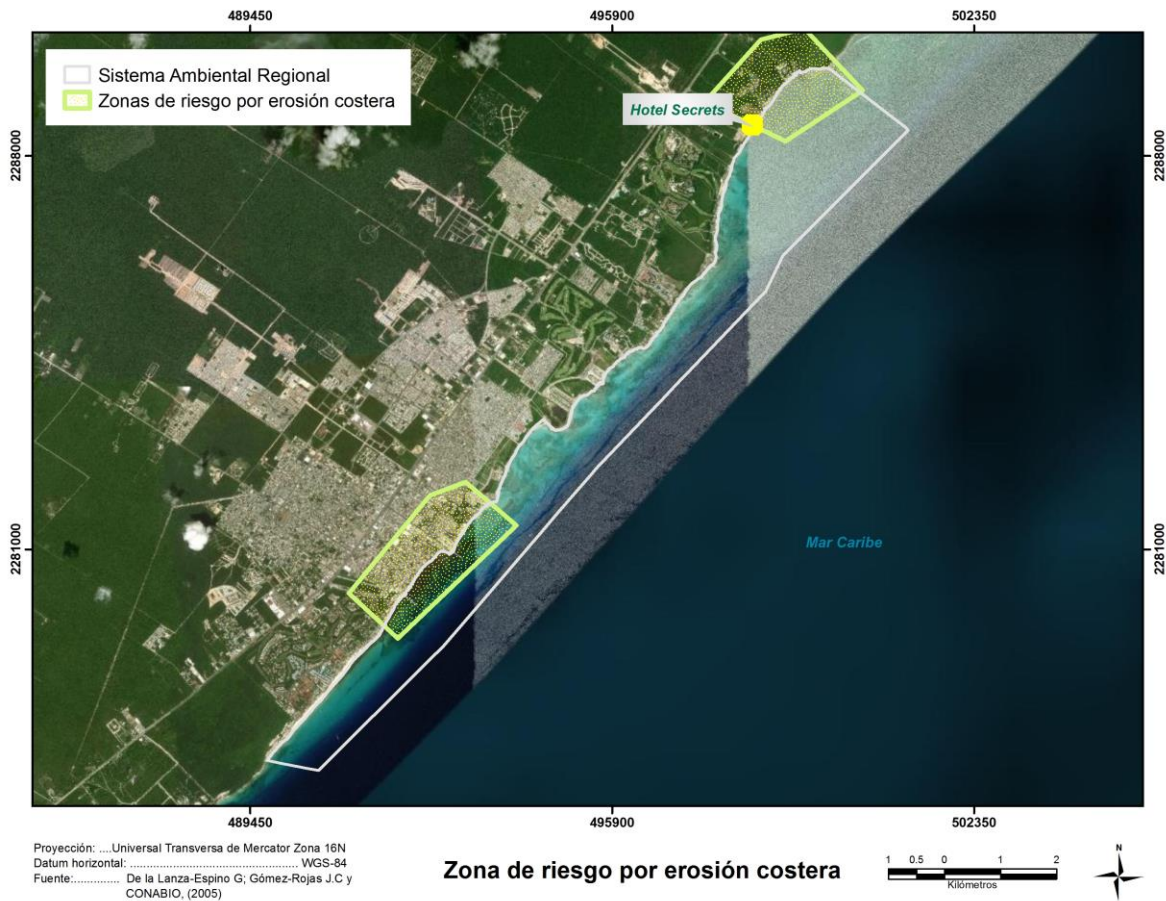
Zona de riesgo de erosión costera. Identificada por De la Lanza y Gómez-Rojas (2006)<sup>1</sup>, en su informe “Evaluación de la calidad ambiental y dinámica de la zona costera (playas) para la certificación Bandera Azul del municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México...”, financiado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Figura 1. 2).

Zona de vulnerabilidad ante inundaciones. Con categoría alta. Identificada por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (Figura 1. 3).

<sup>1</sup> De la Lanza-Espino G; Gómez-Rojas J.C. (2005). 'Perfiles de playas en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo'. Escala 1:150000. Extraído del proyecto CQ017: 'Evaluación de la Calidad Ambiental y Dinámica de la Zona Costera (Playas) para la Certificación 'Bandera Azul' de Municipio Solidaridad, Quintana Roo, México'. Instituto de Biología, UNAM. El proyecto fue financiado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México.

Zona de exposición climática. Con categoría media. Identificada por Monterroso, et al., 2014<sup>2</sup>, en el documento "Vulnerabilidad y adaptación a los efectos del cambio climático en México", del Centro de Ciencias de la Atmósfera. Programa de Investigación en Cambio Climático. La exposición climática determina el grado de estrés climático sobre una unidad particular de análisis. Puede estar representada por cambios en las condiciones climáticas o bien por cambios en las variables climáticas, donde se incluye la magnitud y frecuencia de eventos extremos, los componentes utilizados para evaluar esta variable son: a) Frecuencia de eventos extremos, b) problemática ambiental y c) clima y cambio climático (Figura 1. 4).

Figura 1. 2. Zona de riesgo por erosión costera (CONABIO, 2005).



<sup>2</sup> Monterroso R. A., Fernández. A., Trejo R. I., Conde A. C., Escandón J., Villers L. y Gay C. 2014. Vulnerabilidad y adaptación a los efectos del cambio climático en México. Centro de Ciencias de la Atmósfera. Programa de Investigación en Cambio Climático. Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de: <http://atlasclimatico.unam.mx/VyA/>

Figura 1. 3. Vulnerabilidad por inundaciones (CENAPRED).

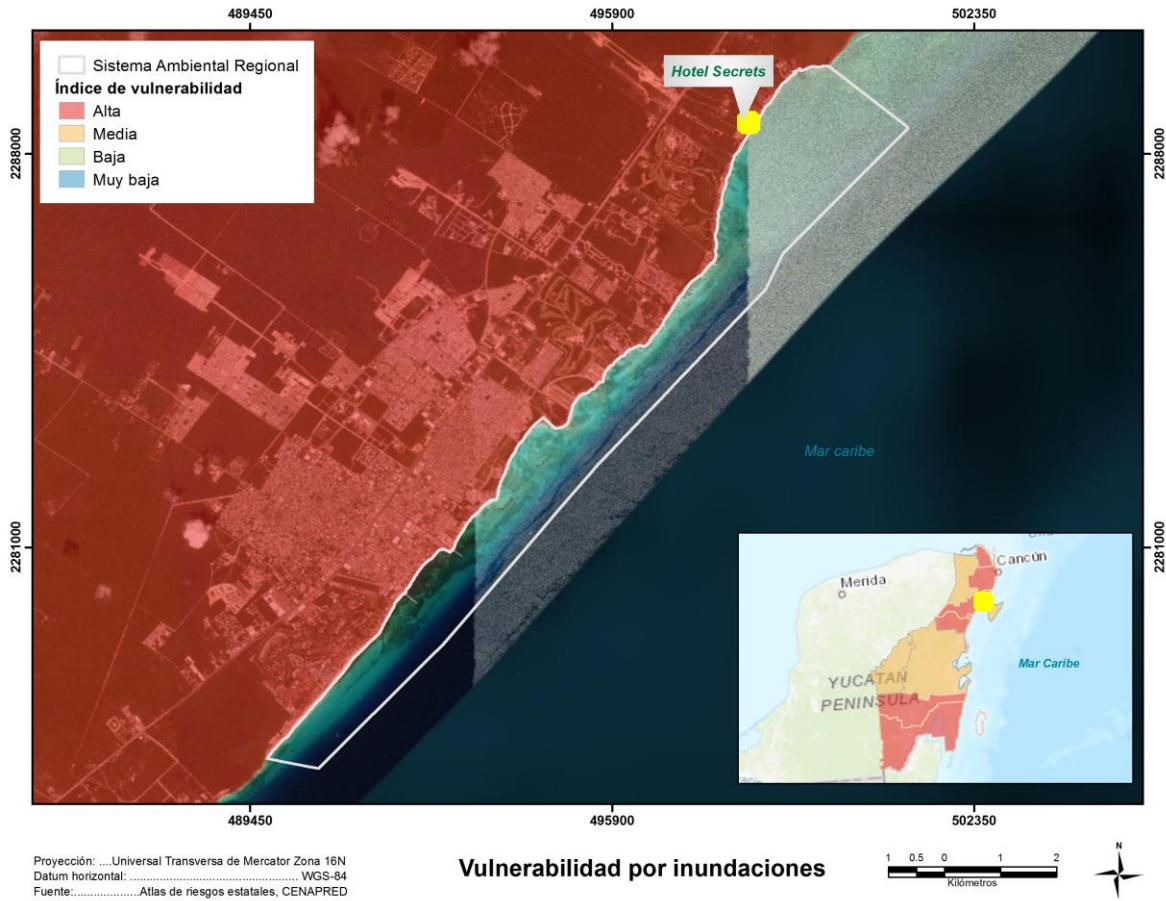
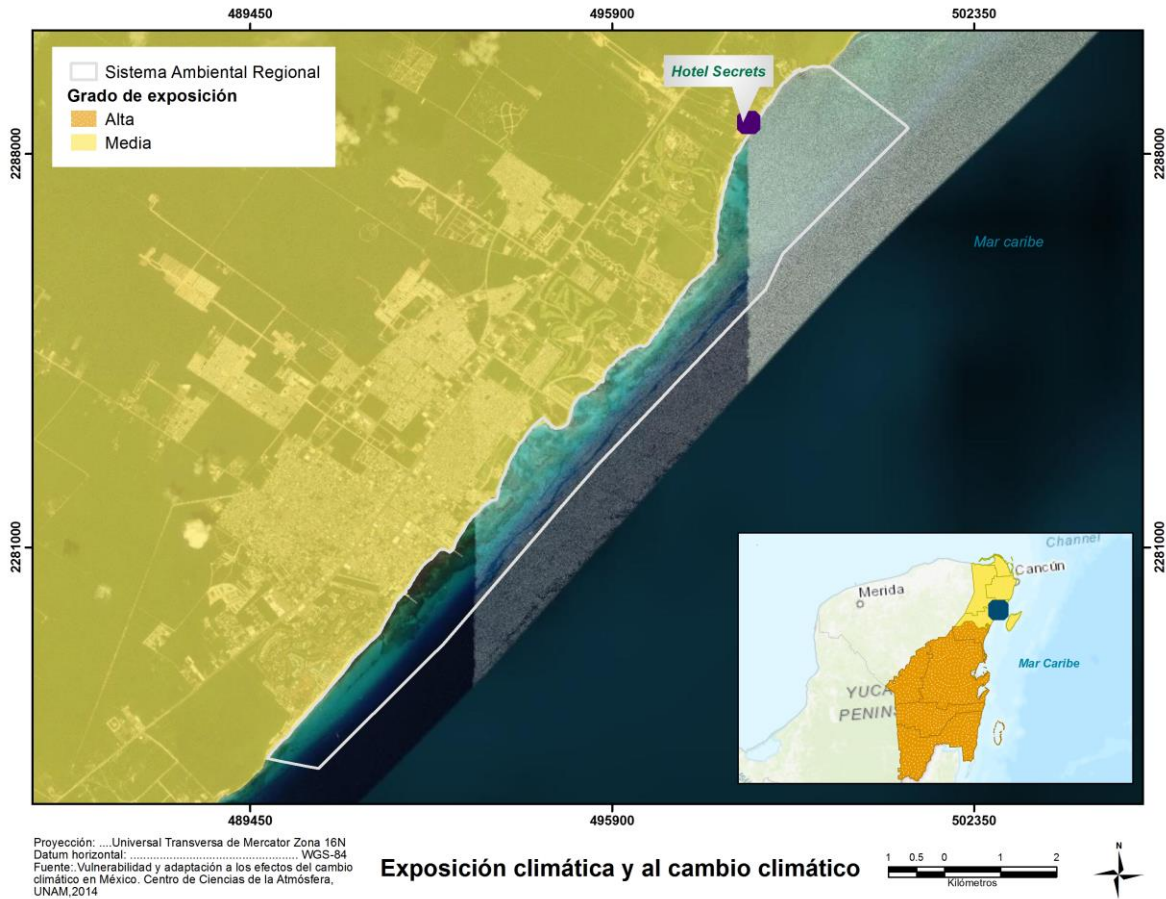


Figura 1. 4. Exposición climática (Monterroso, et al., 2014).



### 1.2.4. Duración del Proyecto

Mayor a 90 años.

### 1.3. PROMOVENTE

#### 1.3.1. Nombre o razón social

El Proyecto “Recuperación y Estabilización de Playa en el Desarrollo Secrets” es promovido por la empresa [REDACTED].

La documentación legal que acredita la propiedad del predio del proyecto es la siguiente:

- [REDACTED] (Anexo 1.1)
- [REDACTED] (Anexo 1.2.1)



[REDACTED]

- [REDACTED] (Anexo 1.2.2)

### **1.3.2. Registro Federal de Contribuyentes del Promovente**

[REDACTED] (Anexo 1.3)

### **1.3.3. Nombre del Representante Legal**

[REDACTED]

Personalidad que se acredita con los siguientes documentos legales:

- Identificación oficial del representante legal (Anexo 1.4)
- [REDACTED] (Anexo 1.5)

### **1.3.4. Clave Única de Registro de Población del Representante Legal (CURP)**

[REDACTED] (Anexo 1.6)

### **1.3.5. Dirección del Promovente o de su Representante Legal**

[REDACTED]:

### **1.3.6. Dirección del Promovente o de su Representante Legal para recibir notificaciones en la Ciudad de México**

[REDACTED]

Y en la Cd. de México:

[REDACTED]

## **1.4. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

### **1.4.1. Nombre o razón social**

[REDACTED]

#### **1.4.2. Registro Federal de Contribuyentes**

[REDACTED] (Anexo 1.7)

#### **1.4.3. Nombre del responsable técnico del estudio**

[REDACTED]

#### **1.4.4. CURP del responsable técnico de la elaboración del estudio**

[REDACTED]

#### **1.4.5. Cedula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio**

[REDACTED] (Anexo 1.8)

#### **1.4.6. Dirección del responsable técnico del estudio**

[REDACTED]

Los especialistas responsables del diseño del proyecto y elaboración de la manifestación de impacto ambiental regional (MIA-R) se enlistan en la Tabla 1. 1. Cabe destacar que si bien, la empresa [REDACTED], es la responsable técnica de la manifestación de impacto ambiental a través de su Director de Operaciones [REDACTED], los datos presentados en este estudio relativos al diseño de proyecto y procesos de preparación, construcción, operación y mantenimiento fueron proporcionados por la empresa promotora.

Tabla 1. 1. Especialistas participantes en la elaboración de la MIA-R.

Nombre	Empresa	Especialidad
[Redacted]	[Redacted]	Planificación ambiental, evaluación de impacto ambiental, ecología y manejo de la zona costera, supervisión y manejo ambiental de proyectos turísticos costeros
[Redacted]	[Redacted]	Política pública y ambiental, manejo integral de recursos naturales y biodiversidad
[Redacted]	[Redacted]	Sistema de Información Geográfica, planificación y sistemas de manejo ambiental, evaluación de impacto ambiental
[Redacted]	[Redacted]	Evaluación de impacto ambiental e integración de la MIA-R
[Redacted]	[Redacted]	Caracterización Ambiental y especialista en manejo de humedales
[Redacted]	[Redacted]	Caracterización Ambiental
[Redacted]	[Redacted]	Geografía, SIG y generación de cartografía
[Redacted]	[Redacted]	Geografía, SIG y generación de cartografía
[Redacted]	[Redacted]	Vinculación legal
[Redacted]	[Redacted]	Evaluación de Impacto Ambiental
[Redacted]	[Redacted]	Evaluación de Impacto Ambiental
[Redacted]	[Redacted]	Ecología de arrecifes, Caracterización marina y manejo de recursos costeros.
[Redacted]	[Redacted]	Diseño del proyecto
[Redacted]	[Redacted]	Estudios de dinámica litoral y propuesta de diseño del proyecto

Manifestación de Impacto  
Ambiental Modalidad Regional

Proyecto:  
**Recuperación y  
Estabilización de  
Playa en el  
Desarrollo Secrets**

**PROMOVENTE:**

A large black rectangular redaction box covers the name of the promoter, with a smaller black rectangular redaction box centered below it.

CAPÍTULO 2

## CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DEL DESARROLLO

### 2.1. INTRODUCCIÓN

En cumplimiento con las disposiciones de los Artículos 28 y 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), y el Artículo 12 de su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental (REIA), la empresa [REDACTED], en adelante la Promovente, solicita a su H. Autoridad la evaluación y autorización, en materia de impacto ambiental, del Proyecto de Recuperación y Estabilización de Playa en el Desarrollo Secrets, en adelante denominado como el Proyecto.

### 2.2. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

En la actualidad, de acuerdo a diversos estudios realizados por instituciones académicas como el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIUNAM), El Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV), así como el Departamento de Ingeniería Costera ubicado en Mérida Yucatán, a través de diversos trabajos de investigación llevados a cabo por doctores y maestros investigadores de las instituciones previamente mencionadas, se puntualiza que las playas de muchas partes del mundo y en particular para este trabajo, la costa de Quintana Roo, año con año se han visto severamente afectadas por el efecto erosivo constante debido a tormentas estacionales y huracanes. Estas tormentas han tenido cada vez mayor fuerza y efecto erosivo en la costa (González, et al, 2013).

La recuperación de playas en sitios en los que se ha detectado un proceso de erosión permanente o crónico ha de atenderse considerando no solo la posición original y la evolución histórica de la línea de costa, sino los procesos regionales y los eventos extraordinarios que han dado lugar al retroceso litoral. Solo así se puede lograr que una playa recuperada adquiera una nueva condición estable cuyas nuevas dimensiones son resultado de una combinación de los procesos naturales de mediano y largo periodo presentes en el área costera y del funcionamiento de las actuaciones que se ejecuten para mantener la posición de la línea de costa.

El Hotel Secrets se ubica en la zona costera del municipio de Solidaridad, al norte de la localidad de Playa del Carmen, el frente de playa de este desarrollo turístico se encuentra en un proceso de erosión permanente, si bien, ha tenido diferentes estadios de avance y retroceso, el balance final es la pérdida de playa seca por efectos de escasez natural del sedimento en el Caribe Mexicano, la dinámica propia de la ensenada entre Punta Maroma y Punta Bete, unidad fisiográfica costera en la que se localiza el Proyecto, que tiende a desplazarse hacia tierra, la incidencia de obras cercanas que funcionan como discontinuidades al transporte longitudinal atrapando el poco sedimento disponible y el aumento en el nivel del mar.

Ante este escenario se requieren realizar acciones enfocadas a recuperar, mejorar y estabilizar a largo plazo la playa frente al Hotel Secrets, por lo que el objetivo de este proyecto consiste en la presentación de un planteamiento integral para proteger la costa del oleaje y permitir que haya una alimentación natural de arena, así como mantener la funcionalidad del ecosistema, proteger las actividades humanas y favorecer la continuidad de la operación turística ya establecida en el sitio.

De manera general el Proyecto consiste en: a) La **construcción de obras de protección costera (rompeolas) en la zona marina**, capaces de imitar el funcionamiento de una barrera arrecifal, diseñadas para disipar la energía del oleaje, que además provean de un hábitat para especies locales y que ante la ocurrencia de tormentas sirvan como retén de sedimentos que faciliten el trabajo de reciclado de arena, b) la **extracción de arena** del banco marino previamente estudiado y, c) el **relleno de la playa**, para la recuperación y estabilización del perfil costero frente al Hotel Secrets.

### 2.2.1. Naturaleza del Proyecto

El Proyecto consiste en un conjunto de obras y actividades enmarcadas en un planteamiento integral de recuperación y estabilización a largo plazo del perfil costero frente al Hotel Secrets. Con este se pretende revertir y mitigar los efectos del proceso regional de erosión sobre la línea de costa, que afecta en lo general a Quintana Roo y, al frente del desarrollo turístico en lo particular. Cabe señalar que el diseño del proyecto fue realizado a partir de estudios técnicos que permitieron diseñar la mejor solución ante la problemática de erosión costera. Los resultados de los estudios realizados para este Proyecto pueden consultarse en el Capítulo 4 y sus respectivos anexos.

Las obras y actividades que se llevarán a cabo están contenidas en alguno de los conceptos que se enlistan a continuación (Figura 2. 1 y Figura 2. 2), los cuales se describen de manera breve en este apartado y a detalle en la sección 2.4.

1. Obras de protección costera: Construcción de dos rompeolas de 50 m de largo, paralelos a la línea de costa.
2. Extracción y transporte de arena: Extracción de aproximadamente 9,000 m<sup>3</sup> de arena, del banco marino seleccionado y transporte del material al área de depósito mediante una draga de tolva.
3. Relleno de playa: Vertido de arena para recuperar la playa erosionada en una longitud aproximada de 270 m.

Se plantea la colocación de los rompeolas en la zona marina frente al Hotel Secrets, a una distancia aproximada de 40 m, en la zona identificada como Arenal Somero, de acuerdo a la caracterización ambiental marina. La construcción de los rompeolas se realizará paralela a la línea de costa, alineados al flujo de la corriente; serán rectos y se formarán con elementos de concreto precolados, que serán colocados en el lecho marino utilizando una embarcación de carga con polipasto. Cada rompeolas tendrá la corona de 1.4 m de ancho y un talud de 2:1 en la parte expuesta al oleaje y 1.5:1 en la parte protegida. El volumen que ocuparán ambos rompeolas será de 805 m<sup>3</sup> aproximadamente.

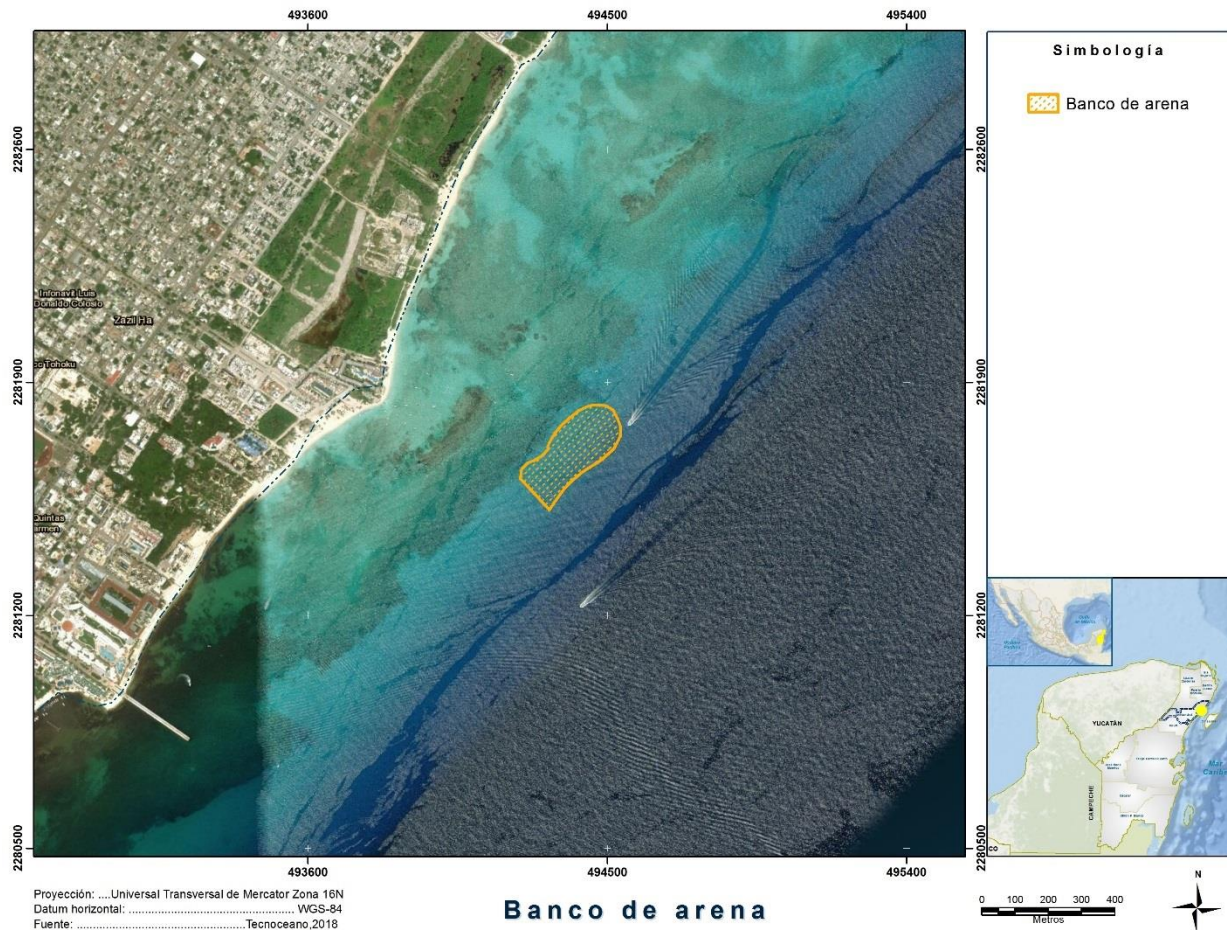
Se pretende extraer un volumen de aproximadamente 9,000 m<sup>3</sup> de arena, utilizando una draga de tolva, que desplegará un tubo de succión sobre el fondo marino, durante esta maniobra se utilizarán cortinas antidispersión para la contención de los sedimentos. La extracción del volumen total requerido se realizará en 11 días aproximadamente. El material succionado será transportado posteriormente por la misma embarcación al área de depósito para el vertimiento de arena. La arena será extraída del banco marino denominado Mamitas 3, seleccionado a partir de los estudios técnicos realizados, éste se sitúa a aproximadamente 8 km al suroeste del Hotel Secrets y se ubica en los ambientes definidos como Arenal Profundo y Laja con Gorgonáceos de acuerdo a la caracterización ambiental marina. La superficie del banco se estima en 45,839 m<sup>2</sup>, con un volumen de arena de aproximadamente 58,600 m<sup>3</sup> y profundidades que varían entre 10 a 15 m. La arena registra un grosor de entre 0.1 a 1 m, compatible con el material encontrado en la zona de disposición propuesta. Previo a la extracción se llevará a cabo una prospección del banco marino para realizar las labores de rescate y reubicación de ejemplares.

El relleno se realizará en la franja costero-marina frente al Hotel Secrets, en una superficie de 3900.87 m<sup>2</sup>, con 270 m de longitud y un ancho de 15 m. El material será descargado de la draga de tolva hacia la costa por bombeo mediante tubería flotante, y una vez en la zona de disposición será extendida y distribuida con maquinaria pesada.

Figura 2. 1. Obras del proyecto en la zona costera y marina.



Figura 2. 2. Banco marino Mamitas 3, para la extracción de arena.



El Proyecto se basa en un modelo de sustentabilidad, por lo que se consideraron para su diseño 5 ejes rectores y un proceso de planificación que lo orienta hacia un esquema de viabilidad ambiental. Los objetivos y ejes rectores para el diseño son:

- **Eje rector ambiental.** Diseño, construcción y operación de un programa de rehabilitación y protección de ecosistemas costeros, acorde con la conservación y uso sostenible de los ecosistemas y recursos del terreno y la región.
- **Eje rector normativo.** Diseño, construcción y operación de un programa de rehabilitación y protección de ecosistemas costeros que cumpla estrictamente con todos los instrumentos legales y normativos aplicables.
- **Eje rector de diseño.** Diseño de un programa de rehabilitación de ecosistemas costeros que recupere el paisaje natural de una zona impactada de forma natural.

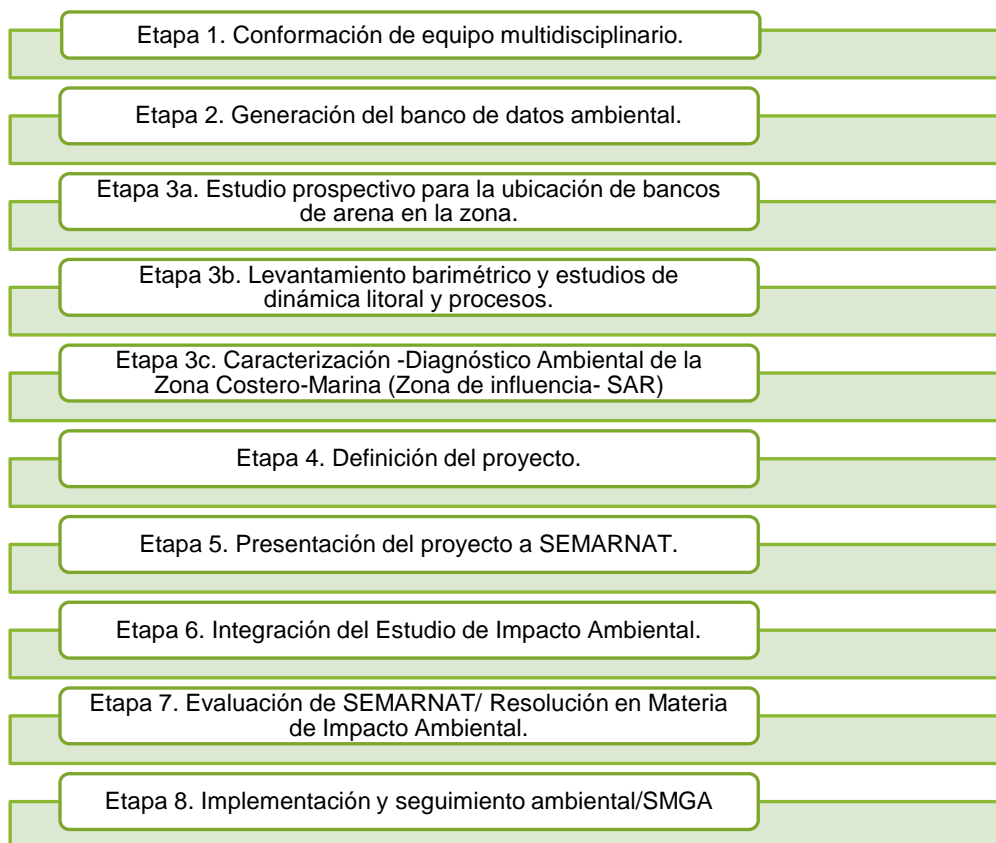


- **Eje rector comercial.** Diseño y operación de un programa de rehabilitación de ecosistemas costeros que fortalezca y garantice la inversión y seguridad de la infraestructura turística del proyecto Recuperación y Estabilización de Playa en el Desarrollo Secrets cuyo segmento comercial objetivo es el de un alto poder adquisitivo, pero sensible a escenarios turísticos de alta calidad ambiental y respeto a la naturaleza.
- **Eje rector social.** Contribución al desarrollo de la región a través de la generación de beneficios sociales y económicos para la población local y de la región que garanticen la competitividad del Hotel Secrets en términos turísticos.

La ruta de planificación ambiental que se consideró para el ajuste y diseño del Proyecto se presenta en la Figura 2. 3. En esta figura destaca que el diseño del Proyecto fue realizado a partir de estudios técnicos que permitieron al equipo multidisciplinario de expertos (ver Capítulo 1 de la presente manifestación de impacto ambiental) diseñar la mejor solución ante la problemática de erosión costera en el frente de playa del Hotel Secrets con una visión regional. Los resultados de los estudios realizados para este Proyecto pueden consultarse en el Capítulo 4 y sus anexos.

De resultar autorizado este Proyecto, las medidas de mitigación propuestas serán ejecutadas en el marco del Sistema de Gestión y Manejo Ambiental del Hotel Secrets (Capítulo 6).

**Figura 2. 3. Planificación Ambiental del Proyecto.**



Fuente: Elaboración GPPA.

## **2.2.2. Justificación y objetivos del Proyecto**

El sitio donde se pretende desarrollar el Proyecto, corresponde a una porción de la franja marino-costera localizada en la región delimitada por Punta Bete y Punta Maroma, identificada como una unidad fisiográfica costera en la que el litoral es de tipo arenoso, expuesto al efecto del oleaje y fenómenos hidrometeorológicos (tormentas y huracanes). En esta unidad fisiográfica el proceso litoral natural dominante es la erosión costera que varía en sentido norte a sur de 2.5 m/año a 4.5 m/año (Juanes, et al., 2004 y 2005; GPPA, 2004 y 2006). Este proceso induce serias alteraciones en los ecosistemas de duna y playa, propiciando el retroceso en la línea de costa y con ello la reducción de hábitat para especies de flora y fauna, así como la disminución de la protección del litoral contra fenómenos naturales. Además de la pérdida de la belleza escénica y áreas de recreación para la industria turística.

En particular para la franja costera donde se pretende llevar a cabo el Proyecto el estudio de dinámica costera y modelación mediante el análisis de la evolución de la línea de costa de 2006 a 2017 determinó que:

- a) El área presenta un retroceso de la línea de costa de 15 a 20 m, alcanzando valores de hasta 24 m en las secciones de playa más afectadas.
- b) Se identifica como una de las zonas con mayor exposición a la acción del oleaje, con muy poco desarrollo arrecifal que provea de protección a la línea de costa y en donde la configuración del fondo marino favorece la concentración de energía del oleaje cerca de la costa.
- c) Se encuentra en un proceso de erosión permanente.
- d) Predomina la pérdida de playa seca, por efectos de la escasez natural de sedimentos en el Caribe Mexicano.

Entre las características del desarrollo que lo hacen susceptible a la erosión están:

- La presencia de un arrecife poco desarrollado, tanto en su estructura geológica como en la estructura comunitaria, que ofrezca protección ante el embate de las olas.
- El hecho de que la arena que hay en las costas de Quintana Roo es de origen biogénico, por lo que se genera muy lentamente y no existe una fuente de la que fluya para compensar la arena que se va de las playas hacia el mar.

La justificación del Proyecto se fundamenta en la importancia de recuperar, restablecer y mantener la estructura y función, así como los servicios ambientales de la franja costera adyacente al Hotel Secrets, detener el proceso erosivo actual y, recuperar el valor paisajístico y turístico de la zona de playa.

### 2.2.3. Selección del sitio

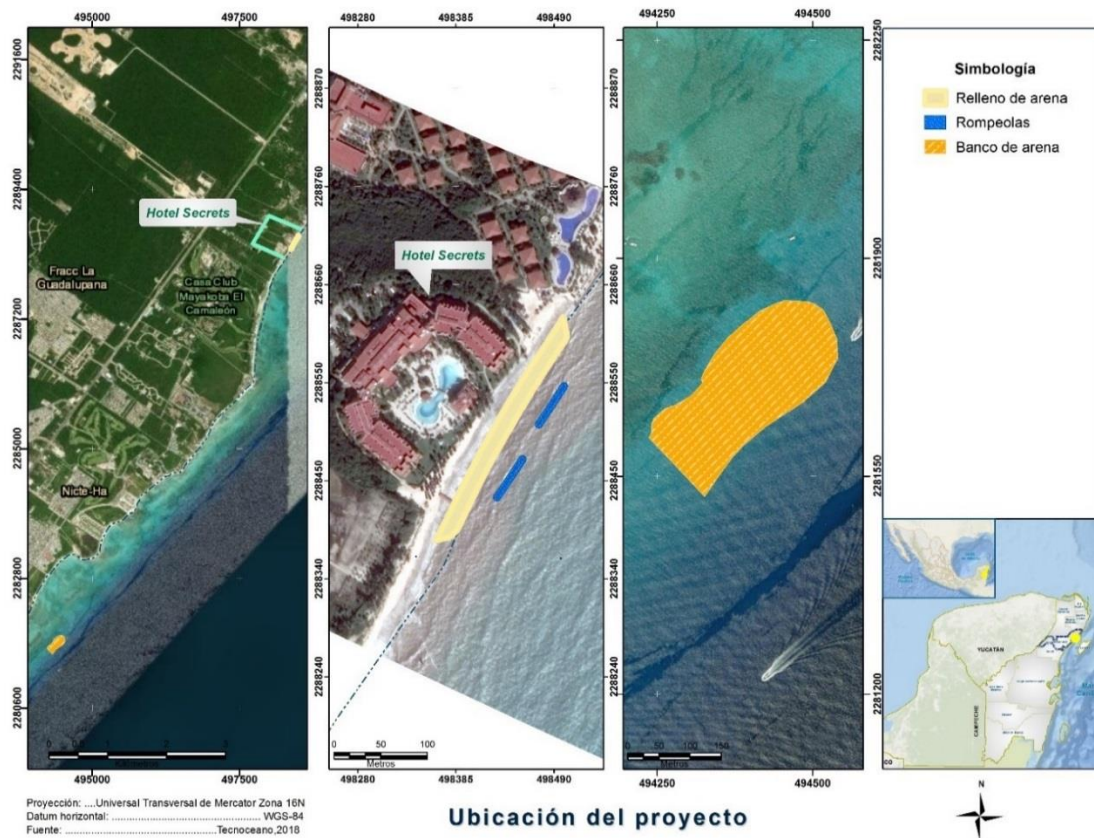
La selección del sitio del Proyecto se fundamentó en la necesidad de proteger del proceso erosivo la costa frente al Hotel Secrets. También, la localización de las obras que comprenden el Proyecto se fundamentó en estudios técnicos-científicos que determinaron a esta propuesta como la más viable en términos ambientales, para alcanzar los objetivos planteados (Capítulo 7). Los estudios mencionados incluyen el análisis ambiental de los componentes físicos y biológicos de la zona (Capítulo 4), así como los estudios jurídicos (Capítulo 3) que determinan la factibilidad de la implementación de las obras y actividades propuestas en la presente manifestación de impacto ambiental (Capítulo 3 y 4).

### 2.2.4. Ubicación del Proyecto

El Proyecto se pretende llevar a cabo en la franja costero marina localizada al frente del Hotel Secrets, que se ubica en la unidad fisiográfica denominada Punta Bete – Punta Maroma, ubicada en la Riviera Maya, a aproximadamente 7 km al norte de la localidad de Playa del Carmen (Figura 2. 4).

El predio del Hotel Secrets se localiza al norte de Punta Bete, a la altura del kilómetro 299 de la carretera federal 307 Reforma Agraria – Puerto Juárez, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Figura 2. 4. Localización geográfica regional del Proyecto.



El Proyecto se desarrollará en una superficie de 3,900.87 m<sup>2</sup> en la zona costero marina frente al Hotel Secrets y en una superficie marina de 847.97 m<sup>2</sup> destinada a las obras de protección (rompeolas) y 45,839 m<sup>2</sup> correspondientes al banco de arena que el proyecto utilizará de forma temporal, para la extracción de material.

A continuación, se presentan los cuadros de construcción del Proyecto en la zona costero marina (Tabla 2. 1), obras de protección marina (Tabla 2. 2 y Figura 2. 5) y banco de arena (Tabla 2. 4 y Figura 2. 6)

**Tabla 2. 1. Cuadro de construcción del Proyecto en su zona costero marina (superficie donde se verterá la arena).**

CUADRO DE CONSTRUCCION						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				A	2,288,438.0930	498,351.4240
A	B	S 40°33'33.33" E	12.005	B	2,288,428.9727	498,359.2298
B	C	N 35°42'44.70" E	69.811	C	2,288,485.6564	498,399.9798
C	D	N 28°46'28.16" E	76.490	D	2,288,552.7017	498,436.7994
D	E	N 35°05'53.75" E	102.874	E	2,288,636.8702	498,495.9502
E	F	N 62°52'41.32" W	20.000	F	2,288,645.9879	498,478.1494
F	G	S 35°12'31.70" W	101.189	G	2,288,563.3111	498,419.8083
G	H	S 28°46'28.11" W	77.662	H	2,288,495.2384	498,382.4245
H	A	S 28°28'44.94" W	65.013	A	2,288,438.0930	498,351.4240
SUPERFICIE = 4,629.370 m <sup>2</sup>						

Tabla 2. 2. Cuadro de construcción de la ubicación de las estructuras de protección marina (rompeolas).

Rompeolas 1

CUADRO DE CONSTRUCCION BASE ROMPEOLAS 1						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S	
EST	PV				Y	X
				7	2,288,466.0326	498,459.7017
7	9	N 56°33'35.43" W CENTRO DE CURVA DELTA = 163°44'23.26" RADIO = 3.889	7.700	9 8	2,288,470.2758 2,288,467.6953	498,453.2763 498,456.1859
9	10	S 33°26'24.57" W	50.000	10	2,288,428.5527	498,425.7230
10	12	S 56°33'35.43" E CENTRO DE CURVA DELTA = 163°44'23.26" RADIO = 3.889	7.700	12 11	2,288,424.3095 2,288,426.8901	498,432.1484 498,429.2388
12	7	N 33°26'24.57" E	50.000	7	2,288,466.0326	498,459.7017
<b>SUPERFICIE = 423.989 m<sup>2</sup></b>						

Rompeolas 2

CUADRO DE CONSTRUCCION BASE ROMPEOLAS 2						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S	
EST	PV				Y	X
				1	2,288,544.2600	498,504.3645
1	3	N 56°33'35.43" W CENTRO DE CURVA DELTA = 163°44'23.26" RADIO = 3.889	7.700	3 2	2,288,548.5032 2,288,545.9226	498,497.9391 498,500.8487
3	4	S 33°26'24.57" W	50.000	4	2,288,506.7801	498,470.3858
4	6	S 56°33'35.43" E CENTRO DE CURVA DELTA = 163°44'23.26" RADIO = 3.889	7.700	6 5	2,288,502.5369 2,288,505.1174	498,476.8112 498,473.9016
6	1	N 33°26'24.57" E	50.000	1	2,288,544.2600	498,504.3645
<b>SUPERFICIE = 423.989 m<sup>2</sup></b>						

Figura 2. 5. Cuadro de construcción del Proyecto en la zona costera y marina al frente del Hotel Secrets.

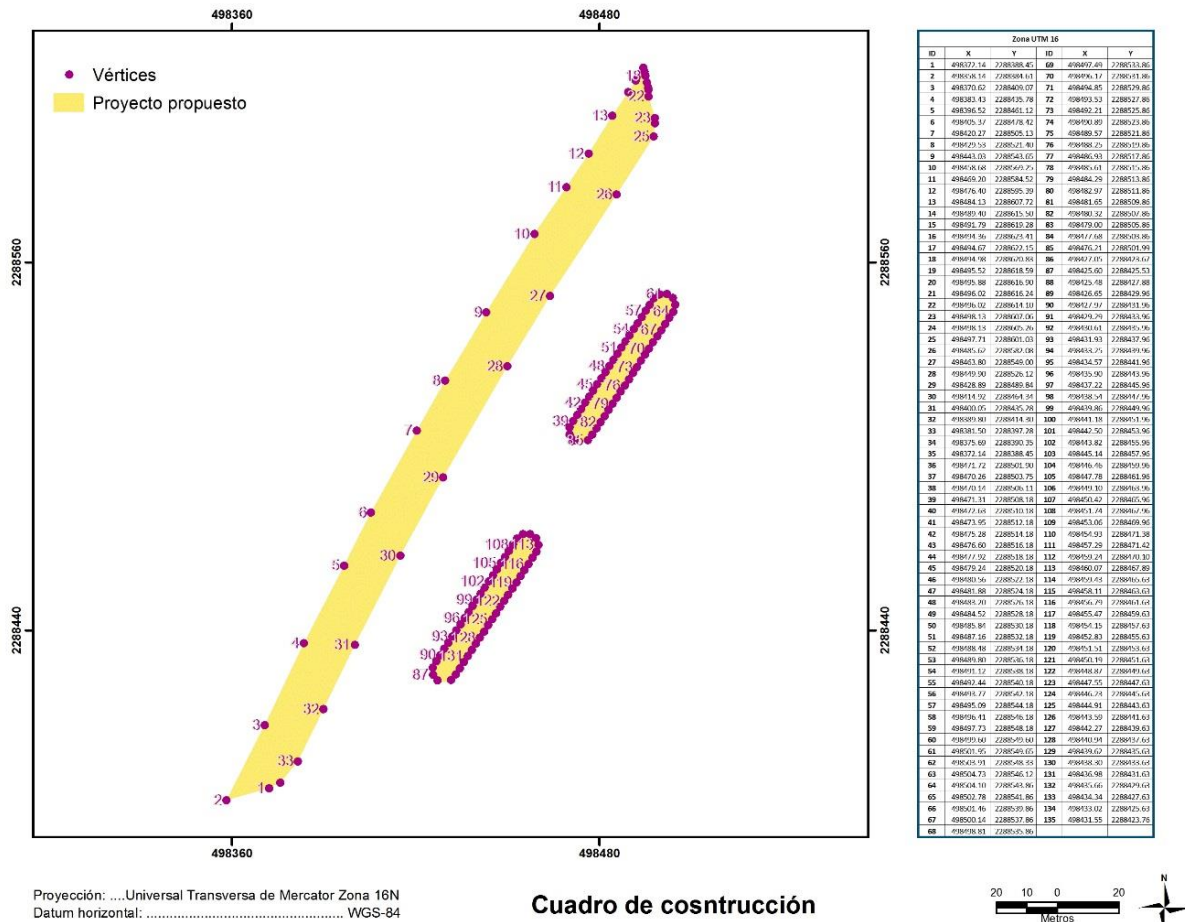
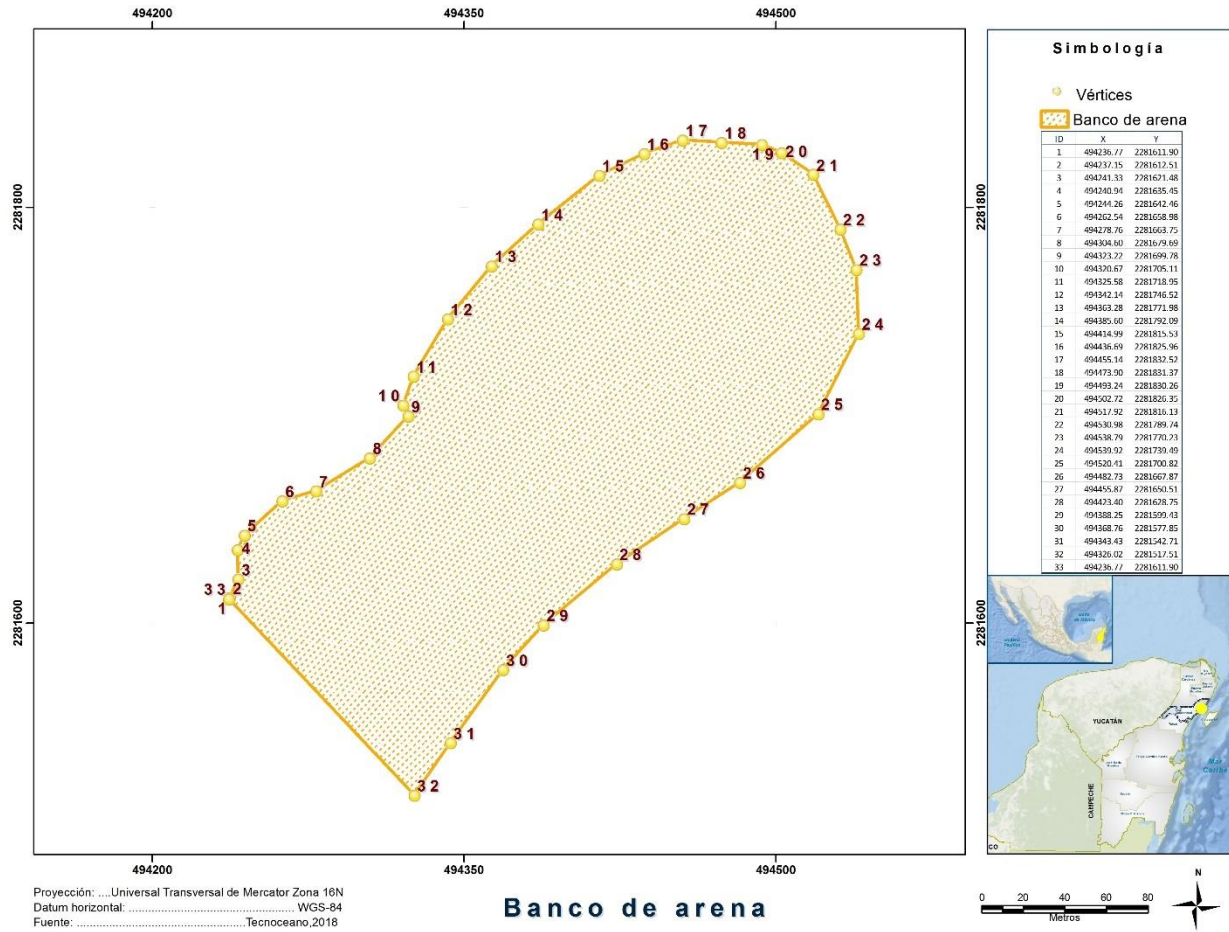


Tabla 2. 3. Coordenadas geográficas del banco marino.

CUADRO DE CONSTRUCCION						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				1	2,281,611.9048	494,236.7724
1	2	S 43°23'41.31" E	129.905	2	2,281,517.5111	494,326.0199
2	3	N 34°37'47.60" E	30.629	3	2,281,542.7139	494,343.4256
3	4	N 35°47'43.57" E	43.318	4	2,281,577.8494	494,368.7619
4	5	N 42°04'53.05" E	29.081	5	2,281,599.4329	494,388.2513
5	6	N 50°10'00.20" E	45.769	6	2,281,628.7506	494,423.3979
6	7	N 56°10'37.30" E	39.084	7	2,281,650.5061	494,455.8678
7	8	N 57°06'48.36" E	31.983	8	2,281,667.8721	494,482.7254
8	9	N 48°50'11.82" E	50.057	9	2,281,700.8200	494,520.4100
9	10	N 26°46'24.86" E	43.317	10	2,281,739.4931	494,539.9228
10	11	N 02°06'49.23" W	30.754	11	2,281,770.2264	494,538.7885
11	12	N 21°48'29.12" W	21.018	12	2,281,789.7406	494,530.9802
12	13	N 26°20'07.05" W	29.450	13	2,281,816.1339	494,517.9156
13	14	N 56°04'35.23" W	18.311	14	2,281,826.3530	494,502.7214
14	15	N 67°37'36.39" W	10.253	15	2,281,830.2558	494,493.2399
15	16	N 86°41'57.25" W	19.367	16	2,281,831.3709	494,473.9049
16	17	N 86°30'05.03" W	18.803	17	2,281,832.5184	494,455.1371
17	18	S 70°25'07.83" W	19.581	18	2,281,825.9559	494,436.6884
18	19	S 64°20'09.68" W	24.073	19	2,281,815.5300	494,414.9900
19	20	S 51°25'53.16" W	37.591	20	2,281,792.0937	494,385.5988
20	21	S 47°58'23.96" W	30.039	21	2,281,771.9831	494,363.2847
21	22	S 39°42'02.80" W	33.097	22	2,281,746.5185	494,342.1429
22	23	S 30°59'05.50" W	32.163	23	2,281,718.9450	494,325.5850
23	24	S 19°33'28.83" W	14.682	24	2,281,705.1100	494,320.6700
24	25	S 25°37'23.10" E	5.907	25	2,281,699.7839	494,323.2245
25	26	S 42°49'26.21" W	27.397	26	2,281,679.6899	494,304.6017
26	27	S 58°20'24.47" W	30.361	27	2,281,663.7544	494,278.7593
27	28	S 73°35'03.38" W	16.910	28	2,281,658.9756	494,262.5390
28	29	S 47°54'04.65" W	24.635	29	2,281,642.4600	494,244.2600
29	30	S 25°20'33.58" W	7.756	30	2,281,635.4500	494,240.9400
30	31	S 01°35'56.79" E	13.975	31	2,281,621.4800	494,241.3300
31	32	S 24°59'07.49" W	9.896	32	2,281,612.5100	494,237.1500
32	1	S 31°57'53.93" W	0.713	1	2,281,611.9048	494,236.7724
SUPERFICIE = 45,839.162 m2						

Figura 2. 6. Cuadro de construcción del banco de arena.



### 2.2.5. Inversión requerida

La inversión requerida para el desarrollo del proyecto es de 140,544,169.45 pesos mexicanos. El desglose de esta inversión se presenta en la Tabla 2. 4.



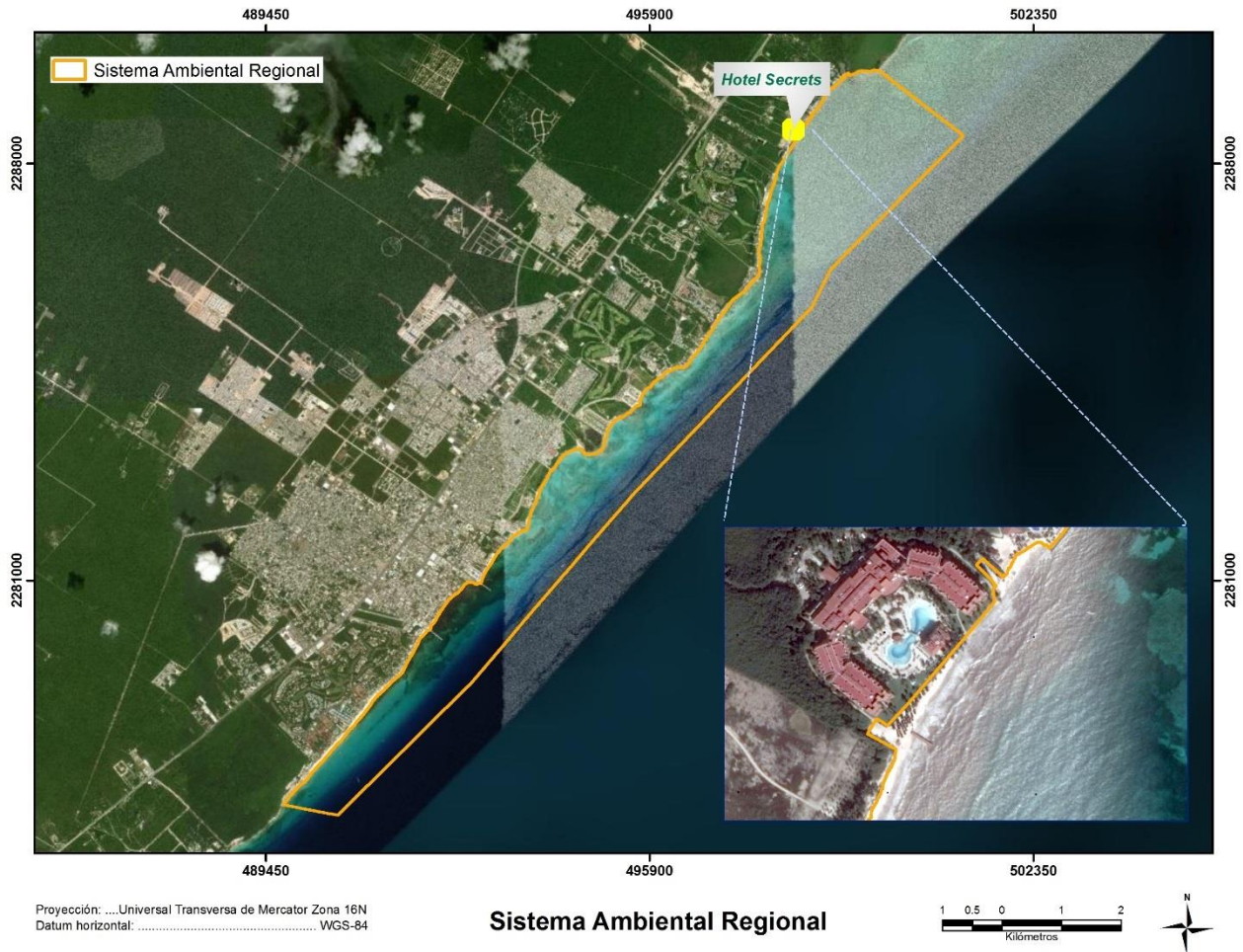
Tabla 2. 4 Inversión requerida para el proyecto.

Descripción		Cantidad	Unidad	Precio Pesos	Importe
<b>PREPARATIVOS</b>					
1	Mallas antidispersión	1.0	Lote	\$300,000.00	\$300,000.00
2	Kits antiderrames de hidrocarburos	1.0	Lote	\$200,000.00	\$200,000.00
3	Baños portátiles, botes de basura para obra	1.0	lote	\$150,000.00	\$150,000.00
4	Transporte de máquinas al sitio	2.0	lote	\$16,800.00	\$33,600.00
				Subtotal:	\$683,600.00
<b>ROMPEOLAS 1 (50 m)</b>					
5	Suministro y colocación de elementos precolados tipo cubo ranurado, tetrápodo u otro de acuerdo al proyecto con peso mínimo de 750 Kg, incluido fletes y traslados.	705.0	pieza	\$59,400.00	\$41,877,000.00
6	Renta de catamarán de 45 pies de eslora y 30 pies de manga para manipulación de elementos precolados	8.0	semana	\$120,000.00	\$960,000.00
7	Cuadrilla de personal certificado para buceo	8.0	semana	\$100,000.00	\$800,000.00
	Cuadrilla de topografía	8.0	semana	\$25,000.00	\$200,000.00
				Subtotal:	\$43,837,000.00
<b>ROMPEOLAS 2 (200 m)</b>					
8	Suministro y colocación de elementos precolados tipo cubo ranurado, tetrápodo u otro de acuerdo al proyecto con peso mínimo de 750 Kg, incluido fletes y traslados.	705.0	pieza	\$59,400.00	\$41,877,000.00
9	Renta de catamarán de 45 pies de eslora y 30 pies de manga para manipulación de elementos precolados	8.0	semana	\$120,000.00	\$960,000.00
10	Cuadrilla de personal certificado para buceo	8.0	semana	\$100,000.00	\$800,000.00
	Cuadrilla de topografía	8.0	semana	\$25,000.00	\$200,000.00
				Subtotal:	\$43,837,000.00
<b>RELLENO DE PLAYA</b>					
12	Transporte de draga del sitio de origen a Cancún	1.00	Lote	\$29,700,000.00	\$29,700,000.00
13	Relleno de arena por medio de Draga de Tolva Autopropulsada	8,947.77	m3	\$158.40	\$1,417,326.77
14	Renta de Maquinaria pesada para los trabajos de acomodo y distribución de arena sobre la playa	8.00	semana	\$60,480.00	\$483,840.00
				Subtotal:	\$31,601,166.77
<b>OTROS</b>					
15	Señales marítimas temporales	1.00	lote	\$300,000.00	\$300,000.00
16	Señales marítimas permanentes	1.00	lote	\$900,000.00	\$900,000.00
				Subtotal:	\$1,200,000.00
<b>TOTAL</b>					<b>\$121,158,766.77</b>
<b>IVA 16%</b>					<b>\$19,385,402.68</b>
<b>GRAN TOTAL</b>					<b>\$140,544,169.45</b>

### 2.2.6. Escenario Ambiental

El Sistema Ambiental Regional (SAR) del Proyecto cuenta con una superficie de 1900.52 hectáreas, que en su mayoría corresponden a una superficie marina (99.95%), el otro 0.04% se relaciona con la superficie en la zona costera definida para las obras y actividades temporales designadas para el patio de maniobras y sitio de almacenaje. La configuración del SAR se presenta en la Figura 2. 7.

Figura 2. 7. Sistema Ambiental Regional.



Los resultados de los estudios técnico ambientales determinaron que el SAR en su parte terrestre comprende áreas con vegetación inducida o sin vegetación y en su parte marina se reconocieron 10 tipos de ambientes (Figura 2. 8 y Tabla 2. 5). Estos ambientes están relacionados con el patrón de zonación arrecifal descrito para la zona de estudio (Gutiérrez, et al., 1993b, 1995; Lara, et al., 1994a, 1994b, Padilla, et al., 1994).

Figura 2. 8. Mapa de ambientes marinos del SAR.

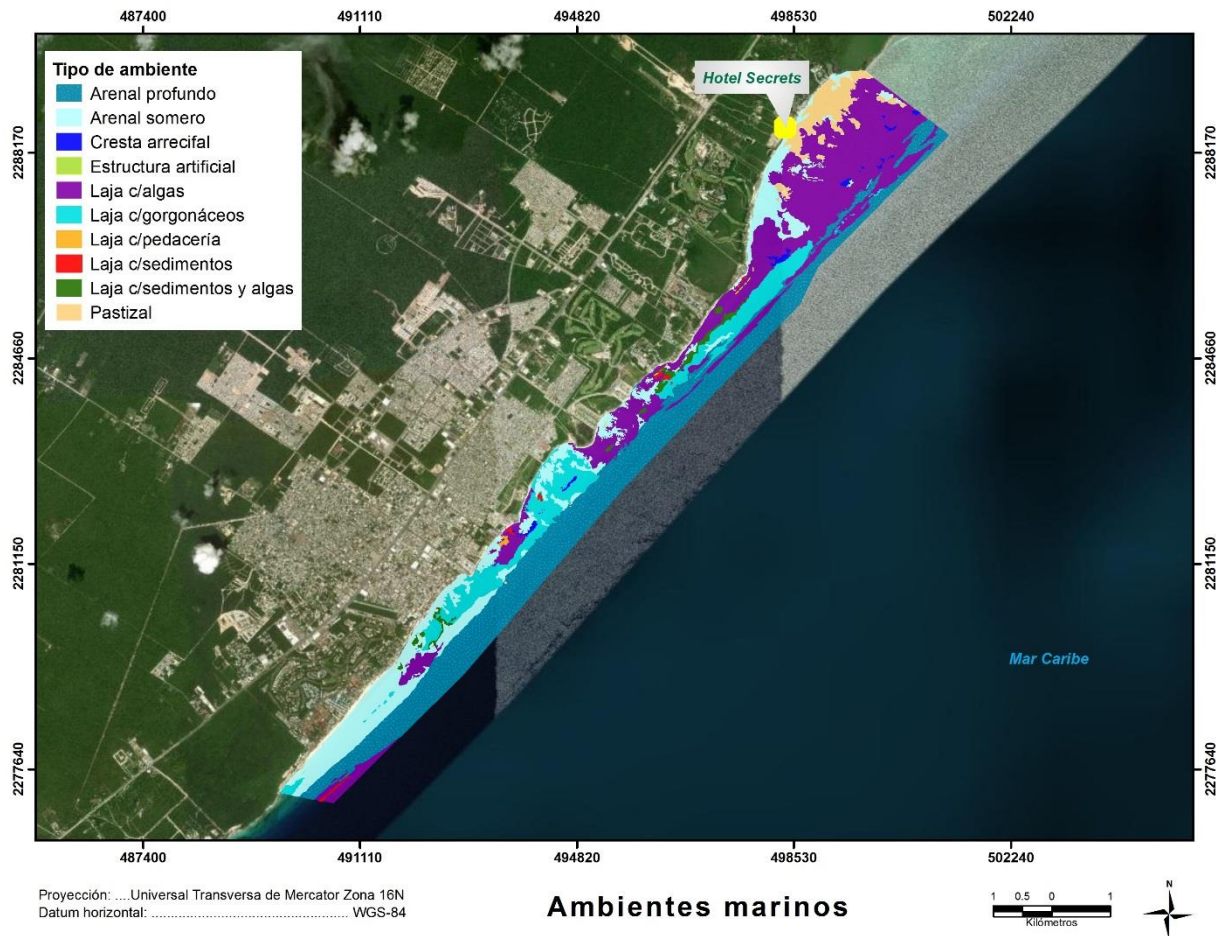


Tabla 2. 5. Ambientes marinos del SAR.

Proyecto/Ambientes marinos	Superficie		
	m <sup>2</sup>	ha	%
Arenal profundo	6060373.58	606.04	31.90
Arenal somero	3035574.39	303.56	15.98
Cresta arrecifal	150640.57	15.06	0.79
Estructura artificial	6523.04	0.65	0.03
Laja con algas	6171590.06	617.16	32.49
Laja con gorgonáceos	2374524.9	237.45	12.50
Laja con pedacería	15983.4	1.60	0.08
Laja con sedimentos	57930.45	5.79	0.30
Laja con sedimentos y algas	265170.13	26.52	1.40
Pastizal	858296.28	85.83	4.52
<b>Total</b>	<b>18996606.8</b>	<b>1899.66</b>	<b>100</b>

De acuerdo al estudio de caracterización ambiental, el ambiente marino en el que se ubica el banco de arena corresponde a Arenal Profundo y Laja con Gorgonáceos, y la construcción de rompeolas, así como el relleno de arena, a Arenal Somero, tal como se muestra en la Figura 2. 9 y Figura 2. 10).

Figura 2. 9. Ubicación de los rompeolas en los tipos de ambientes marinos.

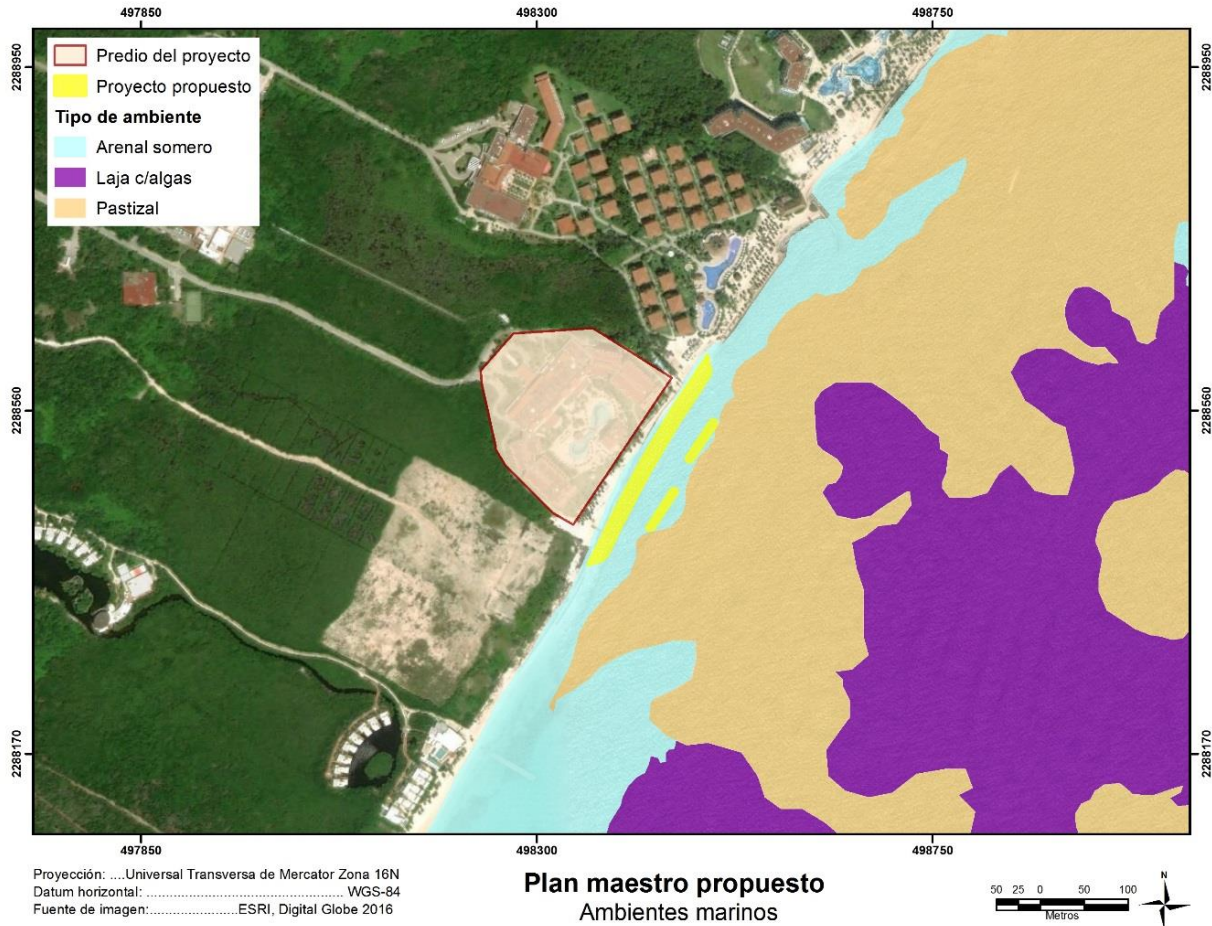
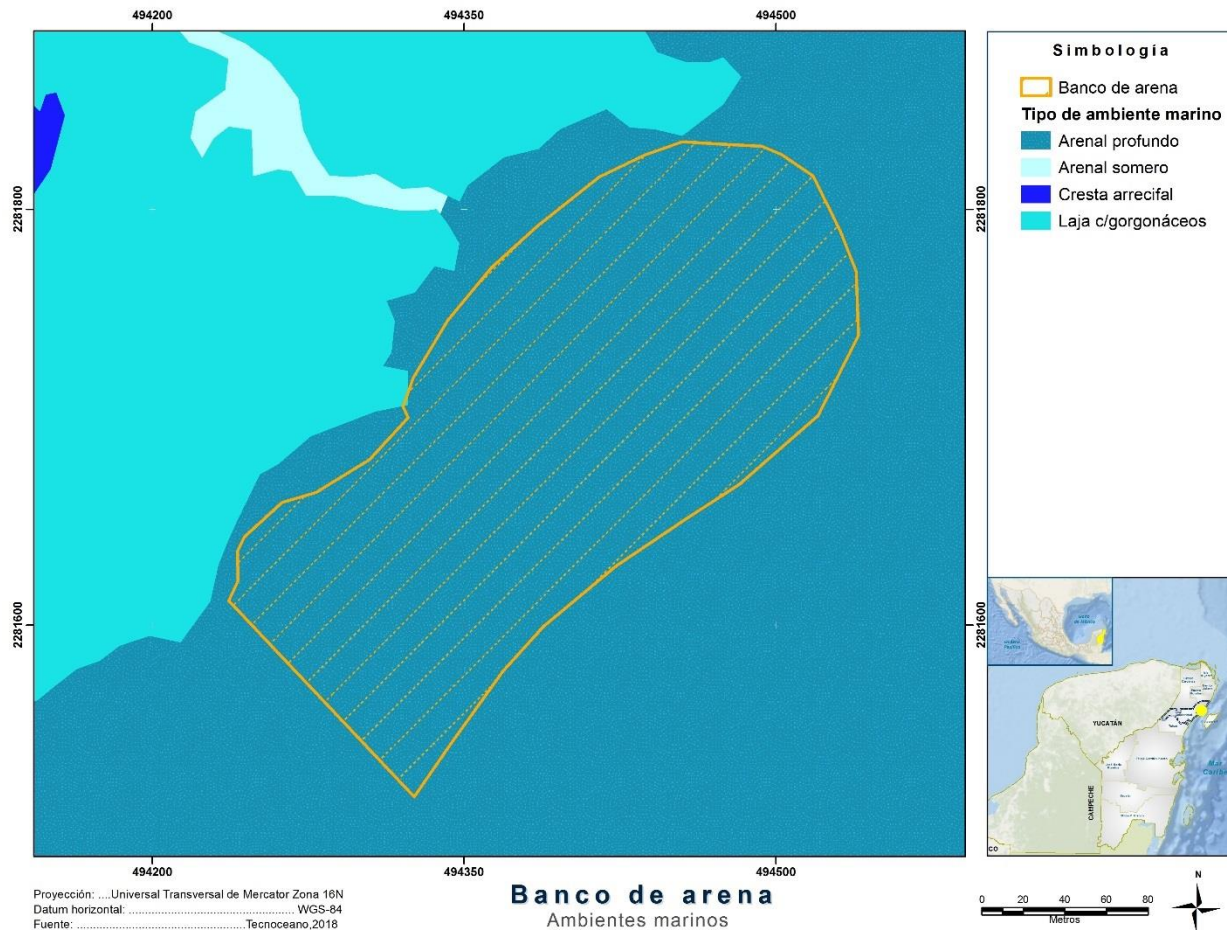


Figura 2. 10. Ubicación del banco de arena en los tipos de ambientes marinos.



El Arenal Profundo forma una franja ancha y continua en la parte más profunda del polígono del SAR, el sustrato es de arena fina, con una comunidad biótica prácticamente nula. Solamente se registraron algunos ejemplares de gasterópodos de las especies *Strombus costatus* y *Cassis tuberosa*, y masas ovígeras de moluscos. También se registró la presencia muy escasa de algas verdes de crecimiento erecto de los géneros *Penicillus* y *Rhipocephalus*, así como el pasto marino de la especie *Halodule wrightii*. La profundidad en este tipo de ambiente es de 12 a 18 metros.

El Arenal Somero se encuentra en una franja contigua a la línea de costa, y abarca una mayor extensión en la parte sur del SAR. El sustrato es de arena fina, y en algunos sitios hay presencia de vegetación marina. En este tipo de ambiente se encuentran algunas estructuras de sustrato duro aisladas y dispersas, formadas por los esqueletos de colonias de coral masivas de gran tamaño (mayores a 1 m de diámetro), en donde se agregan ensambles de peces. La profundidad en este tipo de ambiente va de 0 hasta 5 metros en las partes más profundas.

El ambiente de Laja con Gorgonáceos es un área amplia y extendida a lo largo de toda la sección, formando una franja más o menos continua que va desde la línea de costa en algunos sitios, hasta el arenal profundo. El sustrato está formado por una placa de laja lisa en donde la presencia de gorgonáceos es más abundante, y la presencia de algas puede variar, desde ser muy escasa a muy alta. En algunos sitios se llega a formar un desnivel de la laja calcárea que da lugar a un escalón, antes de llegar a la base de arena en el ambiente arenal profundo. La especie dominante en este tipo de ambiente es el gorgonáceo de la especie *Pterogorgia anceps*, seguida de otras especies del género *Eunicea sp.* La profundidad en este tipo de ambiente es de 3 a 12 metros.

El Proyecto a través de su Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas (Capítulo 6) contempla previo al inicio de obras y actividades el rescate y reubicación de las especies marinas, a un área cercana ecológicamente similar, para evitar su posible afectación.

## 2.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

### 2.3.1. Dimensiones del Proyecto

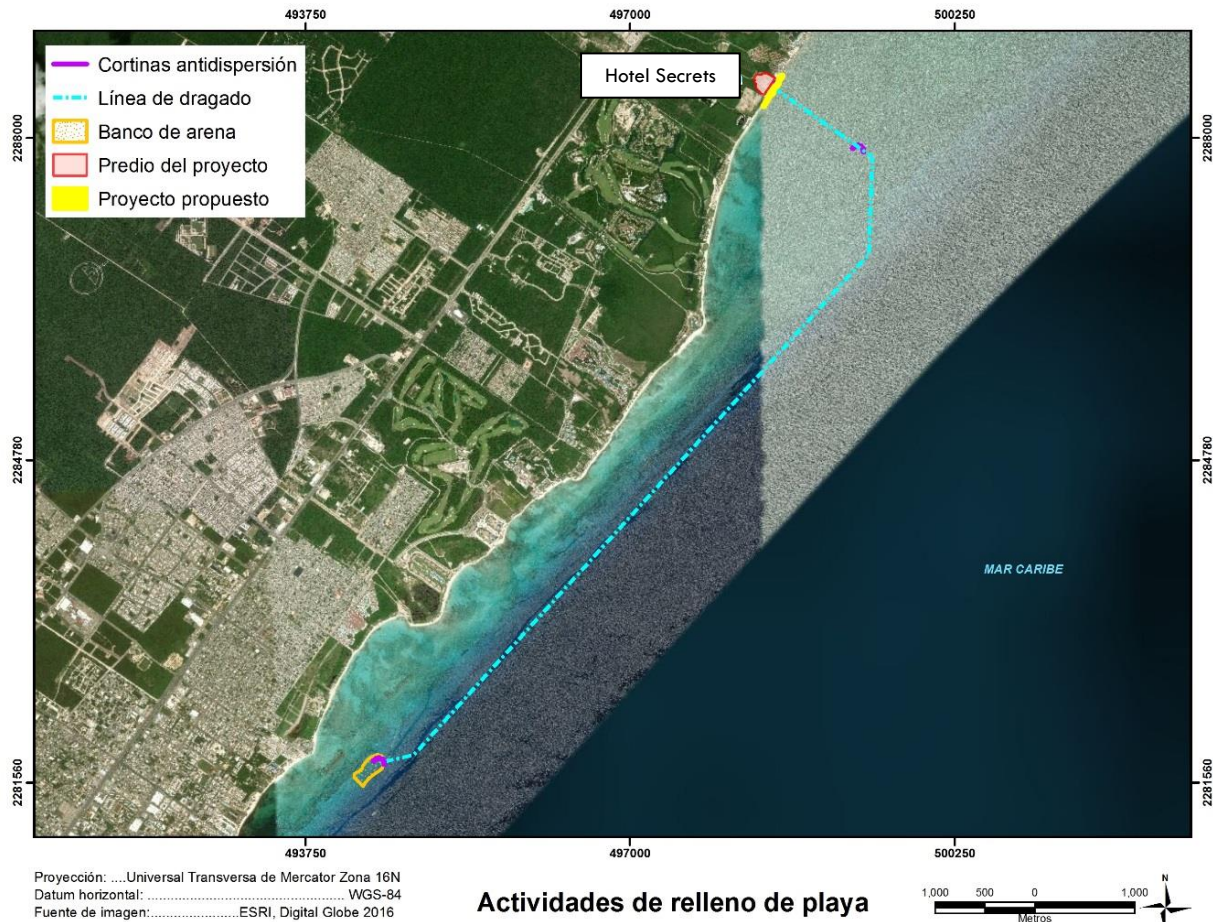
El Proyecto consiste en el relleno de arena en una superficie de 3,900.87 m<sup>2</sup> de la franja costero marina frente al Hotel Secrets, el volumen de arena requerido se calcula en 9,000 m<sup>3</sup>, que representa el 15.35% del banco marino, el cual registra un volumen de 58,600 m<sup>3</sup>. La superficie requerida para la construcción de las obras marinas de protección (rompeolas) es de 847.97 m<sup>2</sup>, el volumen que ocuparan ambos rompeolas será de 805 m<sup>3</sup> aproximadamente.

El total de superficie a utilizar para la implementación del proyecto se estima en 51,316.34 m<sup>2</sup>. Cabe señalar que el 10.64% corresponde a obras y actividades clasificadas como de tipo permanente (recuperación de la playa y construcción de rompeolas) y el 89.32% de tipo temporal (extracción de arena), pues se realizará un aprovechamiento puntual y de corta duración (Tabla 2. 6 y Figura 2. 11).

Tabla 2. 6. Dimensiones del Proyecto.

Tipo de obra o actividad	Superficie (m <sup>2</sup> )	%	Ubicación
Obras y actividades permanentes			
Relleno de arena	3,900.87	7.71	Franja costero marina
Construcción de rompeolas	847.97	1.67	Marina
Obras y actividades temporales			
Extracción de arena en banco marino	45,839	90.61	Marina
<b>Total</b>	<b>50587.84</b>	<b>100</b>	-----

Figura 2. 11. Distribución geográfica de las obras y actividades que considera el Proyecto.



El proyecto también contempla habilitar áreas para maniobras y una zona de almacenaje, las cuales se instalarán en el predio del Hotel Secrets, autorizado en materia de impacto ambiental, la superficie a utilizar se identifica sin vegetación aparente.

El 100% de las obras permanentes se realizará sobre el ambiente marino definido como Arenal Somero (Figura 2. 12). El banco de arena propuesto para el Proyecto tiene una superficie de 45,839.16 m<sup>2</sup> y se ubica sobre Arenal Profundo y Laja con Gorgonáceos, como se muestra en la Figura 2. 13.

Figura 2. 12. Área de relleno de playa y rompeolas sobre ambientes marinos.

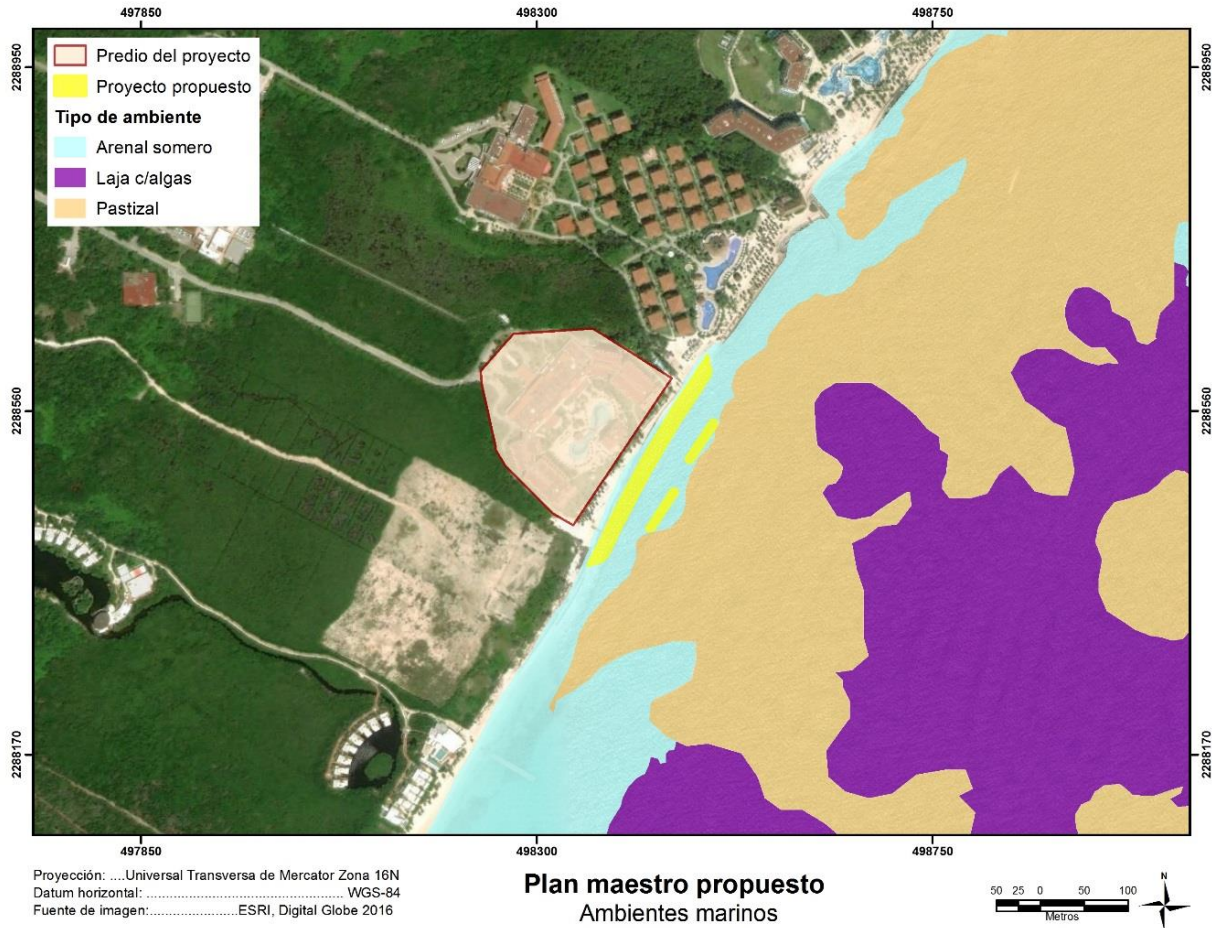
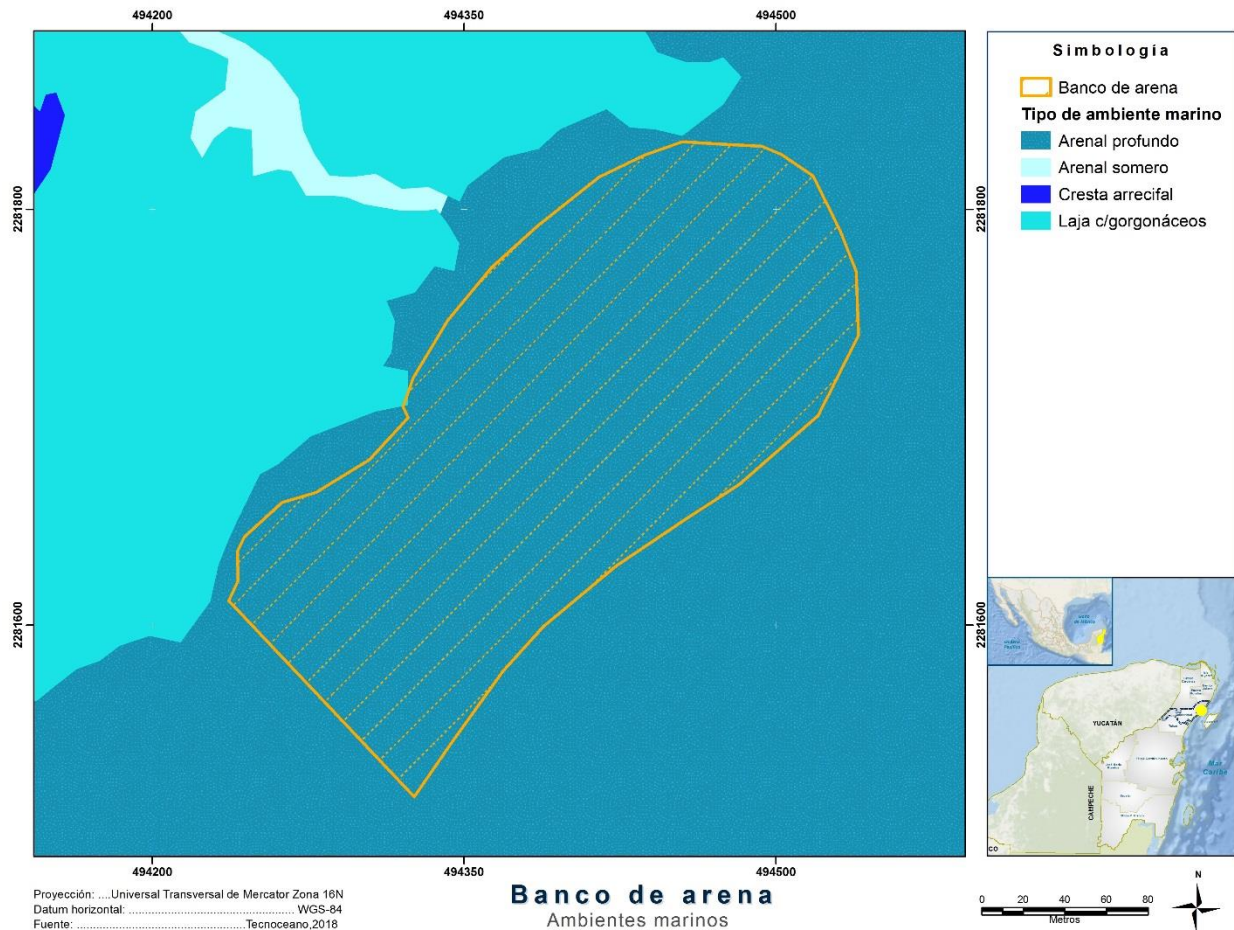




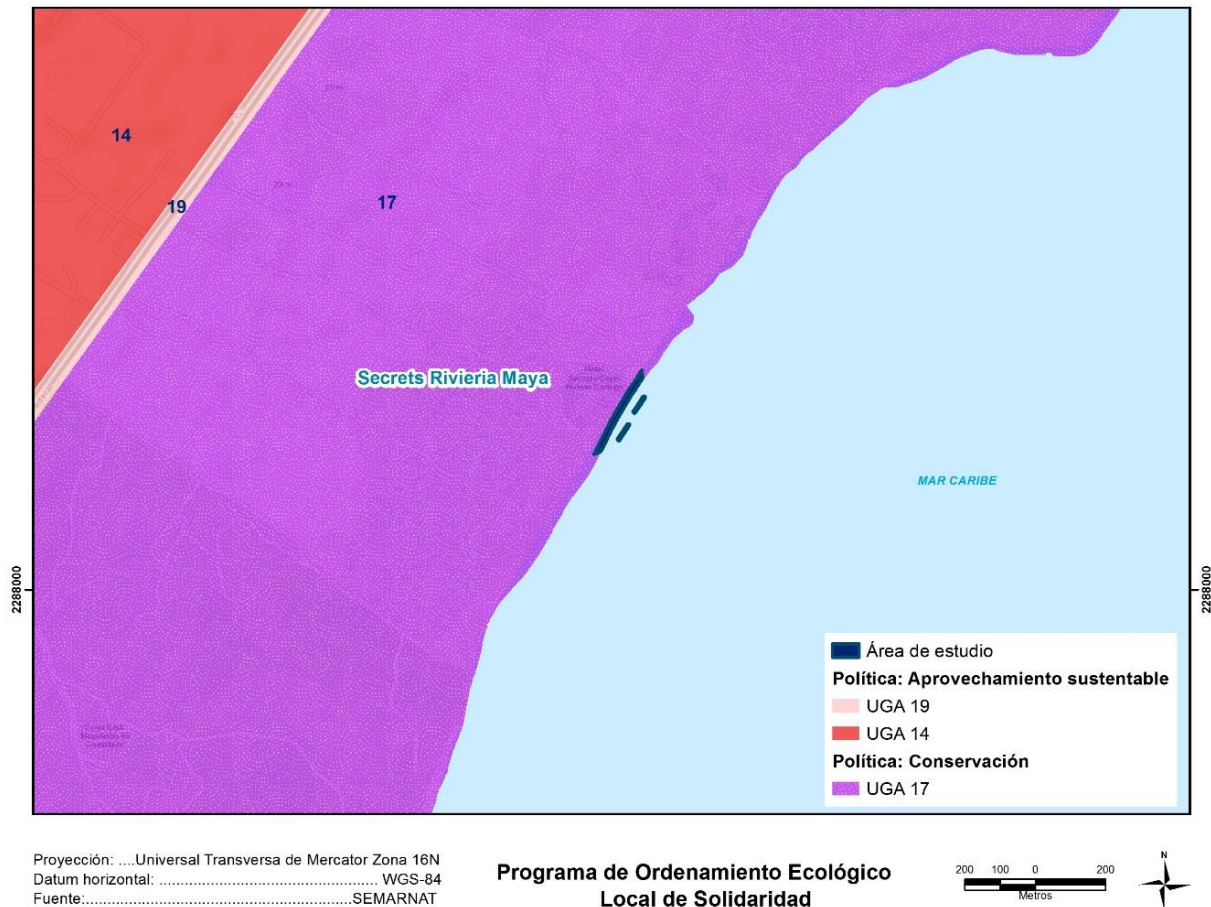
Figura 2. 13. Banco de arena Mamitas 3 sobre ambientes marinos.



### 2.3.2. Uso actual del suelo

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POEL Solidaridad), publicado el 25 de mayo de 2009 en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) del Hotel Secrets se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental 17 (UGA 17) denominada Corredor Turístico Punta Brava-Xcalacoco, con una vocación del uso de suelo turística (Figura 2. 14). En el Capítulo 3 se observará la vinculación del proyecto con los criterios que establece este ordenamiento.

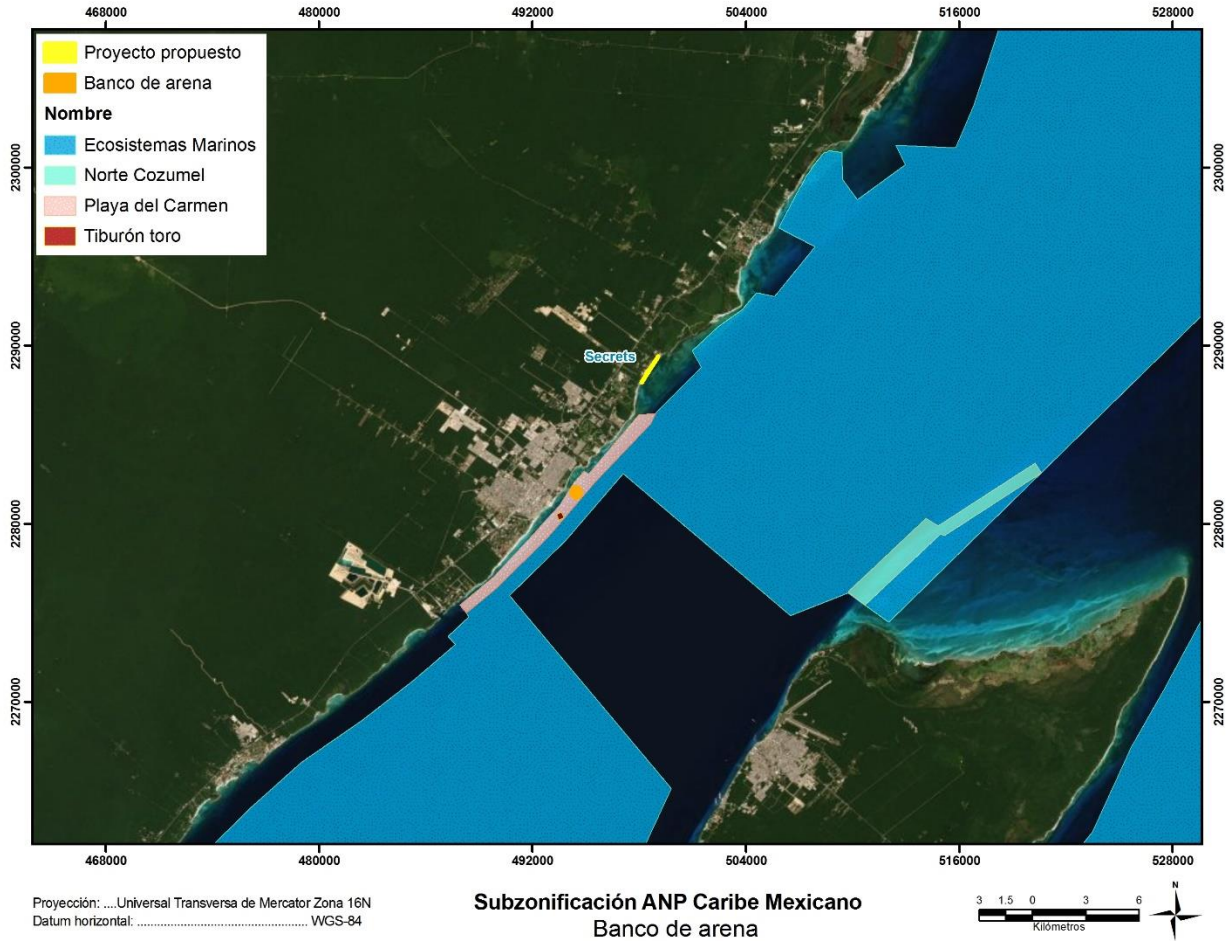
Figura 2. 14. Ubicación de la ZOFEMAT del Hotel Secrets respecto del POEL Solidaridad.



Es preciso señalar que la ZOFEMAT frente al Hotel Secrets se encuentra concesionada por el promovente, mediante los números de concesión DGZF-1239/06 (Anexo 3.2).

De acuerdo a la zonificación establecida en el Decreto y programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano (RBCM), el banco marino para la extracción del proyecto se sitúa en una subzona de esta ANP, definida como de uso público, denominada Playa del Carmen y Tulum-Sian Ka'an (Figura 2. 15). La zona definida para la construcción de los rompeolas se encuentra en el área de influencia de la RBCM.

Figura 2. 15. Ubicación del banco marino respecto de la Subzona de Uso Pública Playa del Carmen y Tulum Sian Ka'an, de la RBCM.



### 2.3.3. Urbanización del área y descripción de los servicios requeridos

El Hotel Secrets es un proyecto autorizado en materia de impacto ambiental, actualmente en operación, que cuenta con los servicios de abastecimiento de agua potable, drenaje, telecomunicaciones y manejo de residuos. El proyecto planteado se localiza en el frente de playa de este desarrollo turístico, por lo que hará uso de dichas instalaciones y servicios.

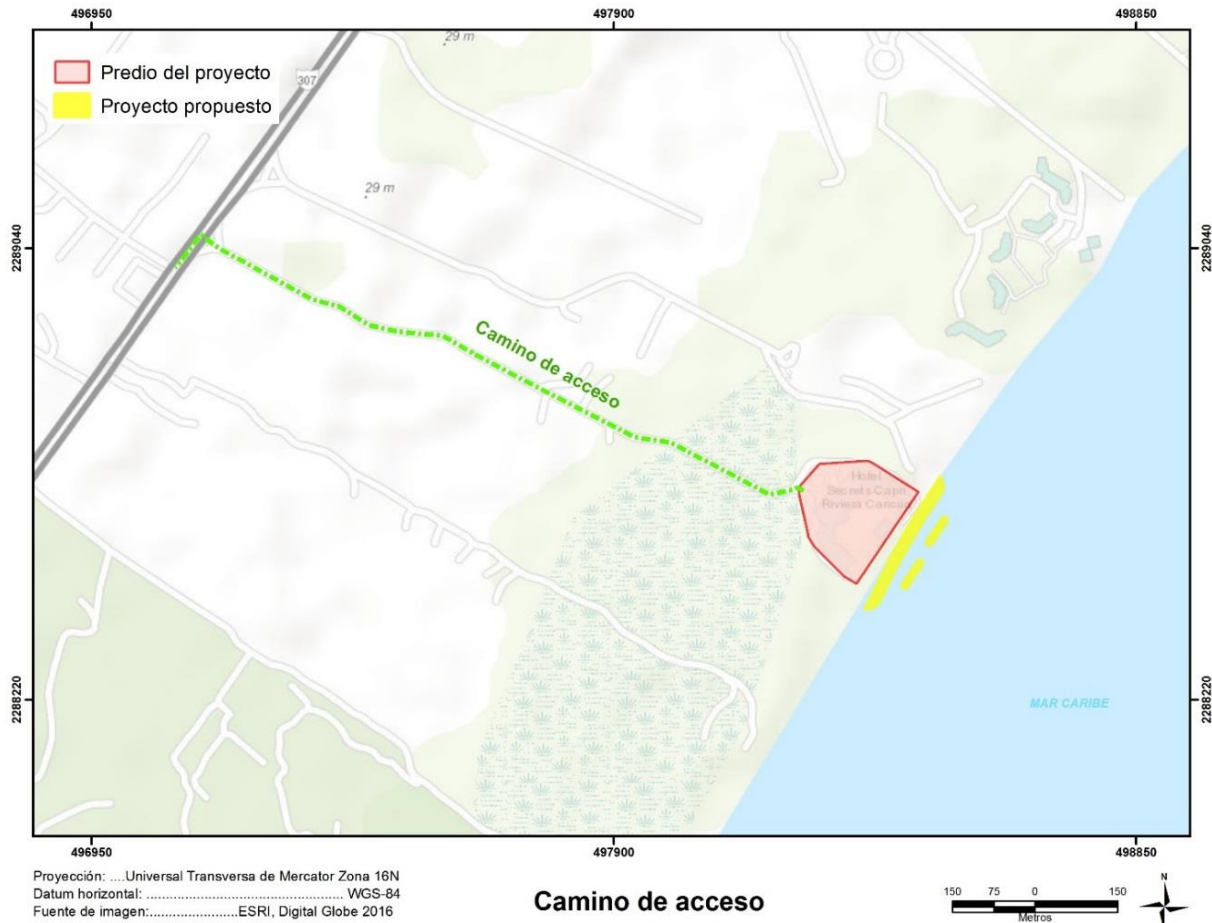
Adicionalmente como estrategias de prevención y mitigación de impactos ambientales se implementarán en las áreas de maniobra y almacenaje las siguientes acciones, tal y como se describe en el Capítulo 6 de esta MIA-R:

- a) Contenedores para residuos sólidos apropiados para cada tipo de residuo con lineamientos claros para su disposición.
- b) Colocación de sanitarios o letrinas portátiles a razón de uno por cada 10 trabajadores.

La llegada a la zona de playa donde se pretende llevar a cabo el Proyecto se realizará a través del acceso al Hotel Secrets, ubicado en la carretera federal 307 Reforma Agraria – Puerto Juárez (Figura 2. 16).

Las cargas de combustible y servicios mecánicos necesarios para las embarcaciones se realizarán fuera del área del Proyecto en una marina o puerto de resguardo.

**Figura 2. 16. Acceso desde la carretera al predio del Hotel Secrets donde se llevarán a cabo las obras de relleno de playa.**



## 2.4. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

El objetivo del Proyecto consiste en la recuperación y estabilización de la franja costera frente al Hotel Secrets mediante el relleno de la playa, a través del transporte y vertimiento de arena y la construcción de obras de protección (rompeolas) en la zona marina.

El Proyecto contempla obras y actividades tanto en la zona litoral como en la zona marina, para describir de forma clara el Proyecto se le ha dividido en cuatro componentes dos de obras permanentes y dos de obra temporales.

Obras y actividades permanentes:

1. **Rompeolas.** Construcción de dos rompeolas paralelos a la línea de costa que ayuden a disipar la energía del oleaje, detener el proceso erosivo actual y proteger el frente de costa del Hotel Secrets (ver apartado 2.4.1).
2. **Relleno de la playa.** Relleno de la playa con arena del banco marino acelerando el proceso de recuperación de la línea de costa para restablecer y mantener su estructura y función, y mejorar el aspecto estético de la misma (ver apartado 2.4.3).

Obras y actividades temporales:

1. **Extracción de arena del banco marino Mamitas 3.** Extracción y transporte de arena de un banco marino, para el relleno de playa, seleccionado con base en los resultados de los estudios técnico realizados (ver apartado 2.4.2).
2. **Áreas de maniobras y almacenaje** (ver apartado 2.4.4).

A continuación, se describen a detalle cada uno de los conceptos que conforman el Proyecto, cabe destacar que su diseño se fundamenta en estudios de modelaje especializados que contemplan un análisis de la morfología y celda litoral, una caracterización ambiental marina y de dinámica litoral, así como una evaluación de la problemática, para la propuesta final del Proyecto. Estos podrán ser consultados en el Capítulo 4 y sus respectivos anexos.

Como parte de los elementos que conformaron el estudio de modelaje que da sustento a la propuesta del presente Proyecto, se realizaron estudios hidrográficos de batimetría, topografía, prospección de bancos de arena y del clima marítimo y atmosférico.

Los estudios de batimetría consistieron en el levantamiento con ecosonda y un software especializado (Hypack), en trazos perpendiculares a la línea de costa con extensión de 5.8k m y una separación de 200 m entre ellas, llegando hasta una profundidad máxima de 70 m. también se realizó un levantamiento detallado en la zona de playa frente a las instalaciones del Hotel, trazando líneas perpendiculares a la costa con longitud de 500 m con una separación de 50 m y un ancho de 500 m.

Respecto a la topografía, se realizó por medio de la verificación de puntos de control y elevaciones de rasgos importantes del terreno con equipo especializado RTK (*Real Time Kinematic*). Lo anterior utilizando un banco de nivel con un GPS de alta precisión que por un periodo de 4 hrs recolectó datos que fueron procesados con un software especializado (*Magnet*), asimismo, se tomaron medidas a las horas de marea máxima y mínima.

La prospección de los bancos de arena, se realizaron por medio de buceos de exploración, tomando mediciones del grosor del estrato de sedimentos con equipo especializado (tubo de cobre con válvula neumática).

Asimismo, se analizó información sobre el clima marítimo y atmosférico de la región de Cancún y sus alrededores con datos de un nodo del modelo *Wave Watch III*. También un análisis armónico y estadístico de una serie de marea de la estación de Isla Mujeres, Quintana Roo obtenida por medio del predictor de marea MAR V basado en registros históricos de estaciones mareográficas de la Universidad Nacional Autónoma de México, la secretaria de Marina y Centro de Investigación Científica y Estudios Superiores de Ensenada.

Por último, se caracterizó la celda litoral y se definió su extensión, también se realizó una evaluación integral de la problemática para emitir la propuesta de Proyecto.

### 2.4.1. Rompeolas

Consiste en colocar estructuras masivas a una distancia determinada de la costa que ayuden a disipar la energía de la ola y eviten que la arena que llegue a la playa regrese al mar con la fuerza de la resaca (entiéndase la corriente que retorna). La propuesta busca reproducir el efecto de las estructuras naturales de protección generando beneficio en todo el frente de Hotel Secrets y cuidando posibles alteraciones en las zonas colindantes.

Para el Proyecto se propone la construcción de dos rompeolas, los cuales se colocarán de forma paralela a la línea de costa, serán rectos y se formarán con elementos de concreto precolados con forma de cubo ranurado, cubo sólido, tetrápodos u otros elementos precolados de patente, con desempeño similar, dimensiones mínimas de 0.70 m de lado y con peso mínimo de 750 Kg.

Cada rompeolas (Figura 2. 17) tendrá una longitud de 50 m colocados paralelos a la línea de costa con una corona y referido al nivel medio del mar de 1.4 m de ancho y un talud 2:1 en la parte expuesta al oleaje y 1.5:1 en la parte protegida (Figura 2. 18 y Tabla 2. 7). Las coordenadas y características particulares de los rompeolas se muestran en la Tabla 2. 8, Tabla 2. 9 y Tabla 2. 10.

**Figura 2. 17. Sección transversal tipo de un rompeolas formado con elementos precolados. El acomodo de los elementos será aleatorio para disipar la energía del oleaje y aminorar el efecto reflectivo que se obtiene con las estructuras masivas sólidas.**

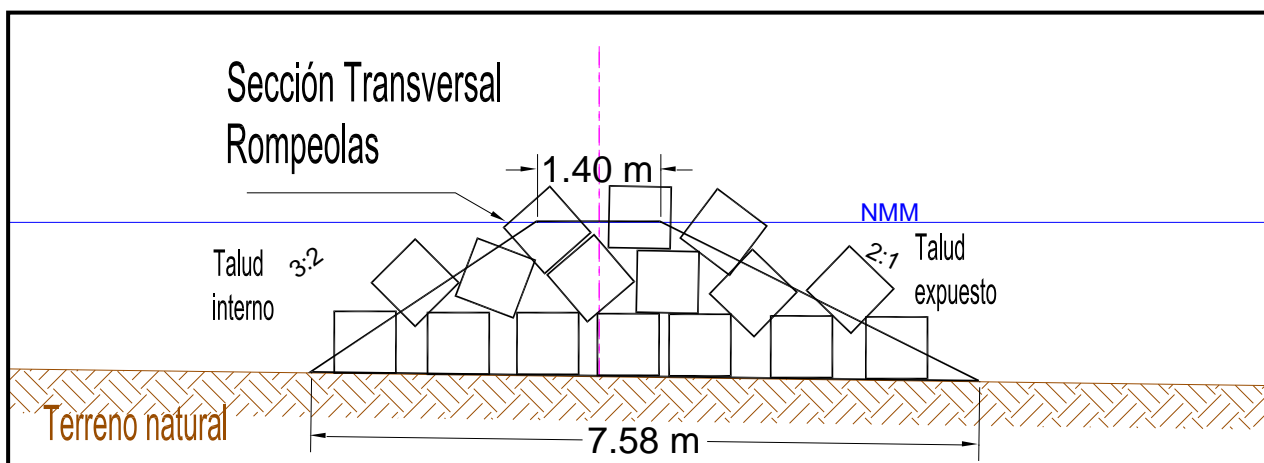
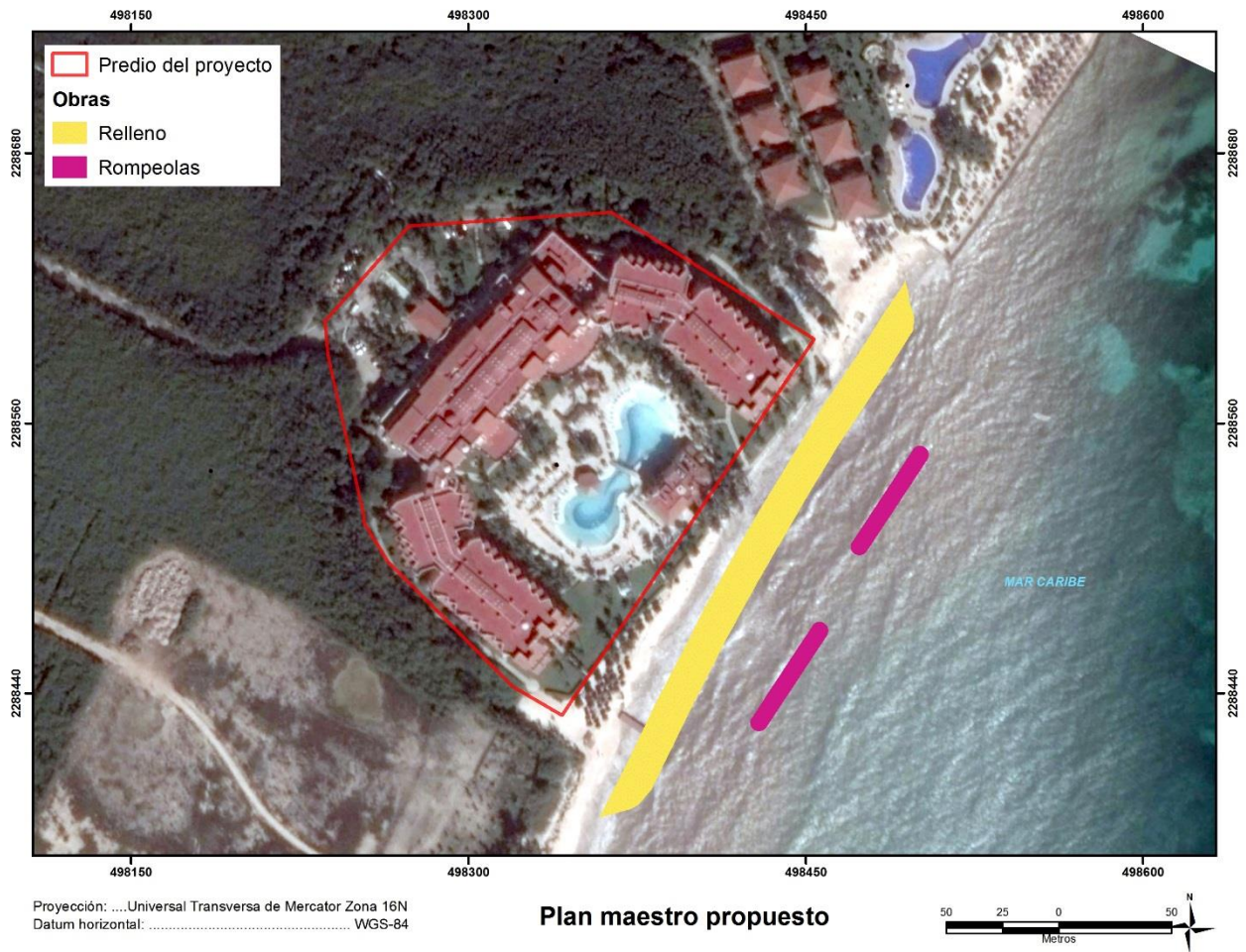


Figura 2. 18 Ubicación y dimensiones de los rompeolas 1 y 2.



A continuación, se muestran las coordenadas extremas de los ejes de los rompeolas.

Tabla 2. 7.Coordenadas de los extremos de los ejes de los rompeolas.

	UTM	Coordenada V1	Coordenada V2	Longitud (m)
Rompeolas 1	X	498428.4768	498456.0301	50 m
	Y	2288426.734	2288468.457	
Rompeolas 2	X	498473.1395	498500.6928	50 m
	Y	2288504.962	2288546.685	

**Tabla 2. 8 Cuadro de construcción del rompeolas 1.**

CUADRO DE CONSTRUCCION CORONA ROMPEOLAS 1						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S	
EST	PV				Y	X
				E	2,288,427.1200	498,427.8926
E	F	S 56°33'35.43" E	1.400	F	2,288,426.3485	498,429.0609
F	G	N 33°26'24.57" E	50.000	G	2,288,468.0716	498,456.6142
G	H	N 56°33'35.43" W	1.400	H	2,288,468.8431	498,455.4459
H	E	S 33°26'24.57" W	50.000	E	2,288,427.1200	498,427.8926
<b>SUPERFICIE = 70.000 m<sup>2</sup></b>						

CUADRO DE CONSTRUCCION BASE ROMPEOLAS 1						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S	
EST	PV				Y	X
				7	2,288,466.0326	498,459.7017
7	9	N 56°33'35.43" W CENTRO DE CURVA DELTA = 163°44'23.26" RADIO = 3.889	7.700	9 8	2,288,470.2758 2,288,467.6953	498,453.2763 498,456.1859
9	10	S 33°26'24.57" W	50.000	10	2,288,428.5527	498,425.7230
10	12	S 56°33'35.43" E CENTRO DE CURVA DELTA = 163°44'23.26" RADIO = 3.889	7.700	12 11	2,288,424.3095 2,288,426.8901	498,432.1484 498,429.2388
12	7	N 33°26'24.57" E	50.000	7	2,288,466.0326	498,459.7017
<b>SUPERFICIE = 423.989 m<sup>2</sup></b>						



**Tabla 2. 9 Cuadro de construcción del rompeolas 2.**

CUADRO DE CONSTRUCCION CORONA ROMPEOLAS 2						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S	
EST	PV				Y	X
				A	2,288,505.3473	498,472.5554
A	B	S 56°33'35.43" E	1.400	B	2,288,504.5758	498,473.7237
B	C	N 33°26'24.57" E	50.000	C	2,288,546.2989	498,501.2770
C	D	N 56°33'35.43" W	1.400	D	2,288,547.0704	498,500.1087
D	A	S 33°26'24.57" W	50.000	A	2,288,505.3473	498,472.5554
<b>SUPERFICIE = 70.000 m<sup>2</sup></b>						

CUADRO DE CONSTRUCCION BASE ROMPEOLAS 2						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S	
EST	PV				Y	X
				1	2,288,544.2600	498,504.3645
1	3	N 56°33'35.43" W CENTRO DE CURVA DELTA = 163°44'23.26" RADIO = 3.889	7.700	3 2	2,288,548.5032 2,288,545.9226	498,497.9391 498,500.8487
3	4	S 33°26'24.57" W	50.000	4	2,288,506.7801	498,470.3858
4	6	S 56°33'35.43" E CENTRO DE CURVA DELTA = 163°44'23.26" RADIO = 3.889	7.700	6 5	2,288,502.5369 2,288,505.1174	498,476.8112 498,473.9016
6	1	N 33°26'24.57" E	50.000	1	2,288,544.2600	498,504.3645
<b>SUPERFICIE = 423.989 m<sup>2</sup></b>						

**Tabla 2. 10 Características generales de los rompeolas.**

Característica	Dimensiones
Profundidad de desplante promedio	-1.6 m
Longitud de la corona de cada uno	50 m
Ancho de Corona	1.40 m
Nivel de Corona respecto al nivel medio del mar	+0.00 m
Superficie de Desplante de Rompeolas 1	424.00 m <sup>2</sup>
Superficie de Desplante de Rompeolas 2	424.00 m <sup>2</sup>

El volumen total para para construir los dos rompeolas será de 805.48 m<sup>3</sup> (Tabla 2. 11).

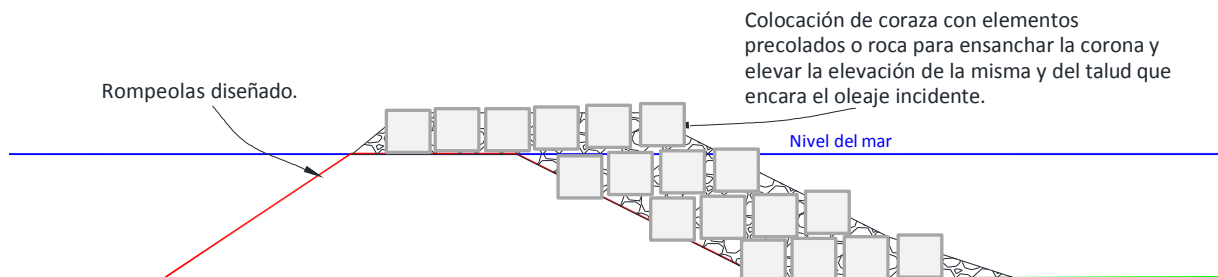
Tabla 2. 11. Volumen de material requerido para la construcción de los rompeolas.

Rompeolas 1				
Nombre de la sección	Sección transversal (m <sup>2</sup> )	Sección transversal promedio (m <sup>2</sup> )	Longitud entre secciones (m)	Volumen de Material (m <sup>3</sup> )
0+000	0.00	3.95	3.30	13.04
0+003.3	7.90	7.90	6.70	52.90
0+010	7.89	7.89	10.00	78.85
0+020	7.88	7.87	10.00	78.70
0+030	7.86	7.86	10.00	78.55
0+040	7.85	8.08	10.00	80.75
0+050	8.30	8.30	3.30	27.37
0+053.3	8.29	4.15	3.30	13.68
0+056.6	0.00			
<b>Subtotal</b>				<b>423.83</b>

Rompeolas 2				
Nombre de la sección	Sección transversal (m <sup>2</sup> )	Sección transversal promedio (m <sup>2</sup> )	Longitud entre secciones (m)	Volumen de Material (m <sup>3</sup> )
0+000	0.00	3.70	3.30	12.21
0+003.3	7.40	7.34	6.70	49.14
0+010	7.27	7.14	10.00	71.40
0+020	7.01	7.47	10.00	74.65
0+030	7.92	7.38	10.00	73.75
0+040	6.83	6.79	10.00	67.85
0+050	6.74	6.63	3.30	21.88
0+053.3	6.52	3.26	3.30	10.76
0+056.6	0.00			
<b>Subtotal</b>				<b>381.64</b>
<b>Total</b>				<b>805.48</b>

Para el caso de este Proyecto en particular los rompeolas pueden ser modificados para ser adaptados en algunos años si se decide que la protección que ofrecen ya no es suficiente, esto se puede hacer agregando piezas extras a la coraza en la corona y en ambos lados el que va a mar abierto y el que ve a la costa, estas piezas pueden ser de elementos precolados y colocada con un método similar al que se describió en el proceso constructivo (Figura 2. 19).

**Figura 2. 19 Sección transversal de un Rompeolas con coraza extra para elevar el nivel de corona y robustez de la estructura.**



Desde el punto de vista físico, no se detectaron efectos colaterales negativos en el análisis del proyecto integral de relleno de playa con arena, la construcción de rompeolas para recuperar y estabilizar la playa frente al Hotel Secrets, Los modelos de simulación de oleaje, corriente y sedimentos muestran la disipación de la energía de la ola y el movimiento de la arena hacia un lado y otro de la playa sin repercusiones para ningún lote. Estos modelos se pueden consultar en el Anexo 4.4.

La construcción de los rompeolas, no generarán erosión a los lotes vecinos del Hotel Secrets debido a que los rompeolas que se pretende construir son paralelos a la línea de costa y en ningún momento se interrumpe el flujo a lo largo de la playa, por el contrario, los lotes vecinos se verán beneficiados al contar con la protección parcial de los elementos.

Después de concluir la construcción de los rompeolas se realizará un monitoreo del desempeño de la infraestructura, para evaluar si en algunos años será necesario algún cambio en el proyecto.

#### **2.4.2. Extracción de arena del banco marino**

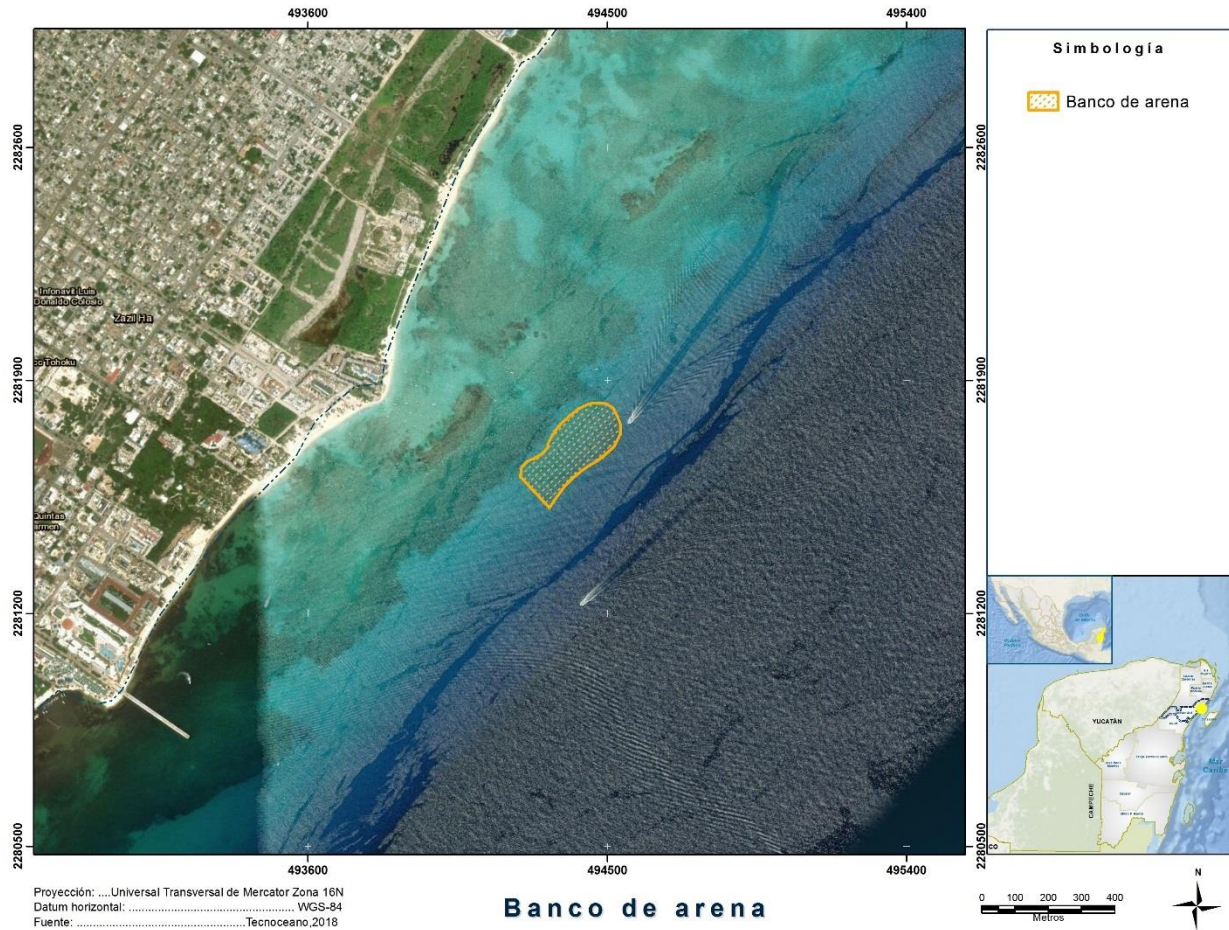
Consiste en el aprovechamiento de un banco marino, para la extracción de un volumen aproximado de 9,000 m<sup>3</sup> de arena para el relleno de playa frente al Hotel Secrets. Este banco se encuentra delimitado por las coordenadas presentadas en la Tabla 2. 12 y se identifica como Mamitas 3 (Figura 2. 20).

Tabla 2. 12. Coordenadas geográficas del banco marino.

CUADRO DE CONSTRUCCION						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				1	2,281,611.9048	494,236.7724
1	2	S 43°23'41.31" E	129.905	2	2,281,517.5111	494,326.0199
2	3	N 34°37'47.60" E	30.629	3	2,281,542.7139	494,343.4256
3	4	N 35°47'43.57" E	43.318	4	2,281,577.8494	494,368.7619
4	5	N 42°04'53.05" E	29.081	5	2,281,599.4329	494,388.2513
5	6	N 50°10'00.20" E	45.769	6	2,281,628.7506	494,423.3979
6	7	N 56°10'37.30" E	39.084	7	2,281,650.5061	494,455.8678
7	8	N 57°06'48.36" E	31.983	8	2,281,667.8721	494,482.7254
8	9	N 48°50'11.82" E	50.057	9	2,281,700.8200	494,520.4100
9	10	N 26°46'24.86" E	43.317	10	2,281,739.4931	494,539.9228
10	11	N 02°06'49.23" W	30.754	11	2,281,770.2264	494,538.7885
11	12	N 21°48'29.12" W	21.018	12	2,281,789.7406	494,530.9802
12	13	N 26°20'07.05" W	29.450	13	2,281,816.1339	494,517.9156
13	14	N 56°04'35.23" W	18.311	14	2,281,826.3530	494,502.7214
14	15	N 67°37'36.39" W	10.253	15	2,281,830.2558	494,493.2399
15	16	N 86°41'57.25" W	19.367	16	2,281,831.3709	494,473.9049
16	17	N 86°30'05.03" W	18.803	17	2,281,832.5184	494,455.1371
17	18	S 70°25'07.83" W	19.581	18	2,281,825.9559	494,436.6884
18	19	S 64°20'09.68" W	24.073	19	2,281,815.5300	494,414.9900
19	20	S 51°25'53.16" W	37.591	20	2,281,792.0937	494,385.5988
20	21	S 47°58'23.96" W	30.039	21	2,281,771.9831	494,363.2847
21	22	S 39°42'02.80" W	33.097	22	2,281,746.5185	494,342.1429
22	23	S 30°59'05.50" W	32.163	23	2,281,718.9450	494,325.5850
23	24	S 19°33'28.83" W	14.682	24	2,281,705.1100	494,320.6700
24	25	S 25°37'23.10" E	5.907	25	2,281,699.7839	494,323.2245
25	26	S 42°49'26.21" W	27.397	26	2,281,679.6899	494,304.6017
26	27	S 58°20'24.47" W	30.361	27	2,281,663.7544	494,278.7593
27	28	S 73°35'03.38" W	16.910	28	2,281,658.9756	494,262.5390
28	29	S 47°54'04.65" W	24.635	29	2,281,642.4600	494,244.2600
29	30	S 25°20'33.58" W	7.756	30	2,281,635.4500	494,240.9400
30	31	S 01°35'56.79" E	13.975	31	2,281,621.4800	494,241.3300
31	32	S 24°59'07.49" W	9.896	32	2,281,612.5100	494,237.1500
32	1	S 31°57'53.93" W	0.713	1	2,281,611.9048	494,236.7724

**SUPERFICIE = 45,839.162 m<sup>2</sup>**

Figura 2. 20. Ubicación del banco marino seleccionado para el desarrollo del Proyecto.



Las características del banco marino denominado Mamitas 3 se presentan en la siguiente Tabla 2. 13.

Tabla 2. 13. Características del banco de arena Mamitas 3.

Nombre	Clave	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Profundidad (m)	Volumen a extraer aproximado (m <sup>3</sup> )	Distancia aproximada al sitio de depósito de arena
Mamitas 3	M3	45,839	58,600	De 10 a 15	9,000	8 km

La selección del banco de arena se fundamentó en los resultados de los estudios técnicos realizados (caracterización ambiental marina, hidrográficos y de granulometría ver Capítulo 4 y respectivos anexos), considerando los siguientes criterios:

- Sustrato propicio, compatible con el sitio a recuperar.
- La capacidad del banco para soportar la extracción del volumen de arena requerido.

- c) El en encontrarse en un ambiente marino que de acuerdo a la caracterización ambiental cuenta con una comunidad biótica prácticamente nula.
- d) La reducción del efecto acumulativo de impactos por la extracción de arena al considerar el aprovechamiento de un solo banco marino.

La extracción de arena y transporte al sitio de depósito se realizará con una draga de tolva compacta, como la llamada Adelaar de la empresa *Dutch Dredging*. Para su selección se consideraron aspectos como las condiciones y profundidad del banco marino, así como el volumen de material a extraer. Las características de esta draga se muestran en la Tabla 2. 14 y Figura 2. 21, siendo posible emplear otra draga con características similares.

**Tabla 2. 14. Características de la draga Adelaar de la empresa *Dutch Dredging*.**

Capacidad de la tolva	604 m <sup>3</sup>
Longitud total	60 m
Manga	8 m
Calado (draga cargada)	2.80 m
Máxima profundidad de dragado	25 m
Diámetro del tubo de succión	500 mm
Potencia de la bomba de succión	315 KW (427.9 CV)
Potencia de propulsión	515 KW (700 CV)
Bowthruster	150 KW
Velocidad	7 Kn (12.90 km/hr)

**Figura 2. 21. Imagen de la draga Adelaar de la empresa *Dutch Dredging*.**



Con respecto a la velocidad de corriente presente en la zona y la velocidad de sedimentación de la arena obtenida, de la escala del tamaño de grano de *Udden-Wentworth*, se determinó la dispersión. El tamaño de grano considerado, es el promedio de las muestras analizadas del banco de arena (Anexo 4.2-d\_Granulometrías). Para el cálculo de dispersión de arena, se utilizó el modelo matemático propuesto por Alcerrecá (2013), a continuación, se muestran en la Tabla 2. 15 los valores utilizados para obtener la velocidad de asentamiento en la zona de extracción durante el dragado.

**Tabla 2. 15. Caracterización de corrientes en zonas de interés.**

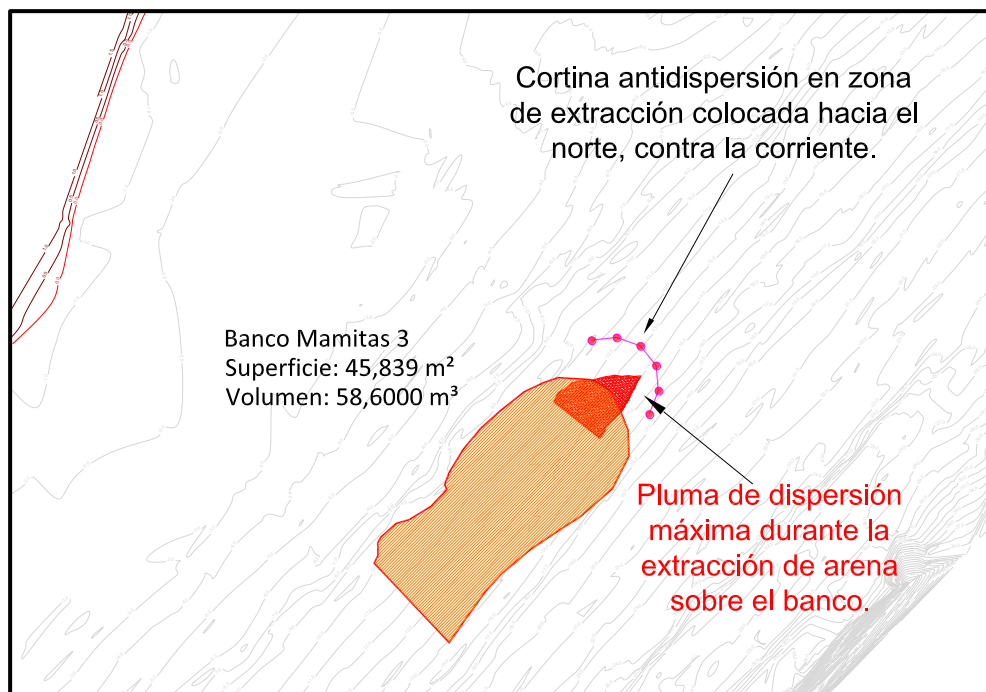
Punto	Dirección	Velocidad (m/s)	Profundidad del sitio (m)
Banco Mamitas 3	NE	0.00132	17.00

La velocidad de asentamiento, tiempo de caída y distancia de la pluma de dispersión de sedimentos se presenta en la Tabla 2. 16 y Figura 2. 22.

**Tabla 2. 16. Plumás de dispersión.**

Punto	Velocidad de asentamiento (s)	Tiempo de caída (s)	Longitud de pluma (m)
Banco Mamitas 3	0.00164	1,034.8033	1.37

**Figura 2. 22. Pluma de dispersión máxima en la zona de extracción simulando con dirección de corriente desde el sur.**



### 2.4.3. Relleno de playa

Consiste en inyectar arena a la playa para acelerar el proceso de recuperación de la línea de costa frente al Hotel Secrets, en donde se estima el relleno de 3,900.87 m<sup>2</sup> del ambiente costero-marino, con 270 m de longitud y un ancho de 15 m (Figura 2. 23).

Figura 2. 23. Recuperación de la línea de costa frente al Hotel Secrets.



El volumen de arena requerido para su construcción se muestra en la Tabla 2. 17.



Tabla 2. 17. Volumen de arena requerido para la recuperación de la playa frente al Hotel Secrets.

Cadenamiento	Sección transversal (m <sup>2</sup> )	Sección transversal promedio (m <sup>2</sup> )	Longitud entre secciones (m)	Volumen de Material (m <sup>3</sup> )
0+020	27.89	29.32	20	586.30
0+040	30.74	29.81	20	596.10
0+060	28.87	28.89	20	577.70
0+080	28.90	28.45	20	568.90
0+100	27.99	28.19	20	563.70
0+120	28.38	28.16	20	563.10
0+140	27.93	28.26	20	565.10
0+160	28.58	27.09	20	541.70
0+180	25.59	26.74	20	534.70
0+200	27.88	26.46	20	529.10
0+220	25.03	26.22	20	524.30
0+240	27.40	25.16	20	503.10
0+260	22.91	11.46	20	229.10
			<b>Subtotal</b>	<b>6,882.90</b>
			<b>30% Extra por acomodo y pérdidas</b>	<b>2,064.87</b>
			<b>Total</b>	<b>8,947.77</b>

Con el paso del tiempo se espera que la playa adopte la forma que se muestra en la Figura 2. 24, en la cual se forman unas salientes ligeras detrás de los rompeolas, cuando se tengan condiciones de oleaje de noreste las salientes se moverán ligeramente hacia el sur, cuando se presenten condiciones de oleaje proveniente del sureste las salientes se cargarán un poco al norte y cuando el oleaje se presente del este cada saliente se alineará con el centro de cada rompeolas.

Figura 2. 24. Comportamiento con Norestes.



Por lo que respecta a la corriente no habrá cambios significativos ya que los rompeolas son paralelos a la costa y están alineados con el flujo de la corriente, el movimiento de agua de un lado de los rompeolas y del otro será suficiente para que haya un intercambio adecuado de agua y no se formen estancamientos. En general se espera que la playa sea estable y robusta.

En condiciones de tormentas estacionales fuertes mucha de la arena se moverá y se distribuirá naturalmente hacia los extremos norte o sur y también puede depositarse un poco en el fondo frente a las protecciones construidas.

En caso de presentarse un huracán se pueden esperar los siguientes efectos:

1. Una cantidad considerable de arena será perdida.
2. Los rompeolas no proveerán protección ya que quedarán completamente cubiertos debido a la sobreelevación de marea y oleaje. Se espera que físicamente resistan bien la incidencia del oleaje y tal vez se deterioren o desplacen algunas piezas, después de que pase el huracán se revisarán los daños a la estructura y se evaluará si es necesario reacomodar las piezas movidas o se fabricarán las piezas que hayan sido destruidas.

Las corrientes en la zona de bombeo y zona de descarga presentaron las siguientes características (Tabla 2. 18):

**Tabla 2. 18. Caracterización de corrientes en zonas de interés.**

Punto	Dirección	Velocidad (m/s)	Profundidad del sitio (m)
Zona de bombeo	NE	0.01036	4.50
Zona de descarga	NE	0.00455	1.00

Considerando los valores presentados en la tabla previa, se estimó la velocidad de asentamiento, tiempo de caída y distancia de la pluma de dispersión de sedimentos para la zona de bombeo y zona de descarga, estas se presentan en la Tabla 2. 19, Figura 2. 25 y Figura 2. 26..

**Tabla 2. 19. Velocidad de asentamiento, tiempo de caída y longitud de pluma.**

Punto	Velocidad de asentamiento (s)	Tiempo de caída (s)	Longitud de pluma (m)
Banco Mamitas 3	0.00164	1,034.8033	1.37
Zona de bombeo	0.00164	273.91	2.84
Zona de descarga	0.00164	60.87	0.28

**Figura 2. 25. Pluma de dispersión máxima de sedimentos en la zona de anclaje y bombeo de la draga.**

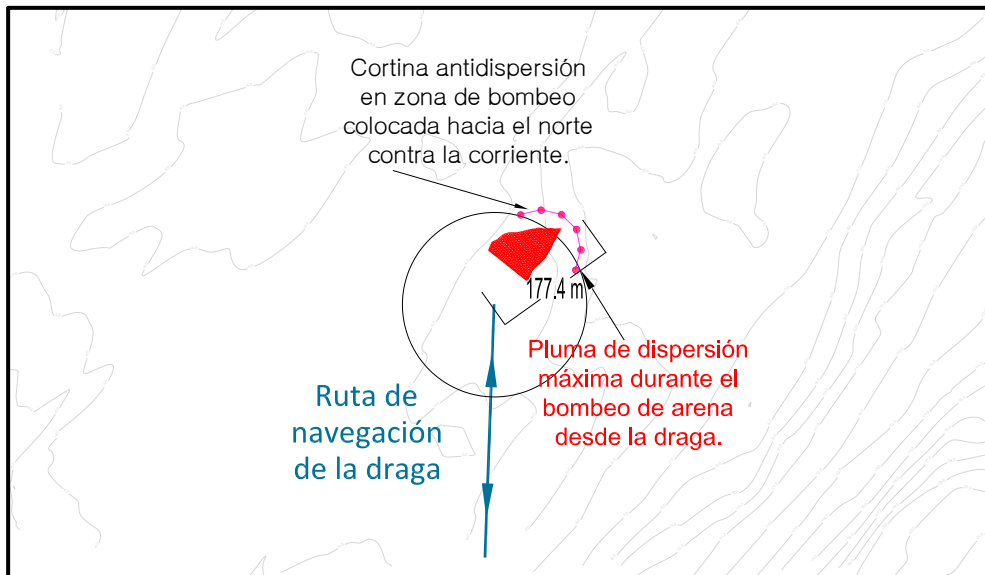
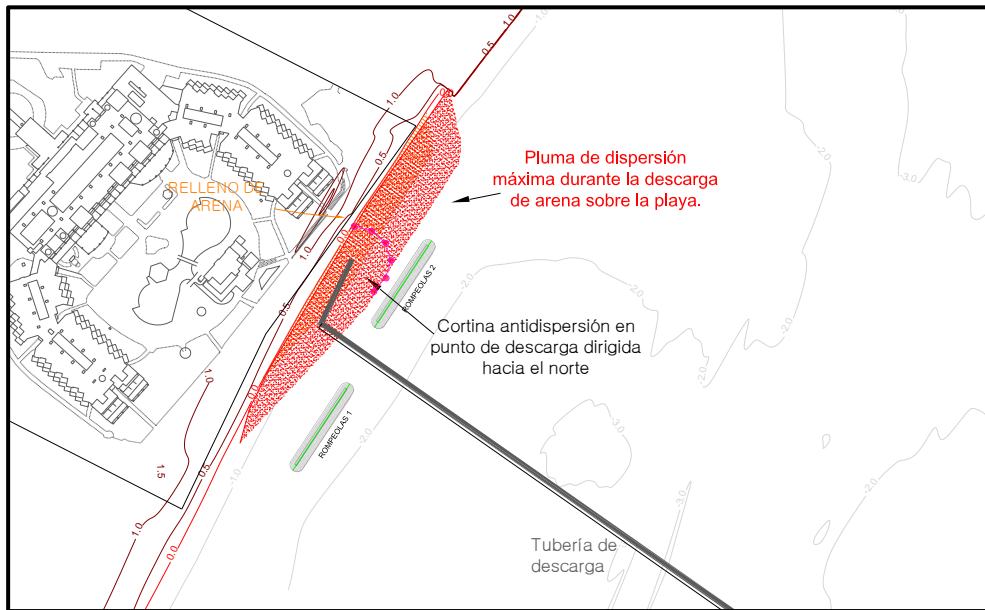


Figura 2. 26. Pluma máxima de dispersión en la salida de la tubería de inyección de arena, la distancia máxima de desplazamiento es de 2 m debido a la profundidad del sitio.



Posterior al relleno de playa y como medida complementaria, se procederá a instalar en la playa recuperada, captadores pasivos de arena (técnica ecológica) y plantación de vegetación dunar nativa, que ayudarán a estabilizar el depósito arenoso, contrarrestar la erosión eólica y promover el depósito y acumulación de arena. La implementación de esta técnica es ampliamente utilizada, principalmente en Europa, y utilizan los procesos naturales para conseguir su función; el viento transporta la arena que se sedimenta detrás de los captadores y la vegetación se va estableciendo hasta conseguir una cobertura que permita alcanzar una situación de equilibrio<sup>1</sup>.

Los captadores de arena serán elaborados de material biodegradable (ramas secas, mimbre, o materiales similares) (Figura 2. 27). Estos serán colocados paralelos unos a otros y orientados perpendicular a los vientos dominantes, para obtener una mayor eficiencia en la acumulación de arena<sup>2</sup>. Esta acción contará con monitoreo continuo para detectar sus necesidades de mantenimiento. Adicionalmente se delimitarán, con rocas u otros ornamentos no contaminantes, caminos peatonales para el acceso y tránsito en la playa, minimizando la alteración de las zonas de actuación.

<sup>1</sup> Gobierno de España. 2007. Manual de Restauración de Dunas Costeras. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Costas.

<sup>2</sup> Martínez, M.L., Moreno-Casasola, P., Espejel, I., Jiménez-Orocio, O., Infante Mata, D. y Rodríguez-Revelo, N. 2014. Diagnóstico de las dunas costeras de México. CONAFOR.

Figura 2. 27. Ejemplo de captadores pasivos de arena.



#### 2.4.4. Áreas de maniobras y almacenaje

El proyecto también contempla habilitar áreas para maniobras (patio de maniobras) y una zona de almacenaje, las cuales se instalarán en el predio del Hotel Secrets, autorizado en materia de impacto ambiental, la superficie a utilizar se identifica sin vegetación (Figura 2. 28).

Figura 2. 28. Áreas destinadas a las actividades de maniobras y almacenamiento dentro del Hotel Secrets.



## **2.5. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO**

En la Tabla 2. 20 se presenta el programa de obra, el cual puede ser consultado a detalle en el Anexo 2.1; en su conjunto para las etapas de preparación y construcción se requieren 17 meses. La etapa de operación se solicita de 90 años.

En la etapa de preparación se contempla llevar a cabo el rescate y reubicación de las especies que se encuentren en el área marina, también se realizará la gestión de permisos y licencias que requieran autorización, preparación de las áreas de maniobras y almacenaje en tierra, el marcaje de los ejes de los rompeolas, el transporte de los elementos prefabricados y el trazo y delimitación de la zona de anclaje, en conjunto tendrán una duración de 12 meses y 2 semanas. Cabe resaltar que, en la zona terrestre no será necesario un rescate de vegetación, ya que las áreas a utilizar como patio de maniobras y zona de almacenaje, son áreas registradas sin vegetación aparente y que se ubican dentro del predio del Hotel Secrets, autorizado en materia de impacto ambiental.

En la etapa de construcción, se contemplan como actividades la construcción de los rompeolas, la extracción y transporte de arena, el relleno de playa y actividades finales (retiro de equipo y limpieza general, en conjunto tendrán una duración de 5 meses.

En la etapa de operación se llevará a cabo el monitoreo de los rompeolas, las condiciones de la playa y ambiental.

Recuperación y Estabilización de Playa en el Desarrollo Secrets

Tabla 2. 20. Programa general de trabajo.

PROGRAMA DE ACTIVIDADES HOTEL SECRETS																	
ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16	MES 17
	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas
<b>PRELIMINARES PATIO DE MANIOBRAS</b>																	
Gestión de permisos y licencias que requieren autorización de la MA.	8 meses																
Preparación de lote o sitio de maniobras trazo de zonas de acopio.											2 sem						
<b>FABRICACIÓN DE CUBOS</b>																	
Preparación de equipo y maquinaria para fabricación y manipulación de cubos											1 sem						
Fabricación de aproximadamente 1,600 elementos de coconcreto L=0.70 m, con una producción estimada de 30 piezas por día.												6 semanas					
<b>PRELIMINARES ACARREO DE ELEMENTOS</b>																	
Preparación de acceso y patio de maniobras en la propiedad; trazo, desmonte y colocación de señales preventivas. Instalación de materiales para cumplir con las medidas de mitigación.													1 sem				
Preparación de playa para conformación de punto de embarque de piezas.													1 sem				
Preparación de equipo y maquinaria para transporte de elementos desde lote de maniobras hasta punto de embarque; grúas, plataformas.													1 sem				
Recorridos en el área de trabajo para buscar organismos susceptibles de rescate, en caso de encontrarse se registrarán en bitácora y serán reubicados en zonas de conservación.													1 sem				
<b>CONSTRUCCIÓN DE ROMPEOLAS</b>																	
Trazo y colocación de boyas para marcaje de las rutas de navegación y zonas de anclaje													1 sem				
Trazo del eje del Rompeolas 1. Colocación de cortinas antidispersión.													1 sem				
Colocación de elementos para conformación del Rompeolas 1													8 sem				
Colocación de boyas de marcaje amarillas con tope de aspa en extremos del Rompeolas 1														1 sem			
Trazo del eje del Rompeolas 2. Colocación de cortinas antidispersión.														1 sem			
Colocación de elementos para conformación del Rompeolas 2														6 Sem			
Colocación de boyas de marcaje amarillas con tope de aspa en extremos del Rompeolas 2															1 sem		
<b>RELLENO DE ARENA</b>																	
Preparación de equipo: tubería flotante y tubería flexible para bombeo de arena. Preparación de cortinas antidispersión en zona de playa y en zona de bombeo.																1 mes	
Dragado de aproximadamente 9 mil m <sup>3</sup> de sedimento para conformación de playa frente al desarrollo																	2 sem
Distribución de arena de playa para conformación de secciones de proyecto																	1 Sem
<b>FINALES</b>																	
Retiro de equipo y limpieza general																	2 sem

Nota 1: La fabricación de los elementos precolados se presenta en el programa general de trabajo unicamente con fines informativos, ya que esta actividad realmente no forma parte de las obras y actividades consideradas en el Proyecto, pues estos serán suministrados directamente por el proveedor.

Nota 2: El Proyecto dará inicio una vez que se hayan finalizado las actividades preliminares que se estima duren aproximadamente 10 meses, las que en caso de extenderse, se solicitará una ampliación de plazo, no obstante lo anterior se dará aviso del inicio de obras y actividades del proyecto.

## 2.6. DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DE DESARROLLO DEL PROYECTO

### 2.6.1. Etapa de preparación del sitio

- **Rescate de biota marina**

En las áreas delimitadas y consideradas para el aprovechamiento del Proyecto en la zona marina (banco de arena y zona de construcción de rompeolas) un equipo de especialistas en manejo de fauna marina realizará la prospección de estas áreas con la finalidad de rescatar especies bentónicas y/o de poca movilidad, con énfasis en las registradas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, para trasladarlos a un área ecológicamente similar y cercana dentro del Sistema Ambiental Regional.

En la zona terrestre no será necesario un rescate de vegetación, ya que las áreas a utilizar como patio de maniobras y zona de almacenaje, son áreas registradas sin vegetación aparente y que se ubican dentro del predio del Hotel Secrets, autorizado en materia de impacto ambiental.

- **Preparativos generales**

Se preparará un área para recibir y almacenar los elementos precolados o elementos prefabricados, esta deberá tener acceso a la costa. Se enviarán al sitio del proyecto; camiones de cama plana de 5 toneladas, una grúa con orugas de 20 toneladas o mayor, equipo utilizado para el transporte y manipulación de los elementos precolados; con respecto al dragado, se preparará un tractor frontal D5 o mayor, una excavadora 320 o similar, mallas antidispersión de sedimentos, las cuales se ocuparán, en la zona de extracción, zona de bombeo y zona de descarga, tubería para el vertimiento de arena, cabos y herramientas. Por mar se llevarán hasta el sitio dos catamaranes para mover los elementos precolados y dos embarcaciones de apoyo de 30 pies de eslora o mayor, equipadas con cojines absorbentes de hidrocarburos combustibles.

- **Preparación del patio de maniobras y punto de embarque en la propiedad**

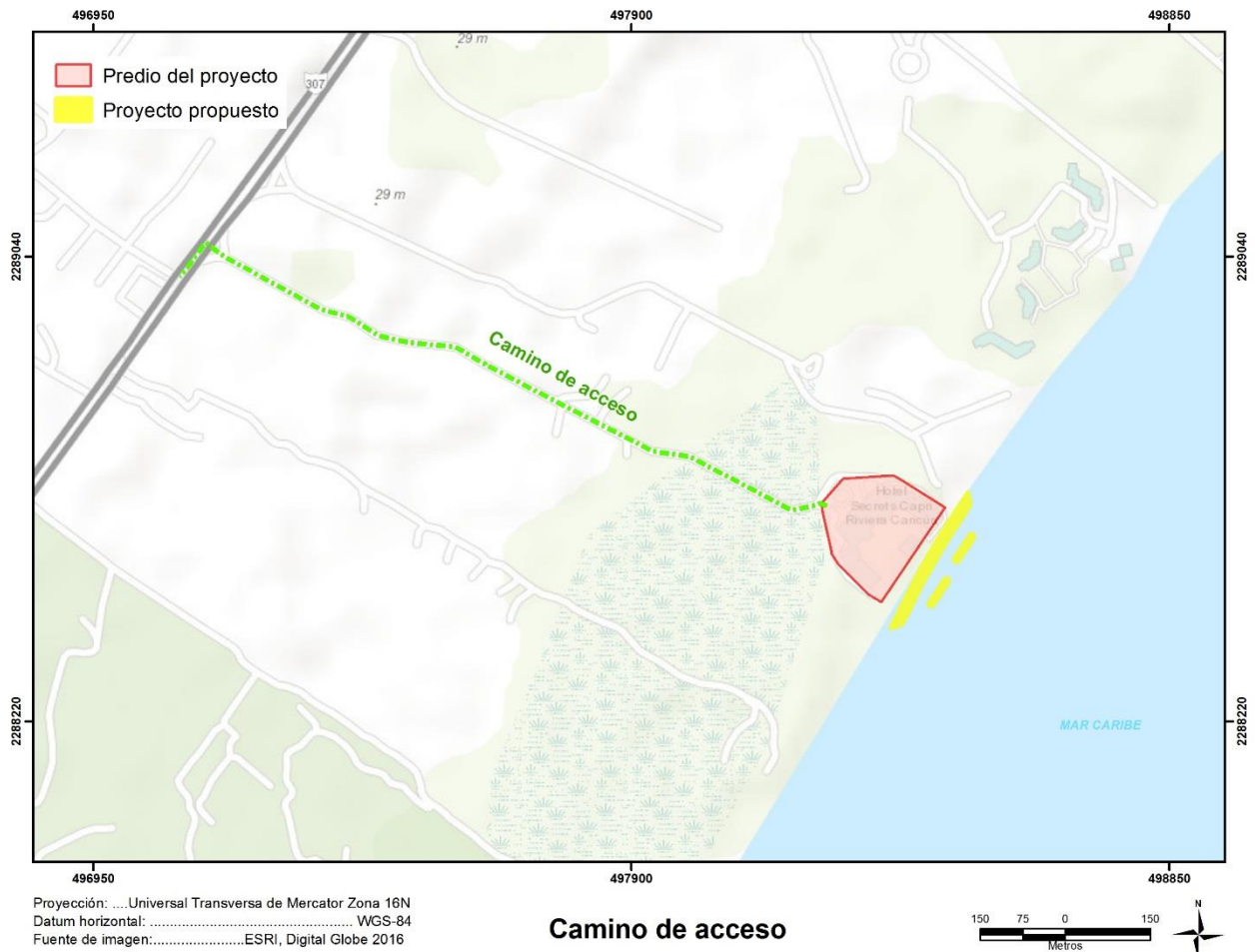
Se han designado dos áreas de maniobras, una del lado sur denominada AM1 de 700 m<sup>2</sup>, y una en el norte denominada AM2 de 500 m<sup>2</sup>. El acceso a AM1 será por el acceso del lado sur del Hotel y el acceso al AM2 será por el acceso norte. Además, se ha designado un área de almacenamiento denominada AA1, de 200 m<sup>2</sup>. La distribución de estas se muestra en la Figura 2. 29 y el camino de acceso al predio en la Figura 2. 30. Como se mencionó antes, los elementos precolados serán entregados en el Hotel, terminados y limpios, para después trasladar las piezas de una por una por ambos frentes de trabajo (norte y sur), con la ayuda de los catamaranes y boyas inflables, el eje de los rompeolas se encuentra en un área cuyo fondo tiene alrededor de 1.0 m a 1.8 m y están cerca de la costa, alrededor de 40 m.



Figura 2. 29. Zona de maniobras y almacenaje al norte y sur dentro de la propiedad.



Figura 2. 30 Camino de acceso a predio del proyecto.



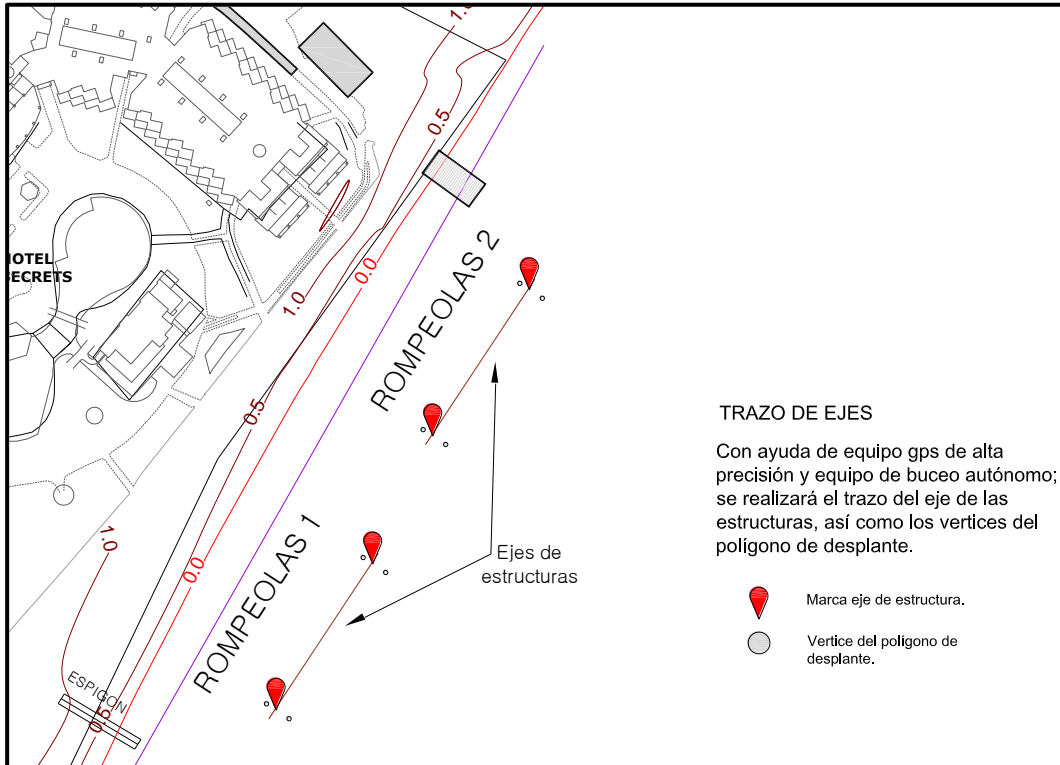
- **Transporte de elementos prefabricados**

Los elementos precolados serán transportados desde el sitio de fabricación (fuera de la propiedad), hasta el AM1 y AM2, mediante camiones de plataforma o camionetas, ya que el camino de acceso es reducido, por lo que los transportes no pueden ser de mayores dimensiones. Es importante mencionar, que cada elemento será lavado previamente con agua para retirar residuos producto de su fabricación, el agua usada puede ser dispuesta en el drenaje.

- **Trazo del eje del rompeolas y vértices**

Usando un GPS de alta precisión y una embarcación se colocarán lastres (muertos) en los vértices de las estructuras y el eje de desplante de los rompeolas. Los lastres se harán con cubos de concreto que pueden ser llevados en una embarcación de bajo calado o que podrían ser colocados previo a la ubicación de los elementos precolados que conformarán los rompeolas. (Figura 2. 31)

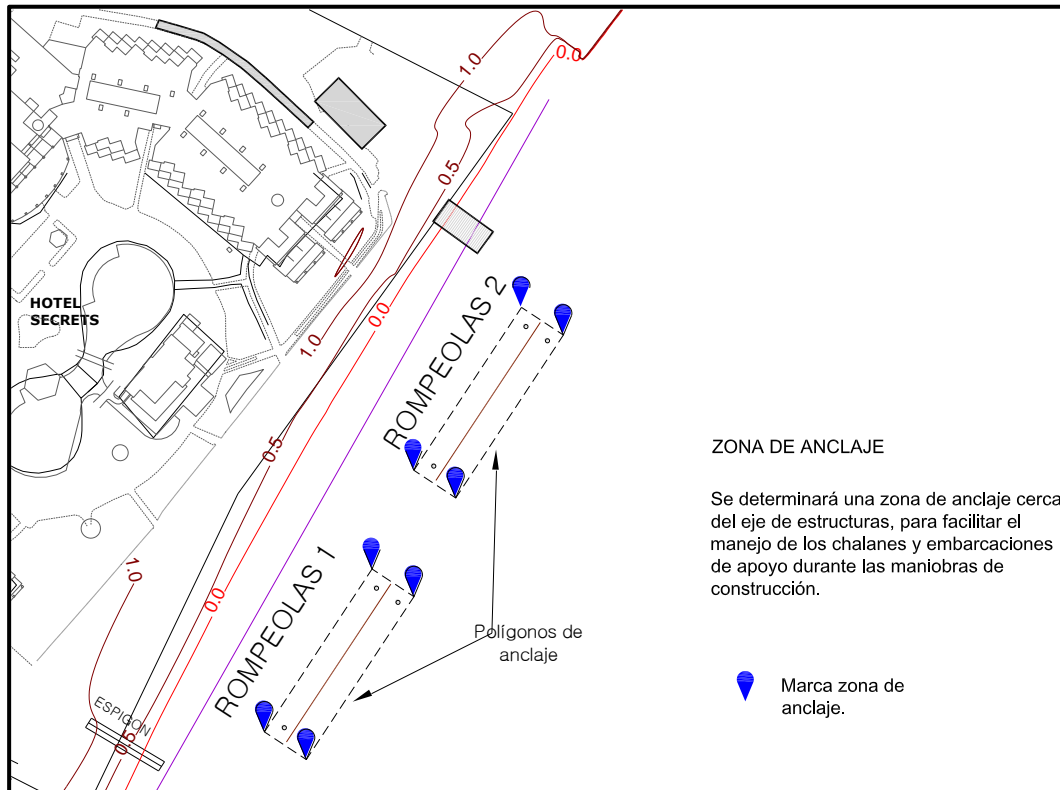
Figura 2. 31. Trazo de rompeolas.



- **Trazo y delimitación de la zona de anclaje**

La zona de anclaje es la zona en donde estarán previamente ubicados los muertos de los cuales será anclado el catamarán. Esta zona es importante que esté delimitada debido a que los lastres utilizados tendrán que ser removidos posterior a los trabajos de construcción de los rompeolas. (Figura 2. 32).

Figura 2. 32 Zona de anclaje y maniobras



### 2.6.2. Etapa de construcción

- **Colocación de cortinas antidispersión**

Se deben colocar las cortinas antidispersión de sedimentos alrededor de los puntos de desplante previo a iniciar la colocación de los elementos precolados para la conformación de las estructuras de protección marina, para evitar que la pluma de dispersión con sedimentos finos pueda causar afectación tanto a los pastizales cercanos, esta se debe fijar en forma de media luna dirigida contra la corriente para contener los sedimentos en suspensión.

- **Construcción de los rompeolas 1 y 2**

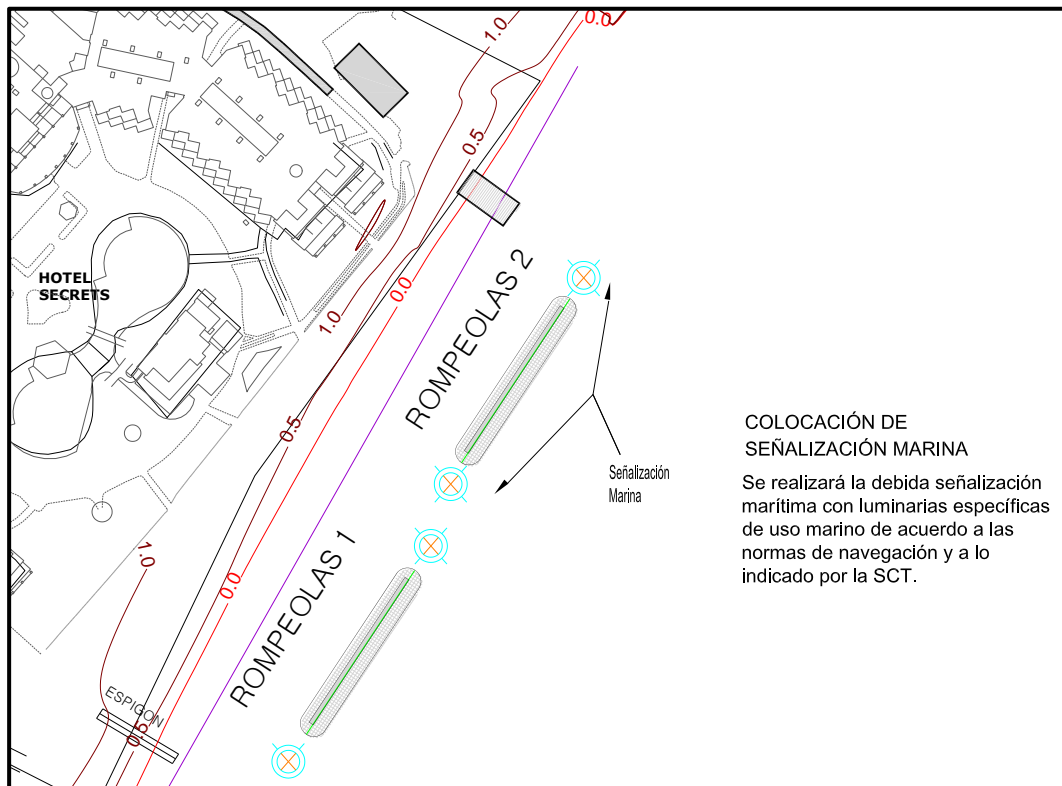
Una vez señalizados los puntos, tanto del eje de desplante, como el polígono de anclaje; se iniciará con la colocación de los elementos precolados para conformación de las estructuras de protección marina. Se cargará el catamarán o embarcación con polipastos, desde el punto cercano a la playa y trasladará cada pieza uno por uno hasta el eje. Debidamente anclado, comenzará a depositarlos en su punto final. Debido a la profundidad de desplante, este sistema es relativamente sencillo, ya que permite observar que cada bloque quede en su sitio correctamente.

Estas operaciones se repetirán una y otra vez hasta que los rompeolas 1 y 2 alcancen los 50 m de longitud especificados en el diseño y tengan una boca entre coronas de las estructuras de 40 m y que la altura máxima de corona se encuentre a nivel medio del mar. Los elementos precolados permanecerán en su sitio por su propio peso y serán acomodados de manera que la forma piramidal provea de estabilidad a los taludes. Al terminar los rompeolas en su totalidad se habrán colocado elementos precolados, que sumarán un volumen aproximado de 800 m<sup>3</sup>.

- **Señalización Marina**

Una vez construidas las estructuras de protección marina y siguiendo la normatividad de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, se deberá ubicar señalización al inicio y al final de cada protección de manera que se puedan evitar accidentes con las embarcaciones locales principalmente porque las estructuras se encuentran a nivel medio del mar. (Figura 2. 33)

Figura 2. 33 Ubicación de las señales marítimas.



- **Extracción y transporte de arena con draga**

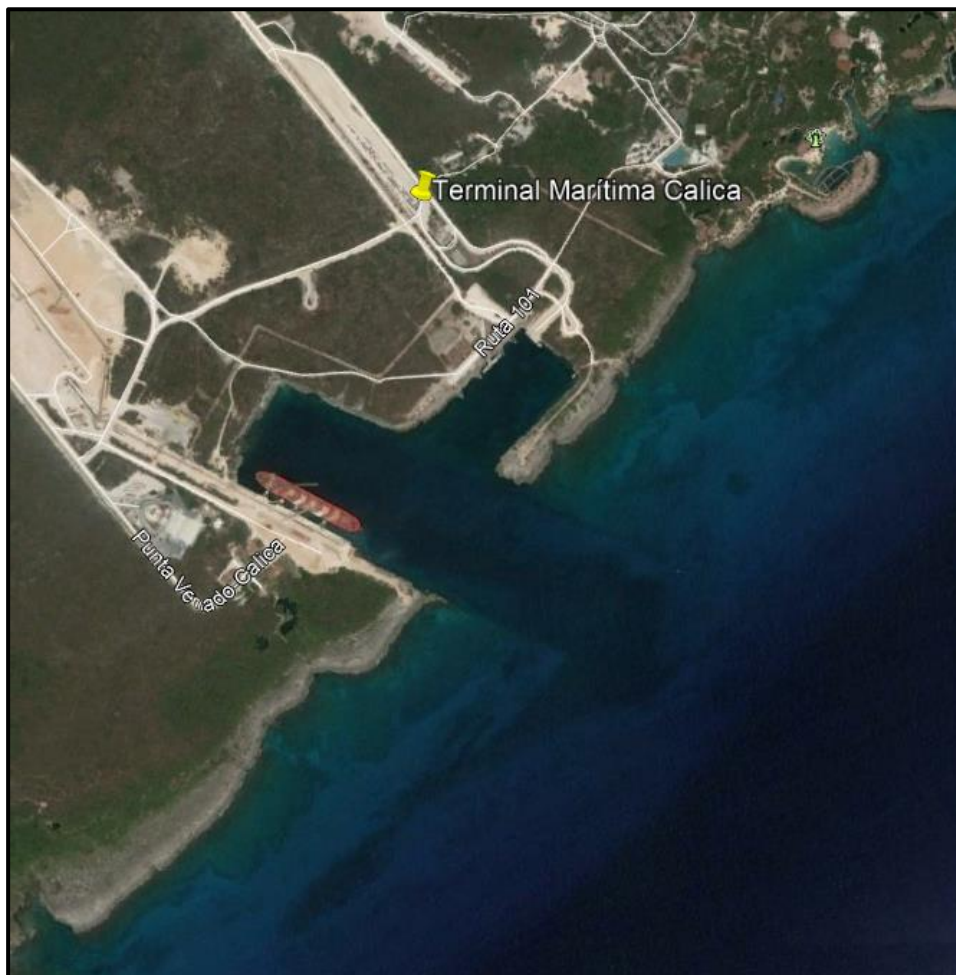
Una vez terminados los rompeolas, se iniciará con el proceso de vertido de arena para recuperar la playa erosionada, para lo cual además del equipo descrito previamente se trasladará navegando por mar una draga de tolva hasta el frente de la propiedad.

El relleno de arena en la playa frente al pedio del Hotel Secrets, será hecho con arena proveniente del banco marino denominado Mamitas 3, ubicado a aproximadamente 8 km al sur del predio, frente a las costas de Playa del Carmen.

Se pretende extraer del banco, la cantidad de aproximada de 9,000 m<sup>3</sup>, para posteriormente transportarlos a un punto cercano frente al desarrollo y descargarlos a lo largo de la costa usando una draga de tolva; además del equipo mencionado anteriormente; a continuación, se describen los pasos a seguir para llevar a cabo estos objetivos.

**Selección de draga:** Al tratarse de una zona que varía entre 10 a 15 m de profundidad, se buscará una draga con un calado menor a esto. Asimismo, las condiciones en que se trabajará son las de un mar semiprotectado por la Isla de Cozumel y en general las condiciones de oleaje y viento se pueden considerar favorables. Sin embargo se pueden presentar condiciones de oleaje alto cuando se presenta viento fuerte del sur-sureste o un frente frío (viento del Noroeste), estas condiciones de oleaje fuerte pueden desarrollarse súbitamente, por lo que se requiere una embarcación adecuada para mar con condiciones de oleaje medio-alto y por supuesto se requiere considerar los lugares en donde esta puede ser resguardada (Figura 2. 34) en caso de que se espere tener alguna tormenta estacional o extraordinaria y mantener vigilados los diferentes sistemas de monitoreo que presentan pronósticos de viento y oleaje.

**Figura 2. 34 Terminal marítima Calica a 11 km al sur del banco de arena para el dragado. Posible sitio de resguardo de la draga.**



Debido a que el área de depósito de la arena se encuentra alrededor de 8 km del banco donde será extraída, se requiere de una draga con tolva, ya que este tipo de draga extrae un volumen importante de arena y la almacena en su tolva o depósito, y después es capaz de autopropulsarse para navegar hacia un punto más cercano al área de depósito final donde por medio de una bomba arroja la arena almacenada hacia la costa directamente o si esta se encuentra a una distancia considerable.

Por lo anterior, se ha elegido una draga compacta, para uso en mar, con tolva y brazo de dragado como la llamada Adelaar de la empresa *Dutch Dredging*<sup>3</sup>, las características de esta draga se muestran a continuación (Tabla 2. 21) y representan el tipo de equipo a utilizarse, por lo que se podrá emplear esta u otra draga con características similares.

**Tabla 2. 21 Características de la draga Adelaar.**

Draga Adelaar	Características
Capacidad de la tolva	604 m <sup>3</sup>
Longitud total	60 m
Manga	8 m
Calado (Draga cargada)	2.80 m
Máxima profundidad de dragado	25 m
Diámetro del tubo de succión	500 mm
Potencia de la bomba de succión	315 KW (427.9CV)
Potencia de propulsión	515 KW (700CV)
Bowthruster	150 KW
Velocidad	7Kn (12.90km/hr)

Alternativamente a la draga mencionada, se tienen los datos de otra draga más grande que también puede realizar este trabajo, esta draga de nombre Albatros tiene las siguientes especificaciones (Tabla 2. 22).

**Tabla 2. 22 Características de la draga Albatros.**

Draga Albatros	Características
Capacidad de la tolva	604 m <sup>3</sup>
Longitud total	75m
Manga	13.40m
Calado (Draga cargada)	3.48-3.80 m
Máxima profundidad de dragado	30 m
Diámetro del tubo de succión	600 mm
Potencia de la bomba de succión	700 KW
Potencia de propulsión	2x700 KW
Bowthruster	260 KW
Velocidad	10Kn

<sup>3</sup> <https://www.dutchdredging.nl/en/ship/adelaar-trailing-suction-hopper-dredger/>

Esta draga ha realizado trabajos de la misma índole en costas de Quintana Roo.

**Arribo y manejo de la draga.** La draga llegará a la zona de trabajo navegando por si misma ya que es una draga autopropulsada, se tiene previsto que cargue diésel y reciba cualquier clase de servicio necesario en el puerto de Puerto Morelos o Calica.

La tubería que se usará para hacer llegar la arena desde la draga a la playa durante la operación de bombeo, se llevará hasta la costa por medio de vehículos pesados tipo tráiler con cama baja o plataforma, los cuales pueden circular por carretera, en la playa se armará la tubería uniendo los segmentos de tubo con la ayuda de maquinaria pesada. Los segmentos unidos serán introducidos al agua para ser remolcados por las embarcaciones de apoyo. Se tendrán 2 embarcaciones que ayudarán en todas las operaciones relacionadas con la tubería como colocarle flotadores, sujetarla al fondo con anclas, moverla de sitio según sea necesario, colocar mallas antidispersión de sedimentos donde se requiera según la operación que se vaya a realizar.

Para la colocación de las mallas antidispersión, se tomarán en cuenta las prospecciones de los radios de dispersión de arena.

Por otro lado, la tubería utilizada tendrá las siguientes características:

- Tubería de acero al alto carbón, o polipropileno de alta densidad.
- Diámetro de 15 a 44 pulgadas.
- Bridas de conexión en extremos o preparaciones para soldadura.
- Conexión de bridas con tornillería de acero inoxidable (en caso de optar por tubería bridada).
- Tramos de 6 y 12 m.
- Longitud máxima de 600 m.

Las embarcaciones de apoyo también estarán preparadas para que en caso de que se presente un derrame de hidrocarburos, coloquen en poco tiempo equipo anti- derrames que ayudarán a contener y recuperar los hidrocarburos. Estas serán propulsadas con motores a gasolina o diésel, de tamaños chicos y medianos, estas embarcaciones tendrán entre 10-15m de eslora; las cargas de combustible y servicios mecánicos necesarios de dichas embarcaciones se harán fuera del área de trabajo en una marina o Puerto de resguardo.

**Colocación de cortinas antidispersión.** Se deben colocar las cortinas antidispersión, tanto en la orilla de la playa, como alrededor del punto de bombeo de la draga. La intención es evitar que la pluma de dispersión con sedimentos finos pueda causar afectación tanto a los predios aledaños, como a arrecifes cercanos, esta se debe fijar en forma de media luna dirigida contra la corriente para contener los sedimentos en suspensión. (Figura 2. 35 y Figura 2. 36).



Figura 2. 35 Cortina antidispersión de sedimentos con lastre y flotador.

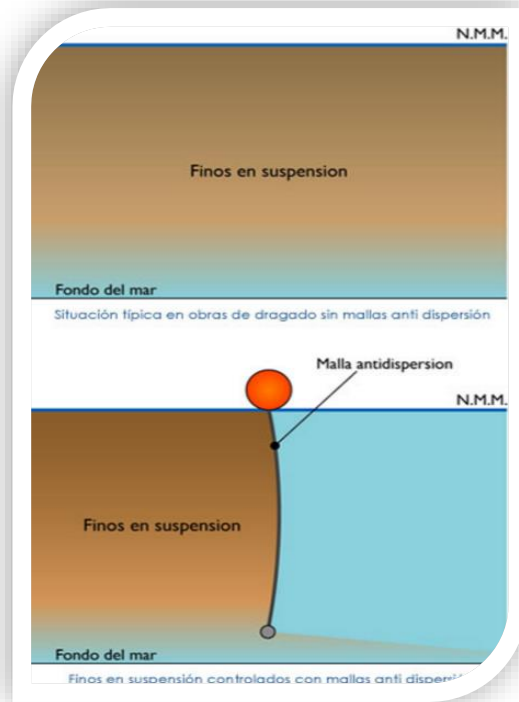


Figura 2. 36 Cortinas antidispersión de sedimentos.



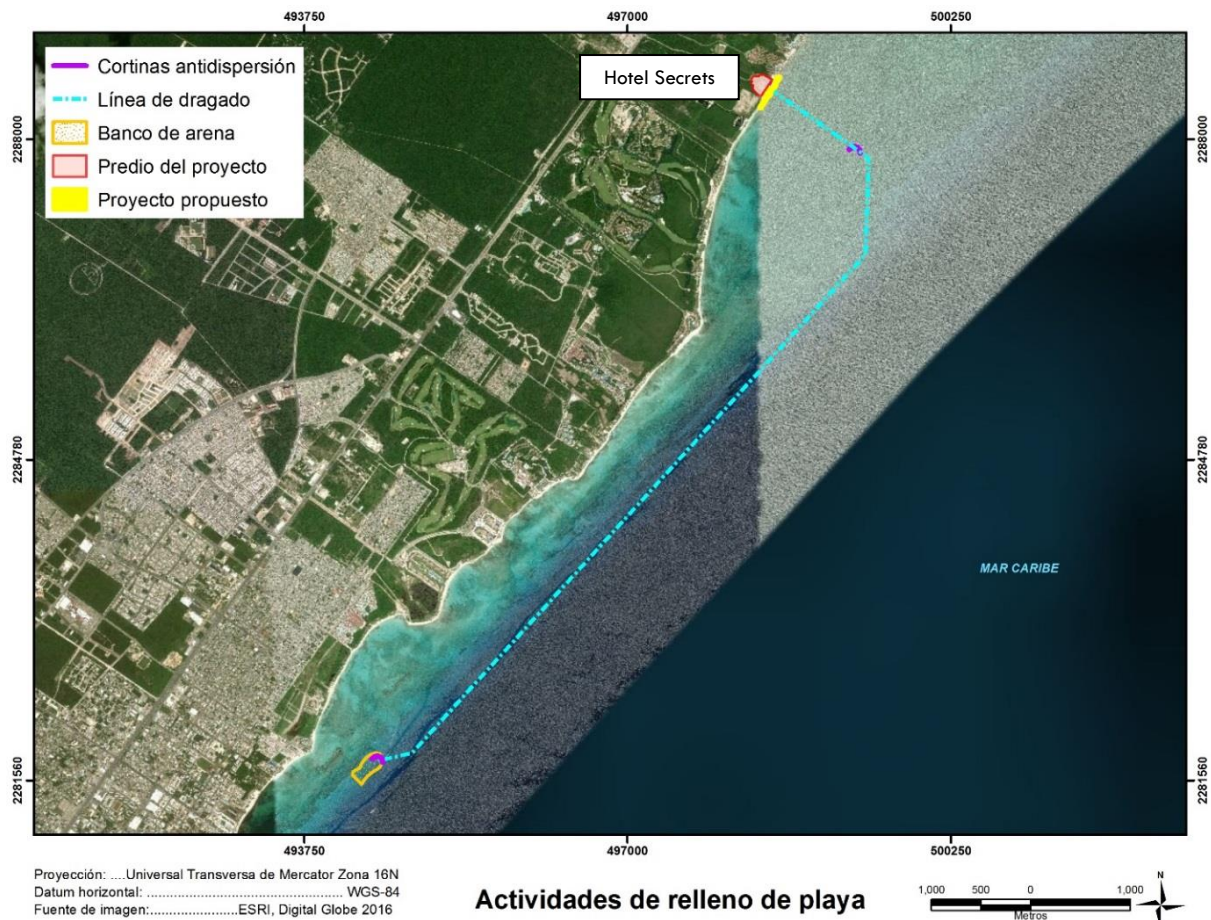
**Extracción de arena.** La draga se posicionará sobre el banco de arena, se desplegará el tubo de succión sobre el fondo y se encenderá la bomba de succión para iniciar la extracción. La draga continuará navegando sobre el banco lentamente mientras draga el material en una mezcla con agua a una razón aproximada de 15% de arena por 85% de agua, esta operación tomará aproximadamente 45 minutos o hasta llenar la tolva de material. Durante esta maniobra de dragado, se generará turbidez en el agua debido a la presencia de sedimentos en suspensión los cuales al moverse con la corriente serán detenidos por la malla que se ha colocado previamente.

La mezcla de agua y arena entrará en la tolva, donde será contenida hasta su posterior rebombeo en la zona de vertimiento. Durante la maniobra de dragado son bajas las probabilidades de que ocurra un derrame de arena ya que el tubo de succión es rígido y no existe ninguna tubería flexible o vulnerable, sin embargo, también se debe utilizar una cortina anti dispersión en la zona de extracción.

**Llenado de la tolva y repliegue.** Una vez que se ha llenado la tolva se apagará la bomba de succión y se repliegará el tubo de succión.

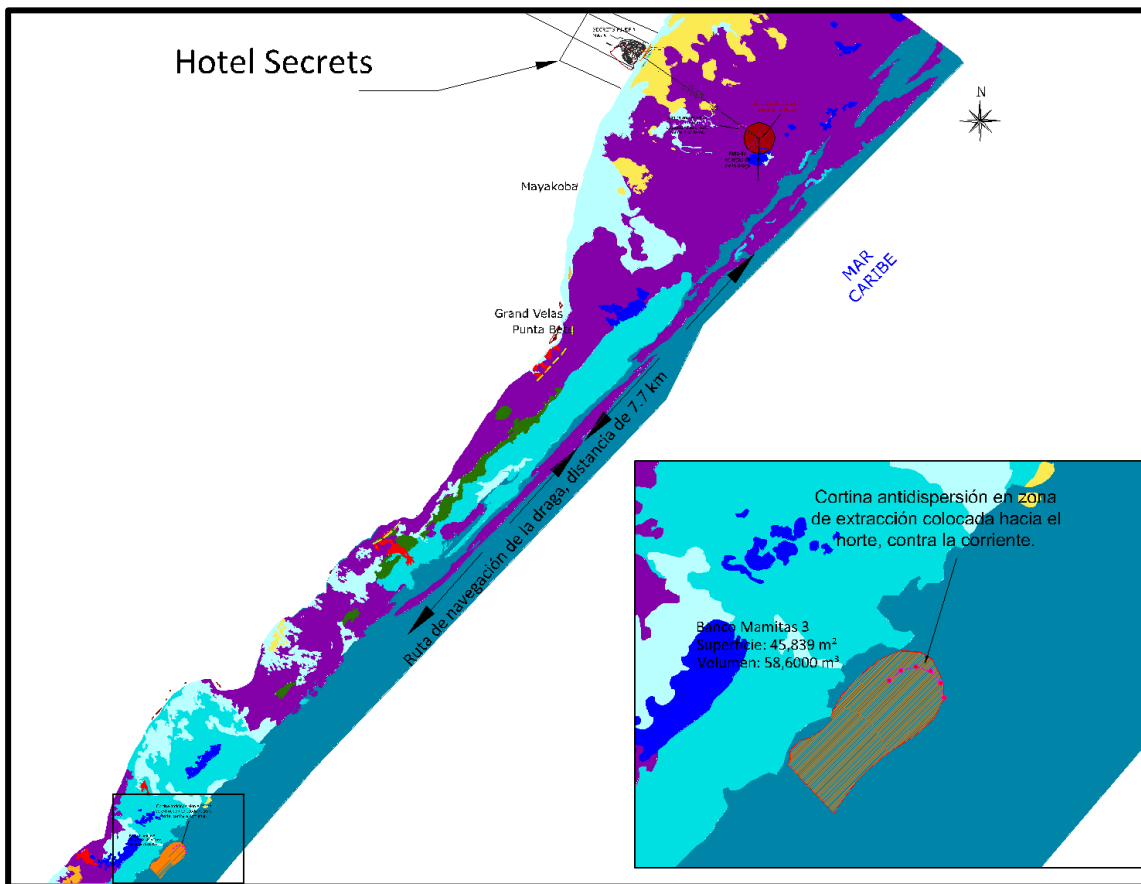
**Transporte.** La draga iniciará los movimientos para navegar hacia el sur sobre la ruta de navegación previamente indicada. Las maniobras de navegación deben tomar alrededor de 40 min, teniendo en cuenta que la distancia es de aproximadamente 8 km (Figura 2. 37).

Figura 2. 37 Localización del banco de arena y la ruta de navegación hacia el frente de playa del Hotel Secrets.

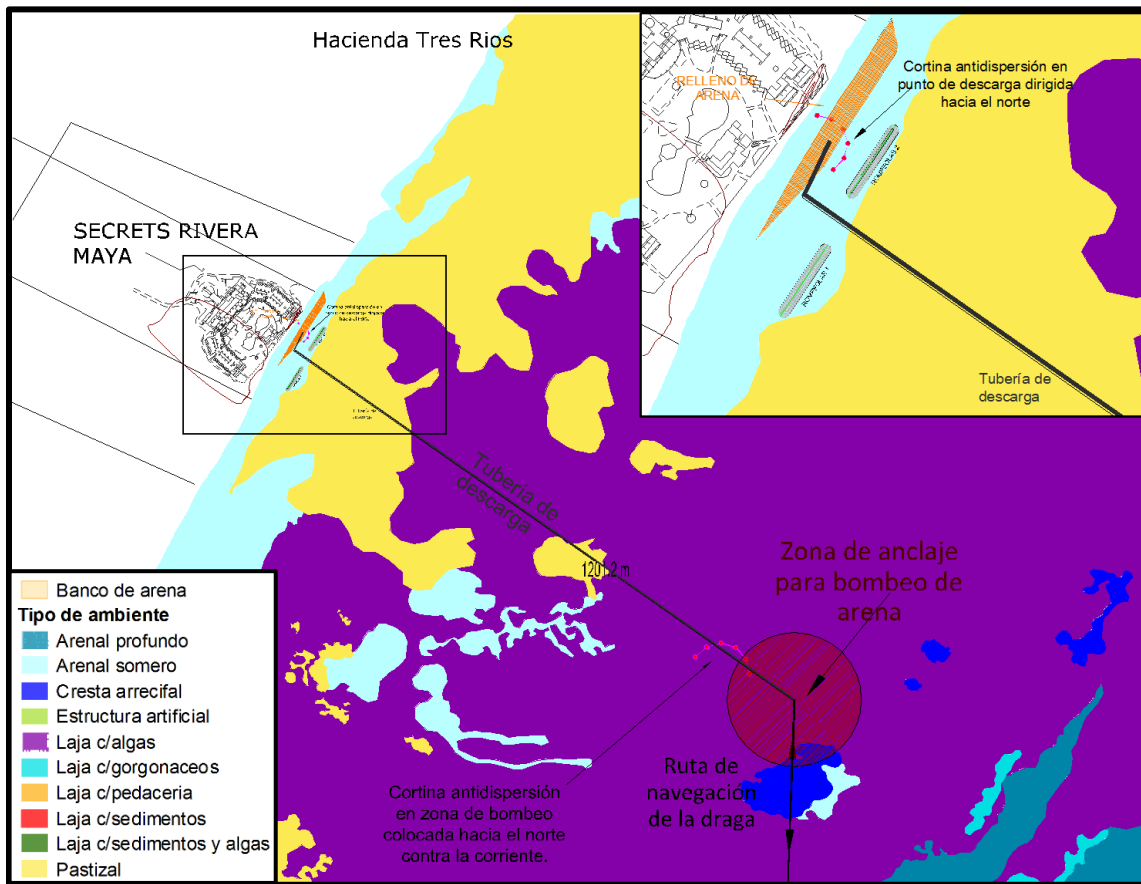


**Acople y vertimiento de arena.** Al llegar al área de maniobras, la draga se fondeará para afirmarse al fondo marino y se realizarán maniobras de acople que consisten en unir la salida del tubo de bombeo de la draga con la tubería flotante. Una vez conectados los tubos, se succionará la mezcla de arena y agua que se encuentra en la tolva para ser enviada por tubería de descarga de material hasta la costa. En las figuras a continuación (Figura 2. 38 y Figura 2. 39), se muestran la ruta de navegación y la zona de anclaje de la draga para bombeo de arena, montadas sobre los tipos de ambientes marinos.

**Figura 2. 38** Se muestra el banco de extracción Mamitas 3 y la ruta de navegación de la draga, montados sobre los tipos de ambientes marinos.



**Figura 2. 39 Zona de anclaje (círculo rojo) desde donde se posicionará la draga para el bombeo de arena, montada sobre los tipos de ambientes marinos.**



La conexión se realizará por la proa de la embarcación de dragado, donde se sujeta el conector de la tubería flotante. Una vez sujetado se jalará hacia arriba hasta acoplar con el tubo de expulsión, se asegurará la conexión y se apretarán las bridas, para poder dar inicio al bombeo para el vertimiento de arena.

Una vez asegurada la conexión se hará contacto con el personal de tierra para asegurarse que las conexiones están seguras y la salida de la tubería está lista y libre para arrojar la mezcla de agua y arena. Una vez asegurada la tubería, se enciende el motor de la bomba y se inicia el vertimiento de la arena en la playa, en esta etapa el área de acoplamiento y bombeo no generará turbidez ni derrame de sedimentos exceptuando por pequeñas cantidades cuyo cálculo es despreciable, ya que se trata solo de pequeñas cantidades de arena pegadas a la tubería de salida que caerán al agua al conectarse con la tubería de transporte.

En esta operación se colocará malla geotextil alrededor del área de acople y maniobras básicamente entre la draga y la dirección de la corriente, para evitar que en caso de existir una fuga de sedimentos importante por ruptura de una manguera o falla de un acoplamiento estos sean contenidos y caigan al fondo marino. En la playa por otra parte, la mezcla saldrá con mucha velocidad y generará turbulencia y turbidez, la descarga durará aproximadamente 45 minutos, en donde el agua regresará al mar dejando a su paso sedimentos que se acumularán poco a poco para ir formando montículos de dimensiones considerables de arena. También se colocará malla geotextil cerca de la costa formando una media luna para contener los sedimentos y evitar que se desplacen hacia afuera, dichas mallas tendrán una dimensión de 20 m de largo cada una y se extenderán hacia el fondo.

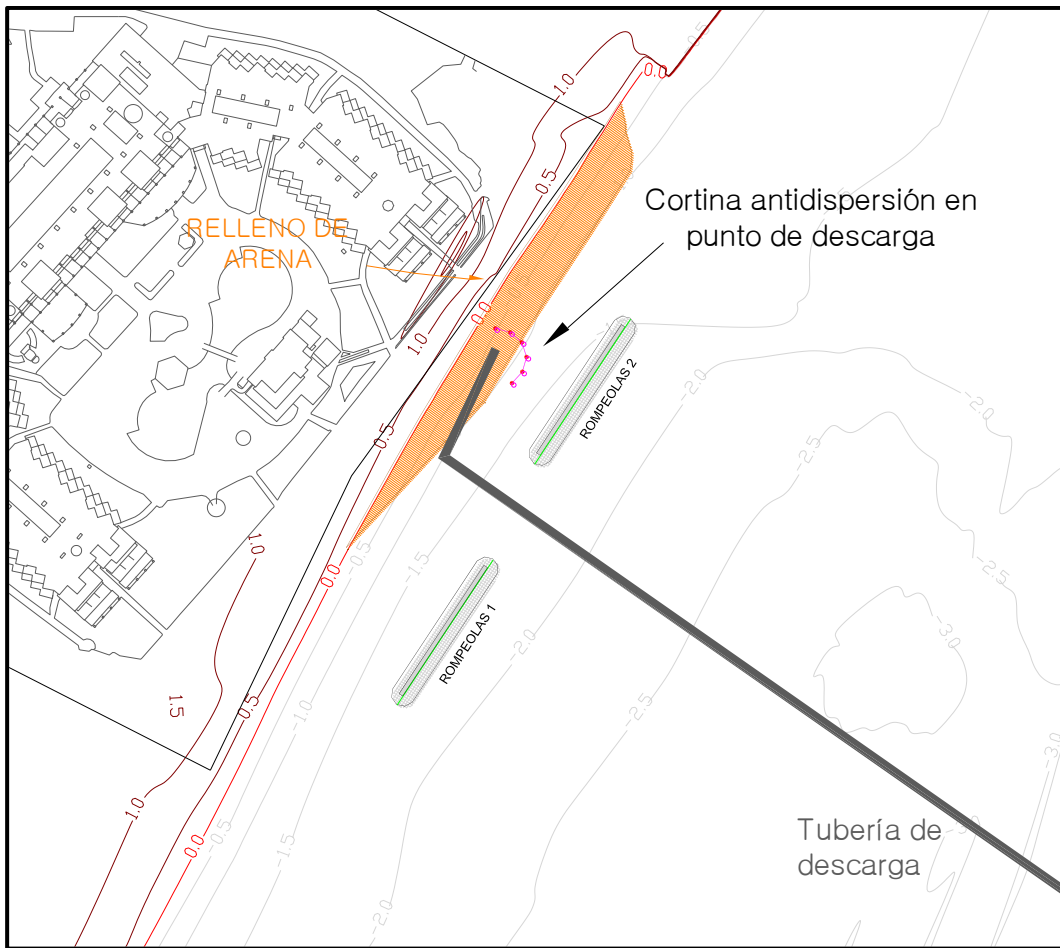
Tabla 2. 23. Tiempos estimados para el dragado.

Ciclos	Tiempo por ciclo (hr)	Días efectivos para el dragado completo	Tiempo requerido para realizar la maniobra
15	3	2	11

Si por alguna causa una tubería o conexión fallara y hubiera un derrame de arena, la acción a tomar es detener la bomba inmediatamente, retirar la pieza que presentó la falla si es posible en el sitio, reconectar la nueva parte y reiniciar el bombeo, ya que se tienen mallas geotextiles alrededor de la draga y cerca de la costa, un derrame momentáneo no es considerado un problema mayor. La tubería de polipropileno por la que viajará la mezcla agua-arena hasta la playa es rígida después del punto de conexión y no tiene puntos débiles susceptibles a ruptura por lo que no se colocará malla geotextil alrededor de esta.

La arena vertida en la playa se dirigirá a la parte media del desarrollo, la tubería se colocará de forma paralela a la línea de costa apuntando hacia el noroeste de manera que al verter la arena ésta se acumulará sobre la playa actual y hacia el mar, esto ensanchará la playa aproximadamente 15 m y dará espacio para mover la maquinaria y desplazar la arena hacia el suroeste y hacia el noreste sin mover la tubería (Figura 2. 40).

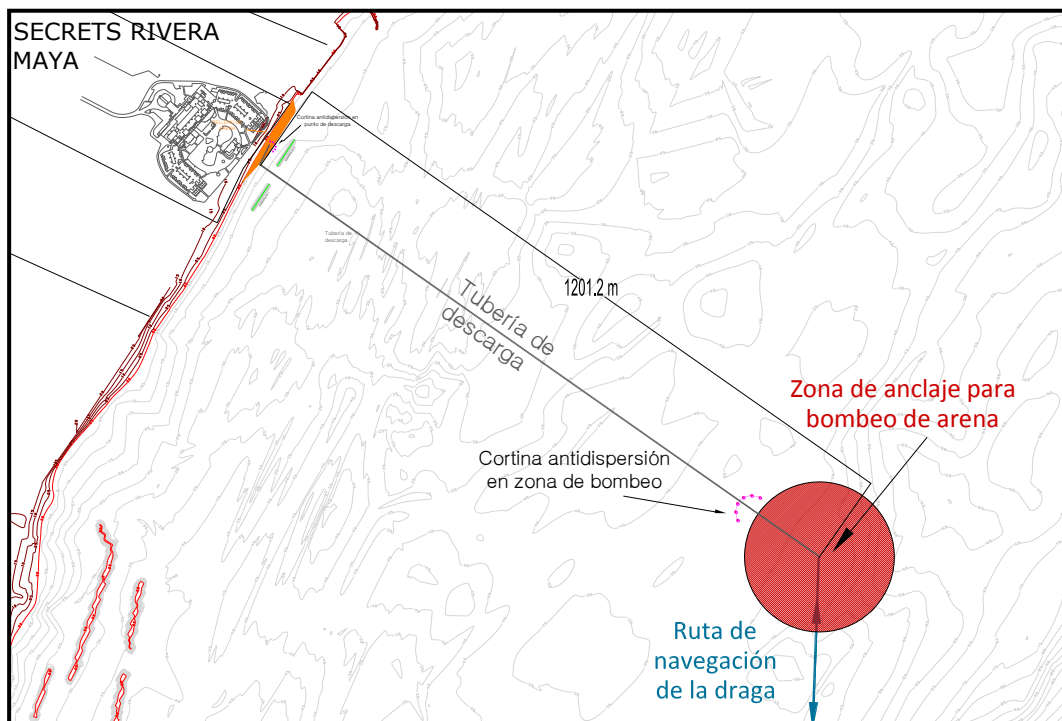
**Figura 2. 40** La salida de la tubería de descarga de arena proveniente de la draga se colocará de forma paralela a la línea de costa para verter arena, ensanchar la playa y progresivamente mover arena hacia el Suroeste y Noreste para ensanchar la playa a todo lo largo.



Se tendrá precaución para no verter demasiada arena en un solo punto sin antes extenderla con maquinaria pesada o distribuirla con tubería de acople rápido. Si hay sobreacumulación, se indicará que se detenga el bombeo hasta que la arena acumulada sea conformada.

A continuación, se puede ver el área de anclaje y maniobras, montado sobre la batimetría frente al desarrollo Figura 2. 41.

Figura 2. 41 Zona de anclaje frente al desarrollo a una distancia de aproximadamente 1200 m.



**Desacoplamiento y navegación.** Una vez que la tolva esté totalmente vacía se desacoplará la descarga de la bomba de la tubería y la embarcación se desanclará para navegar de regreso a la zona de extracción de arena por la misma ruta designada.

Estos pasos se repetirán varias veces hasta terminar todas las partes que conforman el proyecto y se obtenga el ancho de playa seca de 15 m en promedio. Cabe resaltar que esta zona se trata de una costa dinámica donde habrá movimientos de arena a lo largo de la misma con acumulaciones en ciertos puntos por el movimiento generado por oleaje del sureste (Surada) y oleaje del norte (Norte o Frente Frío).

De acuerdo a los tiempos descritos (Tabla 2. 24), toda la operación para cargar y descargar una tolva completa tomará 130 minutos más 40 minutos más para el acoplamiento, desacoplamiento y maniobras, lo que da un total de 170 minutos, aproximadamente 2 hrs y 50 min.

Tabla 2. 24 Tiempos durante las maniobras de dragado.

Actividad	Tiempo (min)
Traslado de ida	25
Carga	40
Traslado de regreso	25
Acople	20
Descarga	40
Desacople	20
Total	170
<b>2:50 hrs</b>	

Los trabajos se deberán realizar sólo en condiciones ideales en que el mar este en calma (oleaje máximo de 1.5 ft o 45 cm) y viento máximo de 7 nudos (12.9 km/hr). La recuperación de la playa se debe realizar idealmente entre los meses de marzo y julio, durante estos meses, se evita la temporada de huracanes, la de Nortes y las Suradas son poco probables, por lo que es la temporada ideal.

- **Limpieza General**

Una vez concluidas las obras se realizarán los trabajos de limpieza general en donde se deberán retirar todas las cortinas antidispersión de sedimentos de las zonas de bombeo y se asegurará que ninguna sufrió un desgarró o rompimiento para evitar residuos plásticos en el fondo del mar. De igual manera se deberá retirar todos los anclajes y boyas en la zona. Así mismo retirará la maquinaria pesada revisando que no hubiere fugas de hidrocarburos, en caso de ser así, se removerá por completo la zona arenosa afectada y a los residuos peligrosos generados se les dará disposición final de acuerdo al Programa de Manejo Integral de Residuos establecido para el Proyecto (Capítulo 6).

- **Procedimientos de seguridad**

Para llevar a cabo los trabajos descritos anteriormente se observarán las siguientes prácticas:

1. Los trabajos de colocación elementos precolados, solo se realizarán con oleaje menor a 0.3m, si se realizan entre junio y octubre se deberá monitorear los pronósticos de tormentas y huracanes y si se trabaja entre octubre y marzo se deberá revisar los avisos de entrada de frentes fríos, cuando exista un aviso de entrada de frente frío o tormenta se detendrán los trabajos 24 horas antes del día de entrada de dicho temporal, para lo cual se obedecerán los boletines meteorológicos emitidos por la Capitanía de Puerto local.
2. En caso de pronosticarse oleaje fuerte del sureste, cerrarse el puerto a la navegación o de la amenaza de una tormenta extraordinaria, las embarcaciones de apoyo serán llevadas a Playa del Carmen, Puerto Morelos, Cozumel u otro puerto de abrigo para resguardarse, y permanecerán ahí hasta que las condiciones mejoren.
3. Cualquier servicio o reparación a los motores de las embarcaciones se realizará por el contratista fuera del área de construcción de rompeolas, estas operaciones de mantenimiento se llevarán a cabo en alguna marina de Playa del Carmen o Cozumel.



4. Si por alguna razón existiera un derrame ligero de hidrocarburos el procedimiento a seguir será: 1) interrumpir las operaciones, 2) colocar en la zona donde se encuentre el fluido derramado los flotadores absorbentes que se tendrán a bordo de las embarcaciones y en la costa listos para ser usados, y 3) en caso de ser posible y no causar derrames adicionales, navegar de manera inmediata hacia el puerto más cercano para revisión y reparación de la fuga. Los flotadores absorbentes de hidrocarburos son cordones de 8 plg por 10 pies que pueden ser unidos con una conexión de acero inoxidable para hacerlos tan largos como sea necesario, se empaquetan 4 cordones por bolsa y cada cordón tiene una capacidad de absorción de 48 galones, son distribuidos por CHEMPTEX, entre otras compañías, el peso por bolsa es de 42 lb (18.9 kg) y pueden usarse para responder a derramamientos de prácticamente cualquier líquido sea ácido o básico, ya que se pueden desplegar y recuperar rápidamente. Estos flotadores absorbentes permanecen en la superficie formando un cerco alrededor de la zona de derrame para evitar que la mancha crezca, una vez que la fuente de la fuga ha cesado y que el cordón se ha cerrado, este se puede empezar a acotar para disminuir su área, provocando que el flotador absorbente absorba el hidrocarburo, cuando se sature el flotador habrá que reemplazarlo por uno nuevo hasta que todo el material quede en los flotadores y la superficie del agua limpia. Los flotadores contaminados se mantendrán a bordo de la embarcación para ser dispuestos en un sitio autorizado<sup>4</sup>.
5. Las tuberías flexibles de polipropileno, las mangueras, uniones y conexiones usadas durante la extracción y bombeo hacia la costa de la arena, son de uso rudo y fueron diseñadas para el manejo de este tipo de mezclas abrasivas de agua y arena a presión, también su diseño robusto es adecuado para absorber la fuerza dinámica de los movimientos debidos al oleaje, sin embargo, si llegará a aparecer una grieta en alguna manguera o tubo por el exceso de presión en el interior, el derrame que se genere se visualizará de inmediato y se procederá a: 1) detener la bomba, 2) cambiar la manguera o tubo en el sitio y 3) reanudar el bombeo.
6. Ya que se tienen las mallas antidispersión armadas y en su lugar para evitar que los sedimentos viajen descontrolados, no será necesaria ninguna otra acción, los sedimentos serán contenidos y caerán al fondo por gravedad, la arena en sí no es ningún elemento exótico ni representa un riesgo para el ecosistema.
7. Se verificará, antes de iniciar las actividades que las mallas geotextiles estén completas y en óptimas condiciones, con lastres a cada 20 m para mantenerlas extendidas desde la superficie hasta el fondo. Deben tener boyas flotantes en la superficie amarradas a la malla geotextil a cada 20 m coincidiendo con los lastres para que se tensen adecuadamente. Se unirán varias mallas suturando una con otra, dependiendo de las medidas que se consigan en el mercado para obtener una malla de las dimensiones requeridas.

---

<sup>4</sup> <http://www.chemtexinc.com/hazmat-pads-rolls/hazmat-absorbents-b8-h.html>

### 2.6.3. Etapa de operación y mantenimiento

Una vez realizadas las obras (rompeolas, extracción de arena y relleno de playa), se requerirá de un monitoreo periódico para asegurar la funcionalidad y permanencia a largo plazo de la estructura marina de protección, las condiciones de la playa y del ambiente marino, es por ello que se solicita una temporalidad de la operación de 90 años. Dichos monitoreos podrán contemplar de manera enunciativa más no limitativa algunos de los siguientes conceptos:

- Análisis del comportamiento de la línea de costa por medio de imágenes satelitales.
- Adición de elementos precolados al rompeolas en caso de que se considere que la protección no está siendo la necesaria. Lo anterior respetando la normatividad oficial aplicable y obteniendo las autorizaciones pertinentes.
- Monitoreo directo del estado de las señalizaciones y en su caso sustitución.
- Monitoreo de biota marina.

### 2.6.4. Etapa de abandono

La vida útil del Proyecto se estima de 90 años, por lo que al llegar el momento del desmantelamiento del proyecto se seguirá la normatividad oficial aplicable para este fin. Asimismo, se enfatiza que el diseño del proyecto contempla una adaptabilidad a las condiciones del medio, por lo que el periodo de vida útil podría ampliarse.

## 2.7. INSUMOS

### 2.7.1. Personal

En total, para el desarrollo del Proyecto se requerirá de 39 personas las cuales estarán llevando a cabo las actividades que se enlistan en la Tabla 2. 25. De ningún modo, estas personas se encontrarán en el predio de manera simultánea.

**Tabla 2. 25. Personal requerido por etapa de desarrollo del proyecto.**

Etapa	Actividad	Personal
Preparación	Choferes de camiones	2
Construcción	Cuadrilla de apoyo en tierra	4
	Operadores de maquinaria pesada (Tractor, excavadora, grúa)	3
	Cuadrilla de topografía	3
	Tripulación de la draga	10
	Tripulación en catamarán de carga	10
	Tripulación embarcaciones de apoyo	6
Operación y mantenimiento	Supervisión	1
<b>TOTAL</b>		<b>39</b>

## **2.7.2. Materiales y equipo**

A continuación, se enlistan los materiales y equipos por etapa de desarrollo del proyecto.

### *2.7.2.1. Preparación*

#### **Equipo para transporte y manipulación de elementos precolados:**

- 2 Camiones de cama plana de 5 toneladas.
- 1 Grúa con orugas de 20 toneladas.

#### **Equipo para transporte de tubería:**

- Vehículos pesados tipo tráiler con cama o plataforma.
- Maquinaria para ensamblado de tubería.

### *2.7.2.2. Construcción*

#### **Equipo para trazado:**

- GPS de alta precisión y lastres (muertos).
- Señalización: Señalización marina acorde con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para protección de las estructuras y embarcaciones.

#### **Equipo para dragado:**

- 1 Tractor frontal CAT D5 o similar o mayor.
- 1 Draga de tolva.
- 1 Excavadora CAT 320 o similar.
- 3 Mallas antidispersión de sedimentos de 20 m de longitud.
- Tubería para vertimiento de arena, de acero al alto carbón, o polipropileno de alta densidad.
- Cabos y herramientas.
- Flotadores y anclas para tuberías.

#### **Equipo para maniobras marítimas:**

- 2 Catamaranes.
- 2 Embarcaciones de apoyo (30 pies o mayor con equipo de absorción de hidrocarburos).

## Materiales:

- Elementos precolados. Los elementos precolados serán armados con aditivos especiales que previenen la corrosión por cloruros marinos y con la resistencia de acuerdo al diseño para asegurar la calidad y durabilidad de los mismos.
- 1 malla antidispersión de sedimentos de 20 m de longitud.
- La arena para el relleno de la playa deberá ser del banco marino autorizado.

### 2.7.2.3. Operación y mantenimiento

Como se mencionó previamente, los rompeolas pueden ser modificados para ser adaptados en caso de que se decida que la protección ya no es la suficiente. Lo anterior se logrará agregando piezas extras a la coraza en la corona. Estas piezas pueden ser de elementos precolados y colocados con un método similar al que se describió en el proceso constructivo. Lo anterior estará determinado y sustentado en las actividades de monitoreo.

### 2.7.3. Combustible

Durante la etapa de preparación se plantea el uso de dos camiones que consumen diésel, con la finalidad de transportar los elementos precolados. Durante la etapa de construcción se empleará una grúa, una excavadora, una draga y dos embarcaciones de apoyo que consumen diésel. Durante la etapa de operación y mantenimiento, no se prevé el consumo de combustible.

El abastecimiento de combustible de la maquinaria se llevará a cabo en gasolineras cercanas al predio, por lo que, el Proyecto no se considera el almacén de combustibles.

**Tabla 2. 26. Consumo de combustible estimado para el proyecto.**

Número	Maquina	L/hr	L/mes
1	Excavadora CAT 320	18.5	3,552.00
1	Tractor CAT D5	10.5	2,016.00
1	Grúa de 20 ton	18.5	3,552.00
2	Camiones de carga.	6	2,304.00
1	Catamarán de carga, motor Yamaha 9.9	3.6	691.20
2	Embarcaciones de apoyo, motor Yamaha 9.9	3.6	1,382.40
<b>Total</b>			<b>13,497.60</b>

### 2.7.4. Energía

La única fuente de consumo de energía eléctrica será la bomba de extracción de arena durante la etapa de construcción. Y su abastecimiento se realizará mediante una toma proveniente del Hotel Secrets en operación.

## 2.7.5. Agua

Por la naturaleza del proyecto, no se requerirá conexión a la red de agua municipal ni se descargarán aguas residuales.

Para el consumo de agua del personal, se comprarán garrafones de agua potable. Mientras que, para el enjuague de la maquinaria se comprará una pipa de agua cruda.

Tabla 2. 27. Consumo de agua estimado para el desarrollo del proyecto.

Número	Personal	L/día/persona	L/mes
29	Personal	20	16,240
1	Enjuague de maquinaria	100	2,800
<b>Total</b>			<b>19,040</b>

## 2.8. RESIDUOS Y EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

### 2.8.1. Generación, manejo y disposición de residuos

Durante las diferentes etapas del proyecto, se generarán y seguirán los siguientes procedimientos para la disposición, tratamiento y/o destino final de los residuos generados:

- **Emissiones Atmosféricas:** Las actividades para llevar a cabo el desarrollo del presente proyecto requieren de la operación de maquinaria pesada (dragas, grúas, etc.) y equipo de construcción (tractores, retroexcavadoras) que consumen gasolina o diésel para su funcionamiento, la cual generará emisiones a la atmósfera como gases de combustión (ej. bióxido de carbono). Así mismo, por la operación de dicha maquinaria y tránsito vehicular se generarán altos niveles sonoros.

Las emisiones de los vehículos automotores y maquinaria, serán emitidos directamente a la atmósfera, por lo que se utilizarán vehículos, maquinaria y equipo con el sistema de escape y silenciadores en buenas condiciones de operación, así como, adecuada afinación de los motores de combustión interna. Los gases resultantes serán dispersados en la atmósfera por la acción de los vientos dominantes provenientes del mar.

Todas las emisiones estarán debajo de los niveles máximos permisibles establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas siguientes: NOM-041-SEMARNAT-2006 que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible; NOM-045-SEMARNAT-1996 que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo, proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible; NOM-080-SEMARNAT-1994 que establece los niveles máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores.

- Residuos Líquidos: Durante estas etapas serán generados residuos líquidos derivados del uso de las letrinas portátiles proporcionadas por empresa autorizada (una por cada 10 personas), cuya producción de residuos líquidos será variable y directamente relacionada con el número de trabajadores presentes en el sitio del Proyecto. El manejo de los residuos generados por su uso, los realizará una empresa especializada y acredita por las autoridades competentes.
- Residuos peligrosos: El combustible y el aceite, que utilice la maquinaria pesada, draga y embarcaciones de apoyo, será cargado en el puerto de Calica. El manejo de dichas sustancias que de manera accidental puedan derramarse o gotear al suelo, serán contenidas y separadas de acuerdo a su tipo y colectados en contenedores debidamente etiquetados y dispuestos a una empresa autorizada. El manifiesto de generación de residuos peligrosos será proporcionado al equipo de supervisión ambiental del proyecto para su incorporación en el informe que se entregará a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales o cualquier otra autoridad Estatal o Municipal si es requerido.
- Residuos sólidos: En relación con este tipo de residuos será generada basura doméstica proveniente del uso y consumo de los víveres del personal contratado constituidos principalmente de restos de alimentos, envolturas de celofán, plástico y cartón, recipientes o envases de cartón, cristal, aluminio o latas.

Para recolectar los residuos sólidos se colocarán varios contenedores de basura distribuidos estratégicamente, de manera que abarquen la totalidad del terreno. Los contenedores serán vaciados periódicamente, trasladando los desechos, en camiones recolectores autorizados.

El manejo de residuos y su disposición final se realizará acorde con la legislación oficial aplicable. El manifiesto de generación de residuos peligrosos será proporcionado al equipo de supervisión ambiental del proyecto para su incorporación en el informe que se entregará a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales o cualquier otra autoridad Estatal o Municipal si es requerido.

Los sedimentos que se generen con la succión de la arena se controlarán utilizando barreras de malla geotextil (continuas antidispersión de sedimentos) que tendrán flotadores en la superficie y lastre en el fondo para extenderlas y retener los sedimentos en la zona. Es importante notar que los geotextiles en los sitios de descarga son una medida preventiva, ya que los sedimentos no son elementos exóticos o que contengan.

En el proceso de inyección de arena también se usarán barreras de malla para evitar que los sedimentos se alejen del sitio sin embargo no se generarán o se dejarán residuos extraños o tóxicos.

Toda la tubería colocada, muertos, boyas y cabos para el bombeo y rebombeo de la arena de la draga a la playa serán retirados por completo y dependiendo de su estado se determinará su disposición final. Las varillas y boyas que se usarán para marcar el eje de desplante de las protecciones marinas serán retiradas del sitio.

## 2.8.2. Generación de gases de efecto invernadero

Por la naturaleza propia del Proyecto se espera la generación de gases de efecto invernadero (GEI) que, de acuerdo con su alcance, la fuente de generación podrá ser directa e indirecta. En Tabla 2. 28 se presentan los procesos en los cuales se espera la GEI según la etapa de implementación, así como el tipo de gases que se podrían generar.

**Tabla 2. 28. Generación de GEI por el Proyecto. GEI-D: Gases de Efecto Invernadero generados de forma Directa. GEI-I: Gases de Efecto Invernadero generados de forma Indirecta.**

Alcance	Preparación	Construcción	Operación
<b>Directo</b>	Se deberán a la combustión de los combustibles (diésel) requeridos para la operación de la maquinaria y equipo que se usarán para el acondicionamiento del terreno y traslado de los materiales	Combustión del combustible (diésel) requerido para la operación de la maquinaria y equipo usado para la construcción del Proyecto.	No se contempla
<b>GEI-D</b>	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O	
<b>Indirecto</b>	No se contempla	Consumo de energía eléctrica utilizada para la alimentación de la bomba para la extracción obtenida del Hotel Secrets.	No se contempla
<b>GEI-I</b>		CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O	

Para realizar la estimación de la emisión directa de CO<sub>2</sub> equivalente de las obras y actividades del Proyecto durante la etapa de preparación, se aplicará la siguiente metodología de cálculo por factores de emisión de acuerdo con lo establecido en el *Acuerdo que establece las particularidades técnicas y las fórmulas para la aplicación de metodologías para el cálculo de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero* publicado en el Diario Oficial de la Federación el 03 de septiembre de 2015. Se calculará la cantidad que se genera de cada GEI mediante la aplicación de las siguientes fórmulas:

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

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

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

Dónde:

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

El factor de emisión de cada gas se tomó de los valores establecidos en el Art. Sexto fracción 2, del *Acuerdo* (DOF, 2015), sus valores se enlistan en la Tabla 2. 29. Las emisiones por consumo de energía eléctrica no fueron consideradas debido a que en ninguna de las etapas se utilizará este tipo de energía.

**Tabla 2. 29. Factores para el cálculo de emisiones directas e indirectas de GEI.**

Combustible	CO <sub>2</sub> (t/MJ)	CH <sub>4</sub> (t/MJ)	N <sub>2</sub> O (t/MJ)
Diesel	7.41 E-05	3.00 E-06	6.00 E-07
Gasolina y naftas	6.93 E-05	3.00 E-06	6.00 E-7

A partir de la aplicación de las fórmulas y factores anteriores, en la Tabla 2. 30 se presentan las estimaciones de la cantidad de emisiones de GEI que se generarán durante las diferentes etapas de implementación del Proyecto.

**Tabla 2. 30. Estimación de la generación de gases de efecto invernadero por etapa del Proyecto.**

Etapa de Preparación del Sitio					
Combustible	Consumo (L/año)	CO <sub>2</sub> (t/MJ)	CH <sub>4</sub> (t/MJ)	N <sub>2</sub> O (t/MJ)	Emisiones anuales GEI (tCO <sub>2</sub> e/año)
Diesel	410	1.15	0	0	1.17
Etapa de Construcción					
Combustible	Consumo (L/año)	CO <sub>2</sub> (t/MJ)	CH <sub>4</sub> (t/MJ)	N <sub>2</sub> O (t/MJ)	Emisiones anuales GEI (tCO <sub>2</sub> e/año)
Diesel	1750	4.92	0		4.94
Etapa de Operación					
Sin emisiones anuales GEI (tCO <sub>2</sub> e/año)					



Manifestación de Impacto  
Ambiental Modalidad Regional

Proyecto:  
**Recuperación y  
Estabilización de  
Playa en el  
Desarrollo Secrets**

**PROMOVENTE:**

A large black rectangular redaction box covers the text of the promoter, consisting of a long horizontal bar with a shorter vertical bar extending downwards from its center.

CAPITULO 3

## CAPÍTULO 3. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO

### 3.1. INTRODUCCIÓN

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

En este apartado se demuestra de manera puntual que el Proyecto es viable en cuanto a las disposiciones jurídicas ambientales que le son atribuibles, evidenciando mediante un análisis estricto el cumplimiento con las regulaciones y obligaciones respectivas. Con el fin de facilitar la consulta de la información vertida, se incluyen planos de ubicación espacial del área de estudio respecto a los diferentes instrumentos jurídicos, así como datos de referencia.

#### 3.1.1. Antecedentes

El 2 de agosto de 2000, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Pesca, a través de la Delegación Federal de Quintana Roo, autorizó en materia de impacto ambiental el desarrollo del Hotel Secrets, mediante el oficio número DFQR/1089/2000 (Anexo 3.1).

El 15 de noviembre de 2006, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de la Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre, otorgó al [REDACTED], la concesión de la Zona Federal Marítimo Terrestre, a través del oficio número DGZF-1239/06 (Anexo 3.2) con el uso general, el cual permite la realización de construcciones u obras, con base en el artículo 232-C de la Ley Federal de Derechos.

De esta forma, se manifiesta que el incremento en la infraestructura en las zonas costeras del estado de Quintana Roo, ha generado de igual forma el aumento gradual de los procesos y fenómenos físicos de las playas que han provocado una serie de modificaciones en la línea de costa que pueden llegar a considerarse como adversas tanto en términos ambientales como sociales y económicos<sup>1</sup>, siendo este el caso del área donde se realizarán las acciones de rehabilitación y protección de ambientes costeros de Playa del Carmen.

---

<sup>1</sup> Ruiz-Martínez, Gabriel, Silva-Casarín, Rodolfo, Posadas-Vanegas, Gregorio, Comparación morfodinámica de la costa noroeste del estado de Quintana Roo, México, Tecnología y Ciencias del Agua [en línea] 2013, IV (Julio-Agosto)[Fecha de consulta 7 de junio de 2018] Obtenido de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353531983003> ISSN.

Por esta razón la promovente desde el año 2010, ha trabajado tempestuosamente para minimizar las acciones de desgaste y erosión de la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) concesionada, no solamente en el aspecto estético, sino que también se ha visto forzado a realizar acciones emergentes para mantener óptima la seguridad de sus visitantes del hotel y turistas que utilizan esta área como paso.

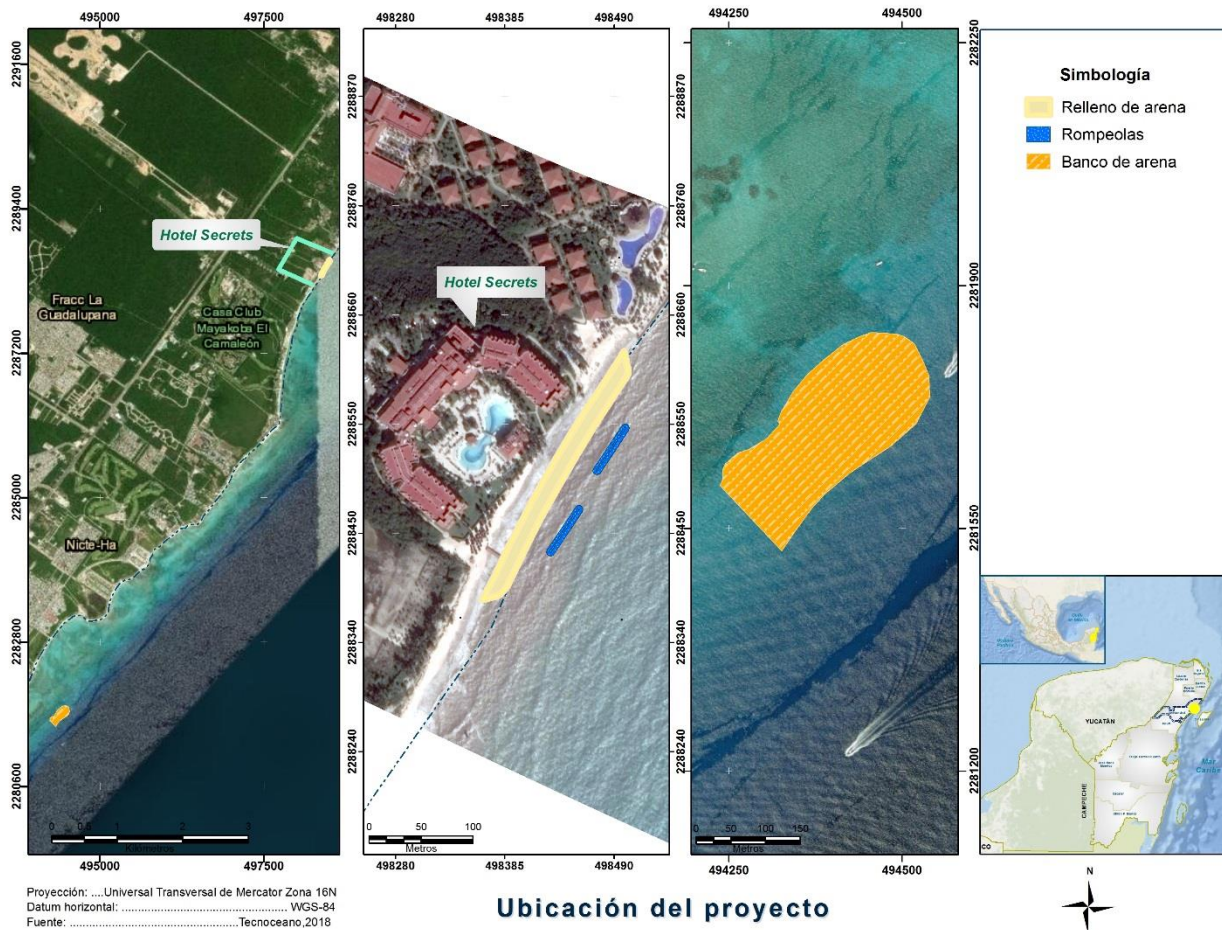
Es en virtud de la grave situación que se presenta, la promovente se ha visto en la necesidad de desarrollar acciones de mayor alcance para enfrentar y disminuir los fenómenos erosivos y de pérdida de playa y desplazamiento de línea de costa que afectan su propiedad y, en consecuencia, vienen afectando el atractivo turístico del Sistema Ambiental Regional (SAR), con todas las negativas implicaciones que ello conlleva desde la perspectiva, ambiental, así como las afectaciones económicas, sociales y de seguridad y protección civil de los huéspedes y empleados del Proyecto, toda vez que de continuar la tendencia degradativa de la zona en cuestión, en unión de fenómenos climatológicos más pronunciados, se estarán presentando condiciones no sólo latentes o potenciales, sino reales e inminentes de peligro de pérdidas del patrimonio ambiental de la región, de la infraestructura turística del Proyecto, así como de los pasivos laborales por pérdida de empleos directos e indirectos que pueden generarse del acrecentamiento de los fenómenos antes descritos, así como la afectación directa a la seguridad e integridad física de las personas que visitan y trabajan en el Hotel en comento.

Por lo anterior, el presente Proyecto de Recuperación y Estabilización de Playa en el Desarrollo Secrets (el Proyecto), que se plantea mediante la presente manifestación de impacto ambiental (MIA), supone una medida responsable y efectiva por parte del Proyecto para atender de forma contundente y resolutive la problemática de erosión, pérdida de zona de playas y dunas, y el desplazamiento de línea de costa que le aqueja no sólo al Hotel sino al SAR y que en conjunto con esfuerzos de otros desarrolladores, pueden detener y revertir en buena medida la tendencia negativa que se ha venido presentado en la región en los últimos años, tal y como se ha identificado y cuantificado en el Capítulo 2 de esta MIA.

### **3.2. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO**

El Proyecto se localiza en la franja costero marina ubicada al frente del Hotel Secrets, a aproximadamente 7 km al norte de la localidad de Playa del Carmen, dentro del Municipio de Solidaridad, en el estado de Quintana Roo (Figura 3. 1).

Figura 3. 1. Localización general del Proyecto.



El Proyecto consiste en recuperar y restablecer la integralidad ecosistémica de la franja costera al frente del Hotel Secrets, mediante la rehabilitación y estabilización de la playa, para revertir y mitigar los efectos del proceso regional de erosión sobre la línea de costa, en congruencia con la legislación mexicana que resulte aplicable. Para el cumplimiento de lo anterior, se requiere llevar a cabo las siguientes obras y actividades, mismas que se someten a evaluación ante la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental mediante la manifestación de impacto ambiental:

- Obras de protección costera (construcción de rompeolas).
- Extracción de arena de un banco marino (Mamitas 3).
- Relleno de playa situada al frente del Hotel Secrets.

De esta forma, conforme a lo establecido en la LGEEPA y su Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, el objetivo de este capítulo es analizar la vinculación y congruencia del Proyecto propuesto con los diferentes instrumentos de planeación y política ambiental de carácter Estatal, Federal y Municipal, que resultan aplicables de acuerdo a la ubicación geográfica del Proyecto. Entre los instrumentos analizados se encuentran los siguientes:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- Tratados Internacionales.
  - Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
  - Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.
  - Convenio sobre la Diversidad Biológica.
  - Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas
- Leyes Generales y Federales, así como sus respectivos Reglamentos.
  - Ley General del Equilibrio Ecológico y al Protección al Ambiente y reglamentos aplicables.
  - Ley General de Vida Silvestre y reglamentos aplicables.
  - Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y reglamentos aplicables.
  - Ley General de Bienes Nacionales.
  - Ley de Aguas Nacionales.
  - Ley General de Cambio Climático.
  - Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.
  - Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.
- Leyes y Reglamentos Estatales.
  - Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo y sus reglamentos aplicables.
  - Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo.
- Programas Sectoriales.
- Instrumentos de Ordenamiento Ecológico.
  - Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.
  - Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.
  - Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún Tulum.
  - Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Solidaridad.
- Planes y Programas de Desarrollo Urbano.
  - Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050.
- Áreas Naturales Protegidas.
- Regiones Prioritarias.
- Normas Oficiales Mexicanas.
  - NOM-022-SEMARNAT-2003.
  - NOM-059-SEMARNAT-2010.
  - NOM-162-SEMARNAT-2012.

### 3.3. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

#### 3.3.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM)

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de 1917 es la norma fundamental o “*Carta Magna*” de nuestro país, establecida para regir jurídicamente a la República Mexicana. Dentro de esta, se fijan y definen las relaciones tanto de coordinación, supra ordenación y de supra a subordinación; estableciendo los límites existentes entre estas.

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

Esta Constitución Federal señala en su artículo 133 lo siguiente:

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

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

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

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

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

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

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

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

*Artículo 4o.*

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

Este artículo, así como demás referentes a Derechos Fundamentales, presenta una obligación correlativa de su respeto que no sólo se dirige a las autoridades, sino también a los gobernados. De esta forma, y de acuerdo con este numeral, toda persona deberá gozar el derecho a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar, desarrollándose en dos aspectos<sup>2</sup>:

- a) La obligación de respetar preservar la sustentabilidad del entorno ambiental, que implica la no afectación ni lesión a este y,
- b) La obligación de las autoridades de vigilancia, conservación y garantía de que sean atendidas las regulaciones pertinentes.

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

Asimismo, teniendo en cuenta que las obras y actividades consideradas dentro del Proyecto se desarrollarán en su mayoría en zonas de jurisdicción federal, la Promovente hace constar que previo a cualquier actividad, obtendrá los permisos y autorizaciones aplicables en términos de ley; conforme a lo establecido en el párrafo primero del Artículo 27 del presente Instrumento. Aunado a lo anterior, por lo que se refiere a la Zona Federal Marítimo Terrestre que se rehabilitará y recuperará, se hace constar que tales zonas federales actualmente han sido otorgadas en concesión mediante los títulos correspondientes. Sin embargo, derivado de los procesos erosivos que el Proyecto pretende atender, es claro que dicha ZOFEMAT se ha visto afectada por lo que las áreas no son precisas ni guardan relación directa con la realidad. En ese entendido, el proyecto Recuperación y Estabilización de Playa en el Desarrollo Secrets llevará a cabo las siguientes acciones para dar cumplimiento a la normatividad en materia de ZOFEMAT:

---

<sup>2</sup> Jurisprudencia I.4o.A. J/2 (10a.), sostenida por el Cuarto Tribunal Colegiado en materia Administrativa del Primer Circuito, visible en la página 1627 del Libro XXV, Tomo 3 del mes de octubre de 2013; publicado en el Semanario Judicial de la Federación, Décima Época, cuyo rubro es “Derecho a un medio ambiente adecuado para el desarrollo y bienestar. Aspectos en que se desarrolla”.

- Se obtendrá la autorización en materia de impacto ambiental (AIA) del Proyecto;
- Una vez obtenida la AIA del Proyecto, se solicitará a la Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros de la SEMARNAT el permiso correspondiente para llevar a cabo obras en la zona federal marítimo terrestre; y
- Una vez concluido el Proyecto, se llevarán a cabo las gestiones necesarias para adecuar títulos de concesión antes referidos conforme a las condiciones reales de la zona federal recuperada, es decir, a la conclusión del Proyecto y después de agotados los trámites de modificación de las bases y términos de las Concesiones de ZOFEMAT actuales, los títulos de concesión modificados integrarán la descripción real de la ZOFEMAT recuperada conforme al Proyecto.

Con lo anterior en consideración, se da cumplimiento a lo establecido en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos a través del estricto cumplimiento de los criterios de regulación ecológica y urbanísticos, subordinando el ejercicio del derecho de propiedad a la aplicación de la legislación ambiental vigente y sometiendo el proceso de planificación del Proyecto a los más estrictos parámetros ambientales, con el fin de garantizar la conservación y continuidad de los ecosistemas presentes en el Proyecto.

### **3.3.2. Tratados Internacionales**

Como se menciona en los párrafos que anteceden, la Constitución Federal y las Convenciones Internacionales suscritas y ratificadas por nuestro país en términos del art. 133 de la Carta Magna son la norma suprema en el país. Ahora bien, aun cuando a lo largo del tiempo se ha debatido respecto del Principio de Jerarquía Normativa entre la Constitución y los Tratados Internacionales, se debe señalar que el Pleno de la Suprema Corte de Justicia de la Nación resolvió la contradicción de tesis denunciada bajo el expediente 293/2011, estableciendo que los tratados y la Constitución se deben interpretar y observar de forma integral y no jerárquica en materia de derechos humanos.

Si bien la Contradicción de Tesis se refirió expresamente a los derechos de tercera generación consignados en el artículo 1º Constitucional, a partir de su reforma de junio de 2011, una vez que se ha reconocido al derecho a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de la persona, como “[derecho] humano”, es de concluirse que los tratados internacionales en la materia deben ser igualmente observados de forma integral.

Asimismo, no se debe pasar por alto que los Tratados Internacionales a los que México está suscrito en materia de medio ambiente son una “brújula” que establece directrices respecto a diferentes principios y medidas a considerar por parte tanto de las autoridades legislativas para orientarlos en las políticas de esta materia, como de los promoventes de Proyectos que puedan afectar de alguna manera los ecosistemas.

Con lo anterior en consideración, al dar total y estricto cumplimiento a la legislación mexicana en materia ambiental, así como a las consideraciones existentes en el derecho internacional, se da cumplimiento a este apartado.

A continuación, se presenta una vinculación con los Tratados Internacionales firmados por México que son directamente aplicables al Proyecto.



### 3.3.2.1. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) fue firmada en Nueva York el 13 de junio de 1992, suscrita por el gobierno mexicano el 13 de junio de ese mismo año, aprobada por la Cámara de Senadores el 3 de diciembre de 1992, según Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 13 de enero de 1993 y ratificado por el Ejecutivo el 24 de febrero de 1993.

Este es un “documento marco”, es decir, un texto que debe enmendarse o desarrollarse con el tiempo para que los esfuerzos frente al calentamiento atmosférico y el cambio climático puedan orientarse mejor y ser más eficaces. Uno de los principales objetivos de este convenio es obtener la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

En la CMNUCC, se reconoce que todos los países necesitan tener acceso a los recursos necesarios para lograr un desarrollo económico y social sostenible. En ese tenor, si bien es el Estado quien debe adoptar los lineamientos convencionales y traducirlos a la legislación positiva vigente, ciertos principios del acuerdo son de tal manera universales que permiten la vinculación de cualquier actor sectorial de la economía nacional a éstos, como adelante se describe.

*Artículo 3: Las partes, en las medidas que adopten para lograr el objetivo de la convención y aplicar sus disposiciones, se guiarán, entre otras cosas, por lo siguiente:*

1. *Las partes deberían proteger el sistema climático en beneficio de las generaciones presentes y futuras, sobre la base de la equidad y de conformidad con sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus respectivas capacidades. En consecuencia, las partes que son países desarrollados deberían tomar la iniciativa en lo que respecta a combatir el cambio climático y sus efectos adversos.*

Vinculación: El desarrollo humano actualmente debe tener como objetivo ser sostenible, por lo que el Proyecto consideró en su diseño las regulaciones establecidas por las disposiciones jurídicas que le aplican, con el objetivo de establecer las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente, tal y como establece el procedimiento de evaluación de Impacto Ambiental. Se manifiesta la implementación del Proyecto *Programa de Rehabilitación y Protección de Ambientes Costeros*, permitirá conservar y recuperar las condiciones del ecosistema, así como que se tendrá especial atención en el manejo integral de los residuos, incluyendo los peligrosos y de manejo especial, en caso de generarse.

Asimismo, los artículos 3° y 4° de este Decreto, señalan principios y compromisos para prevenir, mitigar o reducir las causas del cambio climático, con el fin de alcanzar el desarrollo sostenible para las generaciones futuras; los cuales se considerarán en el diseño y operación del Proyecto. De este modo, por medio de los instrumentos jurídicos que guían el desarrollo ambiental de nuestro país, se verifica que el Proyecto dé cumplimiento a lo establecido en ellos.

### 3.3.2.2. Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo

El objetivo de este tratado es establecer una alianza mundial mediante la creación de nuevos niveles de cooperación entre los Estados, los sectores claves de las sociedades y las personas,

procurando alcanzar acuerdos internacionales en los que se respeten los intereses de todos y se proteja la integridad del sistema ambiental y de desarrollo mundial, reconociendo la naturaleza integral e interdependiente de la Tierra. Se presenta la vinculación del Proyecto con los Principios aplicables:

**Tabla 3. 1. Vinculación del Proyecto con la Declaración de Río sobre el medio ambiente y el desarrollo.**

Declaración de Río sobre el medio ambiente y el desarrollo	
<b>Principio 1</b>	Los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible. Tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza.
La promotora se compromete a realizar un Proyecto que se enfocará en el desarrollo sostenible de la zona, propiciando el turismo sustentable en la región sureste de México, así como la recuperación de los ecosistemas de la zona. El Proyecto realizó una caracterización ambiental previo al diseño del mismo, con el fin de esbozar la infraestructura de una forma armónica que se integre con el ecosistema presente en el Sistema Ambiental Regional.	
<b>Principio 3</b>	El derecho al desarrollo debe ejercerse en forma tal que responda equitativamente a las necesidades de desarrollo y ambientales de las generaciones presentes y futuras.
El Promotora reconoce y adoptará las medidas que aseguren un aprovechamiento que atienda las condiciones presentes sin comprometer las necesidades y el desarrollo de las futuras generaciones, conforme a lo descrito en esta MIA-R.	
<b>Principio 4</b>	A fin de alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente deberá constituir parte integrante del proceso de desarrollo y no podrá considerarse en forma aislada.
Se cumple este principio, ya que mediante la implementación del Proyecto <i>Programa de Rehabilitación y Protección de Ambientes Costeros</i> , se permitirá conservar y recuperar las condiciones del ecosistema., además de que no se afectará la integridad de los hábitats presentes dentro del Proyecto y el Sistema Ambiental Regional descrito en el Capítulo 4; logrando un equilibrio mediante estrictas medidas de compensación y mitigación que se establecen en el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental incluido en el Capítulo 6, tomando como base fundamentos técnicos y científicos, así como la experiencia dentro del sector.	
<b>Principio 15</b>	Con el fin de proteger el medio ambiente, los estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente.
Esta es una obligación dirigida a las autoridades, sin embargo, al respetar y acatar las obligaciones incluidas en los ordenamientos jurídicos aplicables de índole ambiental, así como diseñando y aplicado las medidas de mitigación y compensación necesarias, se cumple con lo establecido en este Tratado.	

### 3.3.2.3. Protocolo Adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos en materia de Derechos Económicos, Sociales Y Culturales "Protocolo de San Salvador"

El día 27 de diciembre de 1995, se publicó en el Diario Oficial de la federación el Decreto por el que se aprueba el Protocolo Adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos en Materia de Derechos Económicos, Sociales y Culturales "Protocolo de San Salvador". A continuación, se presenta la vinculación del Proyecto con los artículos aplicables:

**“Artículo 2. Obligación de adoptar disposiciones de derecho interno.**

*Si el ejercicio de los derechos establecidos en el presente Protocolo no estuviera ya garantizado por disposiciones legislativas o de otro carácter, los Estados Partes se comprometen a adoptar, con arreglo a sus procedimientos constitucionales y a las disposiciones de este Protocolo las medidas legislativas o de otro carácter que fueren necesarias para hacer efectivos tales derechos.*

(...)

**Artículo 11. Derecho a un medio ambiente sano**

1. *Toda persona tiene derecho a vivir en un medio ambiente sano y a contar con servicios públicos básicos.*

2. *Los Estados Partes promoverán la protección, preservación y mejoramiento del medio ambiente.”*

Respecto al Artículo 2, se manifiesta que, al dar cumplimiento a las disposiciones legislativas de la materia que nos compete, se cumple de manera indirecta con lo establecido en este Protocolo.

Con relación al Artículo 11, como se demuestra a lo largo de este y los demás Capítulos de la presente MIA-R, el “Programa de Rehabilitación y Protección de Ambientes Costeros” busca recuperar y restablecer la integralidad ecosistémica de los ambientes de playa y duna; así como detener el deterioro de los ecosistemas costeros localizados frente al Proyecto al reducir el proceso erosivo y de retroceso de la línea de costa.

Lo anterior, por medio de un fuerte compromiso con el medio ambiente. De esta forma, se propone un espacio dirigido al desarrollo sustentable en armonía con el ambiente, evitando la afectación al mismo. Con lo anterior en consideración, se cumple con lo establecido en este Tratado Internacional.

3.3.2.4. *Tratados Generales*

Tabla 3. 2. Vinculación con los Tratados Internacionales de aplicación General.

TRATADOS INTERNACIONALES	
<b>Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (“ACAAN”)</b>	
<b>Artículo 2.-</b> Con relación a su territorio, cada una de las partes: (...)  e) Evaluará los impactos ambientales, cuando proceda (...)	<b>SE CUMPLE</b> El sometimiento de la presente MIA al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ante esa DGIRA de la SEMARNAT evidencia el cumplimiento con esta obligación internacional de México en términos del ACAAN.
<b>Convenio sobre la Diversidad Biológica (“CDB”)</b>	
<b>Artículo 8.-</b> Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda [...]:  Procurará establecer las condiciones necesarias para armonizar las utilizaciones actuales [del suelo] con la conservación de la diversidad	El Proyecto, por el tipo de obras y acciones que propone, coadyuvará al cumplimiento de las obligaciones adquiridas por el Estado Mexicano conforme a los artículos referidos de la CDB, constituyéndose como un instrumento de armonización del uso de suelo turístico y

TRATADOS INTERNACIONALES	
Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (“ACAAN”)	
<p>biológica y la utilización sostenible de sus componentes [...]</p> <p><b>Artículo 14.-</b> Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda: [...]</p> <p>Establecerá procedimientos apropiados por los que se exija la evaluación del impacto ambiental de sus Proyectos propuestos que puedan tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica con miras a evitar o reducir al mínimo esos efectos y, cuando proceda, permitirá la participación del público en esos procedimientos [...]</p>	<p>ecoturístico de la zona con la conservación de la biodiversidad biológica presente en la región, así como la utilización sustentable del ecosistema costero a rehabilitarse.</p> <p>De esta forma, al someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, el cual estará abierto a la participación pública en términos de la LGEEPA y el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, se coadyuva con el Estado Mexicano para demostrar el cumplimiento con el CDB.</p>
Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas (“CIPCT”).	
<p><b>Artículo 1.-</b> Cada Parte tomará las medidas apropiadas y necesarias, de conformidad con el derecho internacional y sobre la base de los datos científicos más fidedignos disponibles, para la protección, conservación y recuperación de las poblaciones de tortugas marinas y de sus hábitats [...]</p> <p>ANEXO II del CIPCT. Protección y Conservación de los Hábitats de las Tortugas Marinas.</p> <p>Cada Parte considerará y, de ser necesario, podrá adoptar, de acuerdo con sus leyes, reglamentos, políticas, planes y programas, medidas para proteger y conservar, dentro de sus territorios y en las áreas marítimas respecto a las cuales ejerce soberanía, derechos de soberanía o jurisdicción, los hábitats de las tortugas marinas, tales como:</p> <p>1. Requerir estudios de impacto ambiental de las actividades relativas a desarrollos costeros y marinos que pueden afectar los hábitats de las tortugas marinas, incluyendo: dragado de canales y estuarios; construcción de muros de contención, muelles y marinas; extracción de materiales; instalaciones acuícolas; establecimiento de instalaciones industriales; utilización de arrecifes; depósitos de materiales de dragados y de desechos, así como otras actividades relacionadas [...]</p>	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>Aun cuando el Proyecto no tiene como objeto principal la protección de especies de tortugas, los efectos de la recuperación de la rehabilitación de línea de costa y la playa frente al PROYECTO; mejorarán las condiciones actuales para proveer un espacio susceptible de convertirse en un sitio de anidación. En este sentido, se promoverá la conservación y protección de las tortugas marinas. Lo anterior, conforme a las medidas de prevención y mitigación de riesgo comprendidas en el Capítulo 6 de esta MIA, y en términos del SMGA, sus programas y subprogramas de gestión y manejo ambiental.</p> <p>Asimismo, el sometimiento de esta MIA a evaluación y la mención de la presencia de tortugas en las zonas cercanas al Proyecto, hace patente el compromiso de la Promovente de entregar toda la información necesaria a esa DGIRA de la SEMARNAT para que cuente con la evidencia técnica y científica suficiente para concluir válidamente que el Proyecto no generará ningún daño a las tortugas marinas que eventualmente podrían encontrarse en la zona del Proyecto.</p>
Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias (“CPCMVD”).	
<p><b>Artículo 1.-</b> Las Partes Contratantes promoverán individual y colectivamente el control de todas las fuentes de contaminación del medio marino, y se comprometen especialmente a adoptar todas las medidas posibles para impedir la contaminación del</p>	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>Como se desprende de esta MIA, el Proyecto ha considerado todas las medidas de prevención, control y atención en caso de cualquier vertimiento accidental de residuos o</p>

TRATADOS INTERNACIONALES	
Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (“ACAAN”)	
mar por el vertimiento de desechos y otras materias que puedan constituir un peligro para la salud humana, dañar los recursos biológicos y la vida marina reducir las posibilidades de esparcimiento o entorpecer otros usos legítimos del mar [...]	hidrocarburos al Mar. En tal virtud el Proyecto coadyuva con el cumplimiento de esta obligación internacional del Estado Mexicano conforme al CPCMVD.

### 3.3.3. Leyes Generales y Federales

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

En ese sentido, las Leyes Generales son normas jurídicas aplicables en todo el territorio nacional cuya formulación compete a la Federación en cumplimiento de sus atribuciones, y que surgen para normar determinado campo específico. A continuación, se presenta la vinculación tanto de las Leyes Generales como las Leyes Federales en la materia con el presente Proyecto.

#### 3.3.3.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

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

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

**Tabla 3. 3. Vinculación del Proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.**

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<b>ARTÍCULO 15.</b> Para la formulación...  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. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente, promueva o realice acciones de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y aproveche de manera sustentable los recursos naturales;	El Proyecto da cumplimiento a esta disposición por medio de la implementación de diversas acciones y medidas encausadas a prevenir, mitigar y compensar los posibles impactos negativos que se pudieran ocasionar durante las diferentes etapas de desarrollo del Proyecto, las cuales se pueden consultar en el Capítulo 6 de esta Manifestación de Impacto Ambiental.
<b>ARTÍCULO 28.</b> La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar	Con la presentación de este documento se verifica el requisito establecido en los numerales IX y X, presentando la Evaluación de Impacto Ambiental correspondiente.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:</p> <p>...</p> <p>IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;</p> <p>X.- <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><b>ARTÍCULO 29.</b> Los efectos negativos que sobre el ambiente, los recursos naturales, la flora y la fauna silvestre y demás recursos a que se refiere esta Ley, pudieran causar las obras o actividades de competencia federal que no requieran someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental a que se refiere la presente sección, estarán sujetas en lo conducente a las disposiciones de la misma, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas en materia ambiental, la legislación sobre recursos naturales que resulte aplicable, así como a través de los permisos, licencias, autorizaciones y concesiones que conforme a dicha normatividad se requiera.</p>	<p>El Capítulo 3 sujeto a revisión de la Autoridad, contiene la vinculación con los ordenamientos jurídicos en materia ambiental y demás disposiciones estatales y locales aplicables.</p>
<p><b>ARTÍCULO 30.</b> Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.</p>	<p>Con la presentación de esta MIA, se describe el Proyecto, los impactos ambientales a generarse y las medidas de mitigación y compensación a adoptar. Lo anterior se describe a detalle en los Capítulos 5 y 6 del presente documento de evaluación de impacto ambiental.</p>
<p><b>ARTÍCULO 79. Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, se considerarán los siguientes criterios (...)</b></p>	<p>Dentro de los diversos criterios establecidos en este artículo, se tendrá especial atención en los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La preservación y conservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna.</li> <li>- La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial.</li> <li>- Participación social en la preservación de la biodiversidad.</li> </ul>

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p><b>ARTÍCULO 88.</b> Para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>I. Corresponde al Estado y a la sociedad la protección de los ecosistemas acuáticos y del equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico;</p> <p>II.- El aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que comprenden los ecosistemas acuáticos deben realizarse de manera que no se afecte su equilibrio ecológico;</p> <p>III.- Para mantener la integridad y el equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico, se deberá considerar la protección de suelos y áreas boscosas y selváticas y el mantenimiento de caudales básicos de las corrientes de agua, y la capacidad de recarga de los acuíferos, y</p> <p>IV.- La preservación y el aprovechamiento sustentable del agua, así como de los ecosistemas acuáticos es responsabilidad de sus usuarios, así como de quienes realicen obras o actividades que afecten dichos recursos.</p>	<p>En este sentido, se dará cumplimiento a lo establecido en este artículo.</p> <p>Con este numeral en consideración, se manifiesta que la empresa promovente atiende a los criterios establecidos a través de las medidas de prevención, mitigación y compensación descritas en el Capítulo 6 de la presente MIA, mismo que incluye una serie de Programas diseñados específicamente para atender los impactos potenciales derivados de la implementación del presente Proyecto, así como las providencias necesarias para mantener la integridad y el equilibrio de los elementos naturales.</p>
<p><b>ARTÍCULO 110.</b> Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y</p> <p>II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.</p>	<p>Para dar cumplimiento a lo establecido en este artículo, se manifiesta que los vehículos y maquinaria cumplirán con los estándares plasmados en las diversas Normas Oficiales Mexicanas aplicables en la materia, como se demuestra en el apartado correspondiente.</p>
<p><b>ARTÍCULO 117.</b> Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;</p> <p>II. Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;</p> <p>III. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas;</p> <p>IV. Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos,</p>	<p>Para dar cumplimiento a lo establecido en este artículo, se manifiesta que la empresa promovente atiende a los criterios establecidos a través de las medidas de prevención, mitigación y compensación descritas en el Capítulo 6 de la presente MIA, mismo que incluye una serie de Programas diseñados específicamente para atender los impactos potenciales derivados de la implementación del presente Proyecto, así como las providencias necesarias para prevenir y controlar la contaminación del agua.</p>

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; y</p> <p>V. La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua.</p>	
<p><b>ARTÍCULO 121.</b> 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.</p>	<p>La promovente manifiesta que el Proyecto no contempla la descarga o infiltraciones de aguas residuales a cuerpos de agua.</p> <p>Las aguas residuales que se generen durante el desarrollo de las obras por el uso de baños portátiles, su disposición se realizará mediante una empresa debidamente autorizada para dar el servicio y que emita los certificados correspondientes de cumplimientos.</p> <p>Las aguas residuales que se generen serán descargadas a utilizadas para actividades como el riego de las áreas verdes, cumpliendo con la calidad de agua a que se hace referencia en la vinculación a la Ley de Aguas Nacionales, su reglamento y la normatividad de la materia.</p>
<p><b>ARTÍCULO 134.</b> Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>I. Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo;</p> <p>II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;</p> <p>(...)</p> <p>V.- En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.</p>	<p>Para dar cumplimiento a lo establecido en este artículo, se manifiesta que la empresa promovente atiende a los criterios establecidos a través de las medidas de prevención, mitigación y compensación descritas en el Capítulo 6 de la presente MIA, mismo que incluye una serie de Programas diseñados específicamente para atender los impactos potenciales derivados de la implementación del presente Proyecto, así como las providencias necesarias para prevenir y controlar la contaminación del suelo.</p>
<p><b>ARTÍCULO 150. Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reuso, reciclaje, tratamiento y disposición final. El Reglamento y las normas oficiales mexicanas a que se refiere el párrafo anterior, contendrán los criterios y listados que identifiquen y clasifiquen los materiales y residuos peligrosos por su grado</b></p>	<p>Para el adecuado manejo integral de los residuos, se atenderán las disposiciones establecidas en la LGPGIR, misma que se vincula en este documento en el apartado correspondiente (Tabla 3. 5).</p>



Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>de peligrosidad, considerando sus características y volúmenes; además, habrán de diferenciar aquellos de alta y baja peligrosidad. Corresponde a la Secretaría la regulación y el control de los materiales y residuos peligrosos.</p> <p>Asimismo, la Secretaría en coordinación con las dependencias a que se refiere el presente artículo, expedirá las normas oficiales mexicanas en las que se establecerán los requisitos para el etiquetado y envasado de materiales y residuos peligrosos, así como para la evaluación de riesgo e información sobre contingencias y accidentes que pudieran generarse por su manejo, particularmente tratándose de sustancias químicas.</p>	
<p><b>ARTÍCULO 151.</b> 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.</p>	<p>La promovente tiene en consideración que en las etapas de operación y mantenimiento se prevé la generación controlada de residuos líquidos peligrosos como: thinner, restos de pintura aceitosa, brochas, plásticos, esmaltes, estopas impregnadas de residuos y aceite industrial.</p> <p>Para el manejo correcto de estos residuos peligrosos se aplicarán las medidas establecidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos que forma parte del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental (SMGA) del Proyecto. Este Programa contempla el almacenaje temporal y confinamiento de este tipo de residuos, mismos que serán colocados en un área que se habilitará como almacén temporal de residuos peligrosos para su posterior entrega a empresa autorizada por SEMARNAT para la colección, transporte, tratamiento y disposición final dentro de un Plan Integral de Residuos Peligrosos, apegándose dichas acciones a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.</p>

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p><b>ARTÍCULO 155.</b> Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.</p> <p>En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.</p>	<p>Se atenderán los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas referentes a emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual.</p>

### 3.3.3.2. Ley General de Vida Silvestre

La Ley General de Vida Silvestre tiene como objeto establecer la concurrencia del gobierno federal, de los gobiernos de los estados y de los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias; relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat.

Tabla 3. 4. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Vida Silvestre.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p><b>ARTÍCULO 4.</b> Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación. Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables. Los derechos sobre los recursos genéticos estarán sujetos a los tratados internacionales y a las disposiciones sobre la materia</p>	<p>La empresa promovente implementará las medidas necesarias para evitar la destrucción, daño o perturbación de la vida silvestre, tal y como se presenta en el Capítulo 6 de la presente MIA-R.</p>
<p><b>ARTÍCULO 18.</b> Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la</p>	<p>El Proyecto se ubica en una zona en donde se encuentran diferentes especies de vida silvestre,</p>

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>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> <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>por lo que se seguirán todas las especificaciones establecidas en los ordenamientos jurídicos aplicables.</p>
<p><b>ARTÍCULO 31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.</b></p>	<p>Lo establecido en este artículo solo se realizará en el supuesto de que se necesite la reubicación de la fauna que se llegue a encontrar en el sitio del Proyecto.</p>
<p><b>ARTÍCULO 58. Entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como:</b></p> <p>a) <b>En peligro de extinción, aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo</b> su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.</p> <p>b) Amenazadas, aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.</p> <p>c) Sujetas a protección especial, aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.</p>	<p>El Proyecto propone las medidas de prevención, mitigación y compensación necesarias para evitar la afectación de las especies enlistadas en este artículo. De manera específica, en el presente Capítulo, se hace una vinculación con las especies contenidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y en el Capítulo 6, se presentan las medidas dentro del SMGA.</p>
<p><b>ARTÍCULO 59.</b> Los ejemplares confinados de las especies probablemente extintas en el medio silvestre serán destinados exclusivamente al desarrollo de proyectos de conservación, restauración, actividades de repoblación y reintroducción, así como de investigación y educación ambiental autorizados por la Secretaría.</p>	<p>El Proyecto no contempla el confinamiento de ninguna especie. Asimismo, el Proyecto no incluye el manejo de especies probablemente extintas en el medio silvestre.</p>
<p><b>ARTÍCULO 60.</b> La Secretaría promoverá e impulsará la conservación y protección de las especies y poblaciones en riesgo, por medio del</p>	<p>Aun cuando el objeto del Proyecto no es la conservación y protección de especies y poblaciones en riesgo, al momento de finalizar el</p>

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>desarrollo de proyectos de conservación y recuperación, el establecimiento de medidas especiales de manejo y conservación de hábitat críticos y de áreas de refugio para proteger especies acuáticas [...]</p>	<p>Proyecto, se habrán creado las condiciones necesarias para dar continuidad a los proyectos de manejo y conservación de especies que la Promovente se encuentra operando bajo SMGA y las medidas de prevención, mitigación y compensación del Capítulo 6 de esta MIA, a los cuales este Proyecto se ha adherido.</p>
<p><b>Artículo 60 TER:</b> 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>El Proyecto no contempla ninguna actividad u obra en zonas de manglar por lo que en principio esta disposición legal resulta inaplicable. No obstante, lo anterior, como se ha dicho, dentro de los efectos positivos de la rehabilitación de la línea de costa y la playa se generarán condiciones naturales que detendrá de forma natural el proceso de erosión que se presenta en dichas áreas, que a su vez conlleva la protección de las comunidades de manglar adyacentes a la zona del Proyecto.</p>
<p><b>Artículo 83.</b> El aprovechamiento extractivo de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre requiere de una autorización previa de la Secretaría, en la que se establecerá la tasa de aprovechamiento y su temporalidad.</p> <p>Los aprovechamientos a que se refiere el párrafo anterior, podrán autorizarse para actividades de colecta, captura o caza con fines de reproducción, restauración, recuperación, repoblación, reintroducción, traslocación, económicos o educación ambiental.</p>	<p>El Proyecto no contempla el aprovechamiento extractivo de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre.</p>
<p><b>Artículo 84.</b> Al solicitar la autorización para llevar a cabo el aprovechamiento extractivo sobre especies silvestres que se distribuyen de manera natural en el territorio nacional, los interesados deberán demostrar:</p> <p>a) Que las tasas solicitadas son menores a la de renovación natural de las poblaciones sujetas a aprovechamiento, en el caso de ejemplares de especies silvestres en vida libre.</p> <p>b) Que son producto de reproducción controlada, en el caso de ejemplares de la vida silvestre en confinamiento.</p> <p>c) Que éste no tendrá efectos negativos sobre las poblaciones y no modificará el ciclo de vida del</p>	<p>El Proyecto no contempla el aprovechamiento extractivo de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre.</p>

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>ejemplar, en el caso de aprovechamiento de partes de ejemplares.</p> <p>d) Que éste no tendrá efectos negativos sobre las poblaciones, ni existirá manipulación que dañe permanentemente al ejemplar, en el caso de derivados de ejemplares.</p> <p>La autorización para el aprovechamiento de ejemplares, incluirá el aprovechamiento de sus partes y derivados, de conformidad con lo establecido en el reglamento y las normas oficiales mexicanas que para tal efecto se expidan.</p>	
<p><b>Artículo 85.</b> Solamente se podrá autorizar el aprovechamiento de ejemplares de especies en riesgo cuando se dé prioridad a la colecta y captura para actividades de restauración, repoblamiento, reintroducción e investigación científica. Cualquier otro aprovechamiento, en el caso de poblaciones en peligro de extinción y amenazadas, estará sujeto a que se demuestre que se ha cumplido satisfactoriamente cualesquiera de las cuatro actividades mencionadas anteriormente y que:</p> <p>a) Los ejemplares sean producto de la reproducción controlada, que a su vez contribuya con el desarrollo de poblaciones en programas, proyectos o acciones avalados por la Secretaría cuando éstos existan, en el caso de ejemplares en confinamiento.</p> <p>b) Contribuya con el desarrollo de poblaciones mediante reproducción controlada, en el caso de ejemplares de especies silvestres en vida libre.</p>	<p>El Proyecto no contempla el aprovechamiento extractivo de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre.</p>

### 3.3.3.3. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

Esta Ley tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

Tabla 3. 5. Vinculación con la LGPGIR.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p><b>ARTÍCULO 5.</b> Para los efectos de esta Ley se entiende por (...)</p> <p><b>X. Gestión Integral de Residuos: Conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y</b></p>	<p>Se atenderán las clasificaciones establecidas en este artículo para el manejo integral de los residuos.</p>

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p><b>evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región;</b></p> <p>XVII. Manejo Integral: Las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social;</p> <p>(...)</p> <p>XXX. Residuos de Manejo Especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos;</p> <p>(...)</p> <p>XXXII. Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley;</p> <p>XXXIII. Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole...</p>	
<p><b>ARTÍCULO 16.</b> 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</p>	<p>El Proyecto da cumplimiento a lo señalado, ya que realiza el manejo y disposición final de los residuos peligrosos conforme a lo indicado en este artículo y las normas oficiales mexicanas.</p> <p>Al respecto, se considera la implementación del Programa de Manejo Integral de Residuos y sus Subprogramas:</p>

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Subprograma de Manejo de Residuos Sólidos.</li> <li>• Subprograma de Manejo de Residuos Líquidos y Sanitarios.</li> <li>• Subprograma de Manejo de Residuos Peligrosos.</li> </ul> <p>En el <b>Capítulo 6</b> de esta MIA se establecen las medidas y lineamientos que el Proyecto realizará para el manejo y disposición final de los residuos peligrosos y de manejo especial, conforme a lo indicado en este dispositivo y las Normas Oficiales Mexicanas. Cada tipo de residuo tendrá su manejo y disposición final específico.</p>
<p><b>ARTÍCULO 18.</b> Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.</p>	<p>Para la etapa de preparación y construcción, los residuos generados se separan conforme a la metodología descrita en este artículo.</p>
<p><b>ARTÍCULO 19.</b> Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación: [...] VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general.</p>	<p>Los residuos de manejo especial que se generen con motivo del desarrollo del Proyecto, como lo son los escombros y demás residuos de construcción, serán manejados conforme a la normatividad y dispuestos a través de prestadores de servicio que cuenten con las autorizaciones locales.</p> <p>Para el caso específico, se atenderá a lo establecido en la Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, con una observancia estricta de las clasificaciones y subclasificaciones que ahí se indiquen.</p> <p>El escombro generado se acopiará en un área designada para ello dentro de la zona industrial en donde será recolectado para su disposición final por una empresa debidamente acreditada, como se menciona en el párrafo anterior.</p> <p>Estas actividades serán supervisadas a través del Subprograma de Manejo de Residuos Sólidos contemplado para el Proyecto, dando así cumplimiento con lo indicado en este artículo.</p>
<p><b>ARTÍCULO 22.</b> Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales.</p>	<p>El Proyecto se apegará a las medidas establecidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos que forma parte del SMGA.</p> <p>Asimismo, la empresa promovente tomará las medidas adicionales pertinentes para asegurar que el Proyecto cumpla con todas las disposiciones establecidas en las NOM de la materia, llevando un manejo integral de los residuos peligrosos. Los</p>

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p><b>ARTÍCULO 31.</b> Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente:</p> <p>I. Aceites lubricantes usados;</p> <p>II. Disolventes orgánicos usados;</p> <p>IX. Plaguicidas y sus envases que contengan remanentes de los mismos;</p> <p>XIV. Los residuos patológicos constituidos por tejidos, órganos y partes que se remueven durante las necropsias, la cirugía o algún otro tipo de intervención quirúrgica que no estén contenidos en formol, y</p> <p>XV. Los residuos punzo-cortantes que hayan estado en contacto con humanos o animales o sus muestras biológicas durante el diagnóstico y tratamiento, incluyendo navajas de bisturí, lancetas, jeringas con aguja integrada, agujas hipodérmicas, de acupuntura y para tatuajes.</p>	<p>programas de manejo de residuos se describen de manera detallada en el Capítulo 6 de esta MIA-R.</p> <p>El promovente dará cumplimiento a este precepto implementando las medidas establecidas en el Subprograma de Manejo de Residuos Peligrosos incluido en el Programa de Manejo Integral de Residuos del SMGA del Proyecto, las cuales pueden revisarse con detalle en el Capítulo 6 de esta MIA.</p>
<p><b>Artículo 40.-</b> 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>Todos y cualquier residuo peligroso que llegue a generarse durante el Proyecto, será manejado conforme a la LGPGIR, las medidas de prevención y control establecidas en el Capítulo 6 de esta MIA, y el SMGA de la Promovente, al que se adherirá el Proyecto.</p>
<p><b>ARTÍCULO 41.</b> 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 manejo de los residuos peligrosos que se generen se hará con el máximo cuidado y se entregarán a un proveedor autorizado por la Secretaría para su disposición final, como lo indica el Capítulo 6 de esta MIA.</p>
<p><b>ARTÍCULO 42.</b> 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 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.</p>	<p>La sociedad promovente del Proyecto, se cerciorará que las empresas que subcontrate para el manejo y disposición final de los residuos cuenten con las autorizaciones de esta Secretaría y está consciente de su responsabilidad en el proceso.</p> <p>Asimismo, antes de ser entregados a la empresa responsable de su disposición final, se realizará su adecuado manejo de acuerdo a lo establecido en el Programa de Manejo integral de residuos y un Subprograma de Manejo de residuos peligrosos que se detalla en el <b>Capítulo 6</b> de la presente MIA.</p>



Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>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.</p>	
<p><b>ARTÍCULO 54.</b> 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. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.</p>	<p>La sociedad promovente, se asegurará que no se mezclen los residuos peligrosos con otros, aplicando los criterios establecidos en la NOM-054-SEMARNAT-1993.</p> <p>Lo anterior a través de un manejo adecuado según lo establecido en el Programa de Manejo integral de residuos y un Subprograma de Manejo de Residuos Peligrosos.</p> <p>De igual forma, se atenderá lo establecido en el Capítulo 6, con especial atención en evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones.</p>
<p><b>ARTÍCULO 95.</b> La regulación de la generación y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial, se llevará a cabo conforme a lo que establezca la presente Ley, las disposiciones emitidas por las legislaturas de las entidades federativas y demás disposiciones aplicables.</p>	<p>La empresa promovente atenderá lo establecido en la presente Ley, las disposiciones emitidas por las legislaturas de las entidades federativas y demás disposiciones aplicables.</p>

#### 3.3.3.4. Ley de Aguas Nacionales (LAN)

Esta Ley tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. Su vinculación con el Proyecto se presenta en la siguiente Tabla:

**Tabla 3. 6. Vinculación del Proyecto con los artículos aplicables de la Ley de Aguas Nacionales.**

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p><b>ARTÍCULO 17. [...]</b></p> <p>No se requerirá concesión para la extracción de aguas marinas interiores y del mar territorial, para su explotación, uso o aprovechamiento, salvo aquellas que tengan como fin la desalinización, las cuales serán objeto de concesión [...]</p>	<p>El Proyecto cumple con esta disposición pues no requiere de concesión alguna para el uso de aguas del mar territorial, misma que será empleada para preparar la mezcla de arena y agua de mar, así como otros elementos constructivos de las Obras de protección consideradas por el Proyecto.</p>

3.3.3.5. Ley General de Bienes Nacionales (LGBN)

Tabla 3. 7. Vinculación del Proyecto con los artículos aplicables de la LGBN.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p><b>ARTÍCULO 4.-</b> Los bienes nacionales estarán sujetos al régimen de dominio público o a la regulación específica que señalen las leyes respectivas. Esta Ley se aplicará a todos los bienes nacionales, excepto a los bienes regulados por leyes específicas. Respecto a estos últimos, se aplicará la presente Ley en lo no previsto por dichos ordenamientos y sólo en aquello que no se oponga a éstos.</p>	<p>Toda vez que las actividades más importantes del Proyecto se llevarán a cabo en bienes nacionales, se señala que el mismo dará cumplimiento estricto a todas las disposiciones legales que le resulten aplicables en la materia, particularmente en los trámites de obtención de permisos, autorizaciones y concesiones para realizar actividades en tales bienes.</p>
<p><b>ARTÍCULO 7.-</b> Son bienes de uso común: [...] III.- El mar territorial en la anchura que fije la Ley Federal del Mar; IV.- Las playas marítimas, entendiéndose por tales las partes de tierra que por virtud de la marea cubre y descubre el agua, desde los límites de mayor reflujo hasta los límites de mayor flujo anuales; V.- La zona federal marítimo terrestre; [...]</p>	<p>Este precepto identifica claramente la naturaleza jurídica de los bienes en que se llevarán a cabo gran parte de las actividades y Obras consideradas por el Proyecto. En este acto, la Promovente declara sujetarse estrictamente a la regulación y normatividad aplicable a dichos bienes nacionales.</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 Proyecto da cumplimiento a este precepto toda vez que uno de los objetivos propios del Proyecto es recuperar la franja de 20 metros de ZOFEMAT a que se refiere este precepto, respecto de la ZOFEMAT ubicada frente al PROYECTO y que se ha ido perdiendo por los fenómenos erosivos y meteorológicos que han afectado la región. Para llevar a cabo las Obras y actividades planteadas por el Proyecto, el promovente previa obtención de la AIA del Proyecto por parte de esa DGIRA, solicitará los permisos de obras correspondientes ante la DGZFMTAC de la SEMARNAT para la realización de las obras en zona federal que plantea el Proyecto, particularmente por lo que se refiere al relleno de la playa situada frente al Hotel.</p>
<p><b>ARTÍCULO 124.- Sólo podrán realizarse obras para ganar artificialmente terrenos al mar, con la previa autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y con la intervención de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, las cuales determinarán la forma y términos para ejecutar dichas obras (...)</b>  <b>En las autorizaciones que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales otorgue a particulares para realizar obras tendientes a ganar terrenos al mar se establecerán los requisitos, condiciones técnicas y plazo para su realización, el monto de la inversión que se efectuará, el uso o aprovechamiento que se les dará, así como las condiciones de venta de la superficie total o parcial susceptible de</b></p>	<p>A través del presente documentos, se solicita la autorización a la SEMARNAT para recuperar el espacio de playa en la Zona Costera del municipio de Solidaridad, por lo que se da cumplimiento a lo establecido en este artículo.</p>

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
enajenarse, en las que se considerarán, en su caso, las inversiones realizadas por el particular en las obras.	

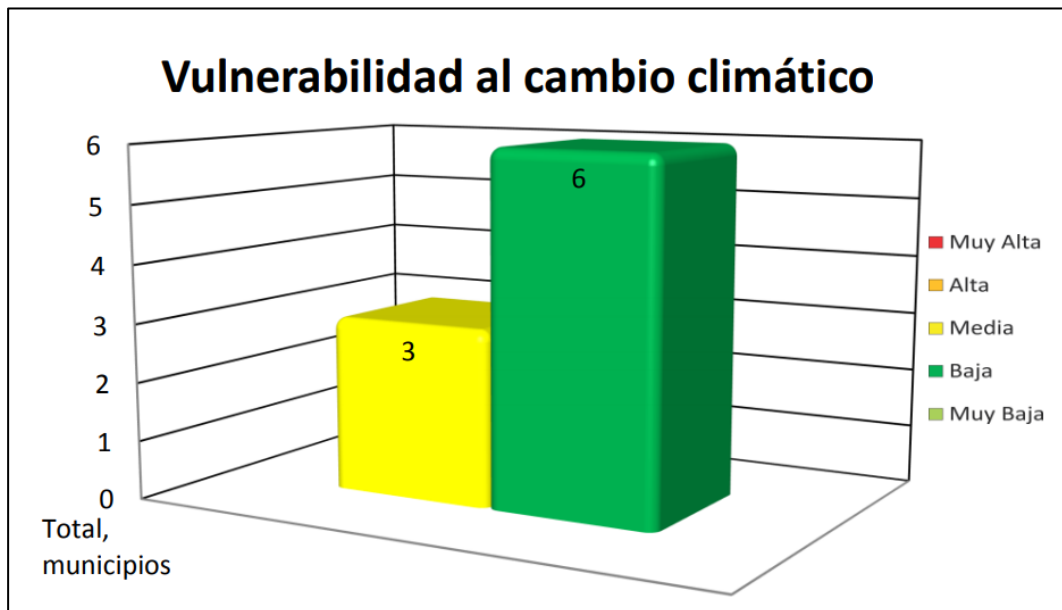
### 3.3.3.6. Ley General de Cambio Climático (LGCC)

La presente ley es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Esta Ley tiene como principal objetivo regular las emisiones para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera.

El Cambio Climático es la variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables

Por su parte, el *Atlas Climático*<sup>3</sup> de la Universidad Nacional Autónoma de México indica que en Quintana Roo no existen valores extremos de vulnerabilidad al cambio climático, sin embargo, es susceptible a la afectación de fenómenos naturales extremos. Asimismo, este documento identifica que la vulnerabilidad al cambio climático en los municipios del Estado de Quintana Roo es en su mayoría baja, conforme a lo establecido en la Figura 3. 2, recuperada del sitio <http://atlasclimatico.unam.mx/VulnerabilidadalCC/PDFs/QuintanaRoo.pdf>:

Figura 3. 2. Vulnerabilidad al Cambio Climático. Atlas Climático UNAM.



<sup>3</sup> Fernandez-Eguiarte A., J. Zavala-Hidalgo, R. Romero-Centeno 2018. Atlas Climático Digital de México. Centro de Ciencias de la Atmósfera. Universidad Nacional Autónoma de México. <http://uniatmos.atmosfera.unam.mx/>.

De esta forma, en 2013 se publicó el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Quintana Roo (PEACCQROO), el cual establece medidas de adaptación al cambio climático que serán vinculadas en su apartado respectivo.

**Tabla 3. 8. Vinculación del Proyecto con los artículos aplicables de la LGCC.**

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p><b>ARTÍCULO 2.-</b> Esta ley tiene por objeto:</p> <p>[...]</p> <p>IV. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno;</p>	<p>La empresa promovente presta especial atención en ser un Proyecto sustentable y ambientalmente viable. Es así, que el Proyecto contará con tecnología no contribuya de manera negativa al cambio climático. Asimismo, contará con distintas acciones encaminadas a la protección de los recursos naturales, descritas en el Capítulo 6 de la presente MIA.</p>
<p><b>Artículo 26.</b> En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de: [...]</p> <p>I. Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que los integran;</p> <p>II. Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad en general, en la realización de acciones para la mitigación y adaptación a los efectos adversos del cambio climático; [...]</p> <p>IV. Prevención, considerando que ésta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático; [...]</p> <p>VIII. Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause; [...]</p> <p>XI. Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, dando prioridad a los humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras, que brindan servicios ambientales, fundamental para reducir la vulnerabilidad, y</p> <p>XII. Compromiso con la economía y el desarrollo económico nacional, para lograr la sustentabilidad sin vulnerar su competitividad frente a los mercados internacionales.</p>	<p>Como se ha destacado a lo largo de este Capítulo 3 de esta MIA, las actividades y Obras que componen el Proyecto del Promovente, al constituirse como medidas de mitigación a los efectos del cambio climático, dan cumplimiento a los principios establecidos en este artículo de la LGCC.</p>
<p><b>ARTÍCULO 27.-</b> La política nacional de adaptación frente al cambio climático se sustentará en instrumentos de diagnóstico, planificación, medición, monitoreo, reporte, verificación y evaluación, tendrá como objetivos:</p> <p>I. Reducir la vulnerabilidad de la sociedad y los ecosistemas frente a los efectos del cambio climático;</p>	<p>Este Proyecto se somete a la Evaluación de Impacto Ambiental, misma que deriva de la política ambiental nacional, dirigida a minimizar y mitigar la posible afectación al ambiente por parte de las personas físicas y morales.</p>

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
II. Fortalecer la resiliencia y resistencia de los sistemas naturales y humanos; III. Minimizar riesgos y daños, considerando los escenarios actuales y futuros del cambio climático;	
<b>ARTÍCULO 29.-</b> Se considerarán acciones de adaptación: [...] IV. La conservación, el aprovechamiento sustentable, rehabilitación de playas, costas, zona federal marítimo terrestre, terrenos ganados al mar y cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas para uso turístico, industrial, agrícola, pesquero, acuícola o de conservación.	El Proyecto da cumplimiento a este artículo ya que el objetivo del primero es la rehabilitación de playas, costas, zona federal marítimo terrestre.

### 3.3.3.7. Ley de Puertos (LP)

**Tabla 3. 9.** Vinculación del Proyecto con los artículos aplicables de la LP.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<b>ARTÍCULO 16.-</b> La autoridad en materia de puertos radica en el Ejecutivo Federal, quien la ejercerá por conducto de la Secretaría, a la que, sin perjuicio de las atribuciones de otras dependencias de la Administración Pública Federal, corresponderá: [...]  VII. Autorizar las obras marítimas y el dragado con observancia de las normas aplicables en materia ecológica; [...]	El Proyecto dará cumplimiento a la LP una vez que obtenga la autorización de impacto ambiental de esa DGIRA de la SEMARNAT, toda vez que ésta es requisito indispensable para la obtención de la autorización de obras marítimas y extracción de arena que será ocupada para la rehabilitación y recuperación de la línea de costa y la playa planteadas por el Proyecto.

### 3.3.3.8. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

La Ley Federal de Responsabilidad Ambiental 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.

Esta norma señala que no se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría. Esto se cumple por medio de la presentación de esta MIA, además de no rebasar los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las Normas Oficiales Mexicanas.

Finalmente, en atención a la fracción III del Artículo 20 de este instrumento, la Supervisión Ambiental formará parte de un Órgano de Control Interno dedicado a la verificación del cumplimiento de las obligaciones derivadas de las diversas leyes, licencias, autorizaciones, permisos o concesiones ambientales, así como un sistema interno de gestión y capacitación ambiental en funcionamiento permanente.

### 3.3.3.9. Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas

Tabla 3. 10. Vinculación con la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p><b>ARTÍCULO 3.</b> - Es vertimiento en las zonas marinas mexicanas, cualquiera de los supuestos siguientes:                      (...)                      VI. La colocación de materiales u objetos de cualquier naturaleza, con el objeto de crear arrecifes artificiales, muelles, espigones, escolleras, o cualquier otra estructura, y                      VII. La resuspensión de sedimento, consistente en el regreso del sedimento depositado, a un estado de suspensión en el cuerpo de agua, por cualquier método o procedimiento, que traiga como consecuencia su sedimentación...</p>	<p>Debido a la naturaleza del Proyecto, se considera que se realizarán actividades de vertimiento en las zonas marinas mexicanas, específicamente por la instalación de rompeolas.</p>
<p><b>ARTÍCULO 18.</b> La Secretaría otorgará permiso para vertimiento a personas físicas o morales de nacionalidad mexicana o extranjeras, previo el cumplimiento de los requisitos que se establecen en la presente Ley, conforme a las Normas Oficiales Mexicanas, o en su caso, en función de la evaluación de los resultados de los estudios técnicos e información científica aplicable en la materia, que deberá presentar el interesado.</p>	<p>Una vez obtenida la autorización en materia de impacto ambiental, se solicitarán los permisos pertinentes ante la Secretaría de Marina.</p>

### 3.3.4. Reglamentos de Leyes

Debido a que los reglamentos contienen las disposiciones jurídicas de carácter general y con valor subordinado a la Ley de la que emanan, a continuación, se presenta la vinculación del Proyecto con los artículos aplicables de estos instrumentos.

### 3.3.4.1. Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA LGEEPA)

**Tabla 3. 11.** Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p><b>ARTÍCULO 5.</b> Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:</p> <p>A) HIDRÁULICAS (...)</p> <p>III. Proyectos de construcción de muelles, canales, escolleras, espigones, bordos, dársenas, represas, rompeolas, malecones, diques, varaderos y muros de contención de aguas nacionales, con excepción de los bordos de represamiento del agua con fines de abrevadero para el ganado, autoconsumo y riego local que no rebase 100 hectáreas; [...]</p> <p>Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS: 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 afecte ecosistemas costeros, con excepción de: [...]</p> <p>R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES...</p>	<p>La presentación de este documento representa el compromiso del Proyecto y su promovente para cumplir con lo dispuesto en esta norma jurídica.</p> <p>Cabe aclarar que en el Capítulo correspondiente se hará un análisis de los impactos ambientales y se establecerán las actividades pertinentes para su mitigación y compensación.</p>
<p><b>ARTÍCULO 10.</b> Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:</p> <p>I. Regional, o</p> <p>II. Particular.</p>	<p>Considerando las características del presente Proyecto sometido a la Evaluación de Impacto Ambiental, se deberá presentar una MIA en su modalidad Regional, dando cumplimiento a lo establecido en este artículo.</p>
<p><b>ARTÍCULO 11.</b> Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:</p> <p>(...)III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada</p>	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>Debido a que el Proyecto se encuentra dentro de este supuesto, la presente MIA se presenta en modalidad REGIONAL.</p>
<p><b>ARTÍCULO 13.</b> La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad Regional, deberá contener la siguiente información:</p>	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>El presente documento cumple con todos los puntos establecidos en el artículo 13, aquí vinculado.</p>

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<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 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>	

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

Tabla 3. 12. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGPGIR.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p><b>ARTÍCULO 35.</b> Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente:</p> <p>I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;</p> <p>II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante: [...]</p> <p>III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados.</p>	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>El Proyecto realizará la identificación y separación de los residuos conforme a este artículo.</p> <p>Para tal efecto se cumplirá con el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental del Proyecto, el cual contempla un Programa de Manejo Integral de Residuos y un Subprograma de Manejo de Residuos Peligrosos.</p>
<p><b>ARTÍCULO 42.</b> Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son:</p> <p>I. Gran generador: el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;</p> <p>II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en</p>	<p>De acuerdo a las características del Proyecto, se determina que no generará más de cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año, por lo que se encuentra en la categoría de microgenerador, por lo que el manejo de estos se realizará en apego a la legislación aplicable.</p>



Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y</p> <p>III. Microgenerador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.</p> <p>Los generadores que cuenten con plantas, instalaciones, establecimientos o filiales dentro del territorio nacional y en las que se realice la actividad generadora de residuos peligrosos, podrán considerar los residuos peligrosos que generen todas ellas para determinar la categoría de generación.</p>	
<p><b>ARTÍCULO 91.</b> La disposición final de residuos peligrosos puede realizarse en:</p> <p>Confinamiento controlado y confinamiento en formaciones geológicamente estables.</p>	<p>La disposición final de residuos peligrosos generados, se realizará a través de una empresa subcontratada especializada y autorizada por la SEMARNAT para el manejo y confinamiento de residuos peligrosos en un sitio autorizado por la autoridad ambiental federal, a la cual se le solicitará comprobante de su autorización previa contratación de servicios</p>

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

Tabla 3. 13. Vinculación del Proyecto con el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p><b>ARTÍCULO 26.- Toda solicitud de concesión en los términos de la Ley y del presente Capítulo, deberá hacerse por escrito ante la Secretaría, en original y dos copias proporcionando los datos y elementos siguientes...</b></p>	<p>El Proyecto cuenta con la concesión correspondiente, como se señala a lo largo de esta MIA-R.</p>
<p><b>ARTÍCULO 31.- [...]</b>                      Cuando se pretendan realizar obras en la zona federal marítimo terrestre, en los terrenos ganados al mar o en el predio colindante con dichos bienes ya sea directamente o a través de filiales o empresas del mismo grupo y alcancen una inversión de cuando menos doscientas mil veces el salario mínimo general vigente en el Distrito Federal, la Secretaría podrá otorgar un permiso hasta por dos años para la realización de las mismas, en la parte de terrenos de su competencia; dicho término podrá prorrogarse por un término igual al establecido [...]</p>	<p>Una vez que el Proyecto sea autorizado en materia de Impacto Ambiental, se gestionará y obtendrá la autorización para realización de obras en la ZOFEMAT conforme a lo establecido en este artículo.</p>

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p><b>ARTÍCULO 34.-</b> Los concesionarios o permisionarios podrán solicitar por escrito a la Secretaría, las modificaciones de las bases y condiciones conforme a las cuales se otorgó la concesión o permiso. En los casos procedentes, la Secretaría aprobará la modificación solicitada aplicando en lo conducente, las disposiciones contenidas en este Reglamento [...]</p>	<p>Una vez que se concluya el Proyecto, se llevarán a cabo los trámites y gestiones necesarios para la modificación de las bases de los títulos de concesión de ZOFEMAT correspondientes a la ZOFEMAT del Hotel Secrets, a efecto de regularizar su situación y que tales títulos de concesión sean modificados para reflejar la situación real de la ZOFEMAT una vez que ésta sea rehabilitada mediante el Proyecto, con fundamento en la disposición legal en comento.</p>
<p><b>ARTÍCULO 55.-</b> De conformidad con lo dispuesto en el segundo párrafo del artículo 5o. de este Reglamento, compete a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes ("SCT"), otorgar concesiones, permisos y autorizaciones para el uso, aprovechamiento, ocupación y construcción de obras en el mar territorial, en las playas, la zona federal marítimo terrestre y los terrenos ganados al mar, a cualquier depósito que se forme con aguas marítimas, lacustres o fluviales cuando formen parte de los recintos portuarios o se utilicen como astilleros, varaderos, diques para talleres de reparación naval, muelles y demás instalaciones a las que se refiere la Ley de Navegación y Comercio Marítimos [...]</p>	<p>Una vez autorizado el Proyecto en materia de impacto ambiental, la Promovente gestionará y obtendrá los permisos necesarios ante la SCT para llevar a cabo las obras en mar territorial que prevé esta MIA, cumpliendo con esta disposición legal.</p>

### 3.3.5. Leyes y Reglamentos Estatales

#### 3.3.5.1. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente de Quintana Roo

Esta norma tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable, y regular las acciones tendentes a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como las de protección del ambiente del Estado de Quintana Roo. Considerando la naturaleza y las características del Proyecto, es facultad de la Federación regular y autorizar las obras y actividades que conforman la **RECUPERACIÓN Y ESTABILIZACIÓN DE PLAYA EN EL DESARROLLO SECRETS**.

Sin perjuicio de lo anterior, se atenderán los lineamientos referentes a la prevención y control de la contaminación del agua, conforme a lo establecido en el artículo 119 de esta Ley.

3.3.5.2. Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo (LPGIR QROO)

Tabla 3. 14. Vinculación del Proyecto con la Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p><b>ARTÍCULO 40.</b> La clasificación de los productos que al desecharse se convierten en Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial que serán sujetos a los planes de manejo establecidos en la presente Ley, se determinarán en el listado que para tal efecto expedirá el Ejecutivo del Estado.</p>	<p>En caso de generar residuos de esta índole, se atenderá la clasificación y especificaciones contenidas en esta Ley.</p>
<p><b>ARTÍCULO 57.-</b> 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: (...) II. Residuos de servicios de salud, generados por los establecimientos que realicen actividades médico-asistenciales a las poblaciones humanas o animales, centros de investigación, con excepción de los biológico-infecciosos;</p>	<p>Se tendrá un sistema estricto de gestión de residuos, apegándose a lo establecido en el <b>Sistema de Manejo y Gestión Ambiental (SMGA)</b> elaborado específicamente para el Proyecto.</p>
<p><b>ARTÍCULO 63.-</b> En términos de la legislación federal y de esta Ley y su Reglamento, los generadores o poseedores de Residuos de Manejo Especial están obligados a: I.- Inscribirse en el padrón que establezca la Secretaría, mecanismo que se realizará a través de una solicitud formal a esta dependencia estatal; II.- Identificar, clasificar y separar los Residuos; III.- Elaborar un Plan de Manejo de acuerdo a la naturaleza de los Residuos; IV.- Presentar el Plan de Manejo ante la Secretaría, para su revisión y en su caso aprobación; V.- Presentar los permisos de las autoridades locales para el desarrollo de alguna actividad ligada con el manejo de los Residuos; VI.- Presentar un informe anual y elaborar una bitácora que se conservará y mantendrá durante los dos años posteriores al período anual que cubren, para la disposición de las autoridades competentes, en los que se asienten los datos acerca de la generación y el manejo integral a las que sujetarán sus Residuos, esta información se presentará a través de la Cédula de Desempeño Ambiental. Esta información será necesaria para integrar el Sistema Estatal de Información sobre la prevención y la Gestión Integral de Residuos y la remediación de la contaminación de suelos; VII.- Previa aprobación, almacenar temporalmente los Residuos dentro de sus instalaciones, de</p>	<p>Se cumplirán las obligaciones establecidas en este artículo, además de cerciorarse que la o las empresas encargadas de la disposición final de los residuos peligrosos y de manejo especial cumplan con los mismos.</p>

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>acuerdo con las medidas de seguridad que correspondan, según sus características y los tiempos que establezcan los ordenamientos jurídicos correspondientes. En cualquier caso, deberá prevenirse la generación de lixiviados y su infiltración en los suelos, así como el arrastre por el agua de lluvia o por el viento de tales Residuos, y disponer de los medios para contener fugas, derrames o incendios;</p> <p>VIII.- Prevenir la contaminación de suelos al cierre o suspensión de operaciones;</p> <p>IX.- Evitar la disposición final de subproductos valorizables cuando sea técnica y económicamente factible o se cuente con planes de manejo específicos para ellos;</p> <p>X.- Utilizar solamente empresas registradas o autorizadas por las autoridades competentes, según corresponda, para el Manejo Integral de sus Residuos, y</p> <p>XI.- Cualquier otra recomendación que la autoridad competente considere</p>	

### 3.3.5.3. Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático en Quintana Roo

El Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Quintana Roo (PEACCQR) retoma diversas acciones, estrategias y recomendaciones vertidas desde hace una más década en diferentes instrumentos para ligarlas en un Plan de acción de mediano plazo orientado de manera específica para brindar alternativas de solución a los problemas consecuencia de los efectos del cambio climático que ya hoy se presentan en el estado y al mismo tiempo sentar las bases de un manejo de los recursos en un contexto que prevea los efectos de dicho cambio climático sobre la población, las actividades económicas y los recursos naturales de Quintana Roo.

En este tenor, el PEACCQR establece Medidas de adaptación al Cambio Climático dirigidas a diversos entes gubernamentales para los diferentes sectores productivos, incluyendo, el sector turístico.

Sin perjuicio de que las medidas recién descritas consideren como responsables a las autoridades pertinentes, la empresa promotora considerará su implementación dentro del desarrollo del Proyecto, como por ejemplo las siguientes acciones:

Tabla 3. 15. Medidas de adaptación al Cambio Climático (Turismo).

Efecto del Cambio Climático en:	Medidas de adaptación	Vinculación con el Proyecto
Daños a Infraestructura	Promover la elaboración de normas y reglamentos específicos para estudios, proyectos, construcción e instalaciones de infraestructura adaptada a los efectos del cambio climático (aumento en la incidencia de huracanes, inundaciones, aumento de temperatura, etc.)	El Proyecto cumple con esta medida de forma indirecta, apegándose a lo establecido en la diversa normatividad dirigida a las especificaciones para la infraestructura y su adaptabilidad al Cambio Climático.
	Fomentar entre el sector turístico el uso de buenas prácticas ambientales para la planeación, diseño y construcción sustentable.	El Proyecto contempla la aplicación de buenas prácticas ambientales dentro de sus diversas etapas, así como una posible certificación ambiental durante la etapa de operación.

### 3.3.6. Planes y Programas Sectoriales y de Desarrollo

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

#### 3.3.6.1. Plan Nacional de Desarrollo (PND)

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

En este sentido, la Carta Magna faculta al Ejecutivo Federal para establecer los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del plan y los programas de desarrollo. Bajo tal tesitura, el Plan Nacional de Desarrollo (PND) es un instrumento para enunciar los problemas nacionales y enumerar las soluciones en una proyección sexenal. El **PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024** fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 12 de julio de 2019. Dicho instrumento contempla una serie de lineamientos cuyos principios rectores son los siguientes:

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

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

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

### *3.3.6.2. Programa Sectorial de Turismo 2013-2018 (PROSECTUR)*

El PROSECTUR 2013-2018 se inscribe en el esfuerzo de planeación estratégica de la Administración Pública Federal y se deriva del PND 2013-2018, específicamente del objetivo 4.11 que dispone, “Aprovechar el potencial turístico de México para generar una mayor derrama económica en el país”, del cual se desprenden cuatro estrategias a seguir:

- Impulsar el ordenamiento y la transformación del sector turístico
- Impulsar la innovación de la oferta y elevar la competitividad del sector turístico
- Fomentar un mayor flujo de inversiones y financiamiento en el sector turismo y la promoción eficaz de los destinos turísticos
- Impulsar la sustentabilidad y que los ingresos generados por el turismo sean fuente de bienestar social.

De esta manera, el PROSECTUR hace hincapié en la necesidad de establecer no solo modelos de desarrollo de bajo impacto ambiental, sino desarrollos integrales que permitan enfrentar los grandes desafíos nacionales, un esquema que armonice las condiciones ambientales con los intereses de inversión, delimitando con claridad las capacidades de carga y propiciando las facilidades para el cumplimiento de un marco legal moderno que responda a las exigencias del cambio climático”.

Es así, que mediante el desarrollo del presente Proyecto se da cumplimiento y coadyuba con la autoridad a cumplir las metas establecidas en este Programa.

### 3.3.6.3. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (“PROMARNAT”) se inscribe en el esfuerzo de planeación estratégica de la Administración Pública Federal y se deriva del PND 2013-2018, estableciendo los objetivos específicos que el sector medio ambiente debe cumplir conforme al citado Plan y la política de planeación de la actual administración en materia ambiental.

Al respecto el PROMARNAT establece diversos objetivos generales que son congruentes y consistentes con el Proyecto por la naturaleza de las Obras y Actividades que éste plantea, los cuales se enuncian a continuación:

- Objetivo 2. Incrementar la resiliencia a efectos del cambio climático;
- Objetivo 4. Recuperar la funcionalidad de cuencas y paisajes a través de la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable del patrimonio natural; y
- Objetivo 5. Detener y revertir la pérdida de capital natural y la contaminación del agua, aire y suelo.

Respecto del Objetivo 2 del PROMARNAT se plantean las siguientes estrategias y líneas de acción:

- a) Estrategia 2.1. Incrementar la resiliencia ecosistémica y disminuir la vulnerabilidad de la población, infraestructura y servicios al cambio climático.
  - i) Línea de acción 2.1.2. Promover el fortalecimiento e inclusión de criterios de adaptación en infraestructura estratégica en sectores industriales y servicios.

En relación con el Objetivo 4 del PROMARNAT antes referido, se señalan las siguientes estrategias y líneas de acción:

- a) Estrategia 4.1 Fomentar la conservación y restauración de los ecosistemas y su biodiversidad, para mantener el patrimonio natural y sus servicios ambientales.
  - i) Línea de acción 4.1.6. Fomentar la restauración de ecosistemas, para mantener y restablecer sus funciones, asegurando su conectividad y provisión de servicios ambientales.

Como se desprende lo anterior, el Proyecto es totalmente consistente y congruente con los objetivos, estrategias y líneas de acción que plantea el PROMARNAT; estableciendo amplias áreas de conservación que permiten la continuidad de los ecosistemas en el Sistema Ambiental Regional, además de prever un desarrollo sustentable por medio de la correcta planeación y diseño armónico con el medio que lo rodea.

### **3.3.7. Áreas Naturales Protegidas**

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

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

Por su ubicación geográfica, el Proyecto no se localiza dentro del polígono de áreas naturales protegidas de carácter estatal o municipal (Figura 3. 3), sin embargo, las obras correspondientes al relleno de playa y la construcción de los rompeolas en el área marina se ubican en la zona de influencia de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano (RBCM), y el banco marino Mamitas 3, seleccionado para la extracción de arena se encuentra en la Zona de Amortiguamiento, Subzona de Uso Público Playa del Carmen y Tulum-Sian Ka'an de esta Reserva (Figura 3. 4).



Figura 3. 3. Ubicación del Proyecto y su colindancia con las ANP Estatales.

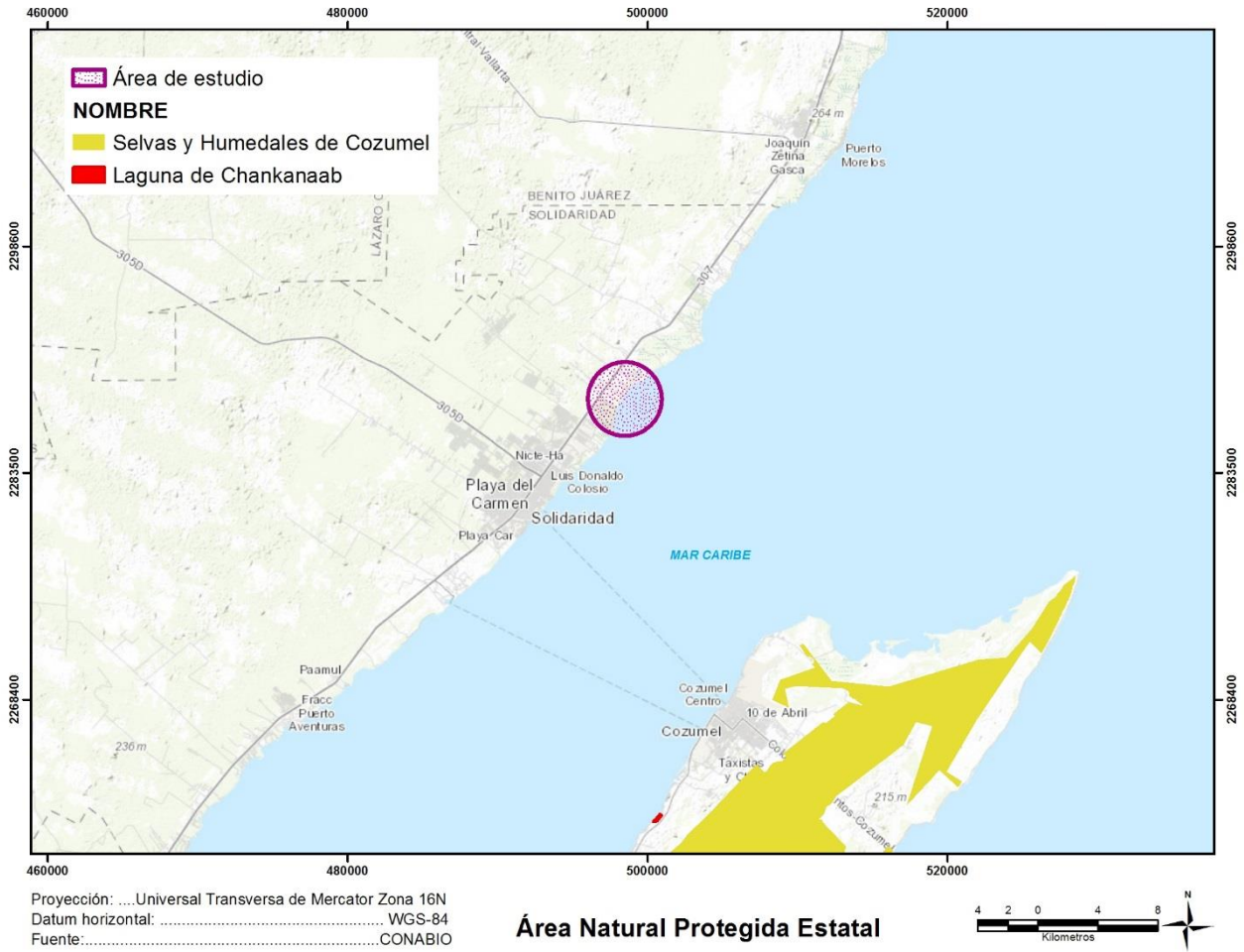
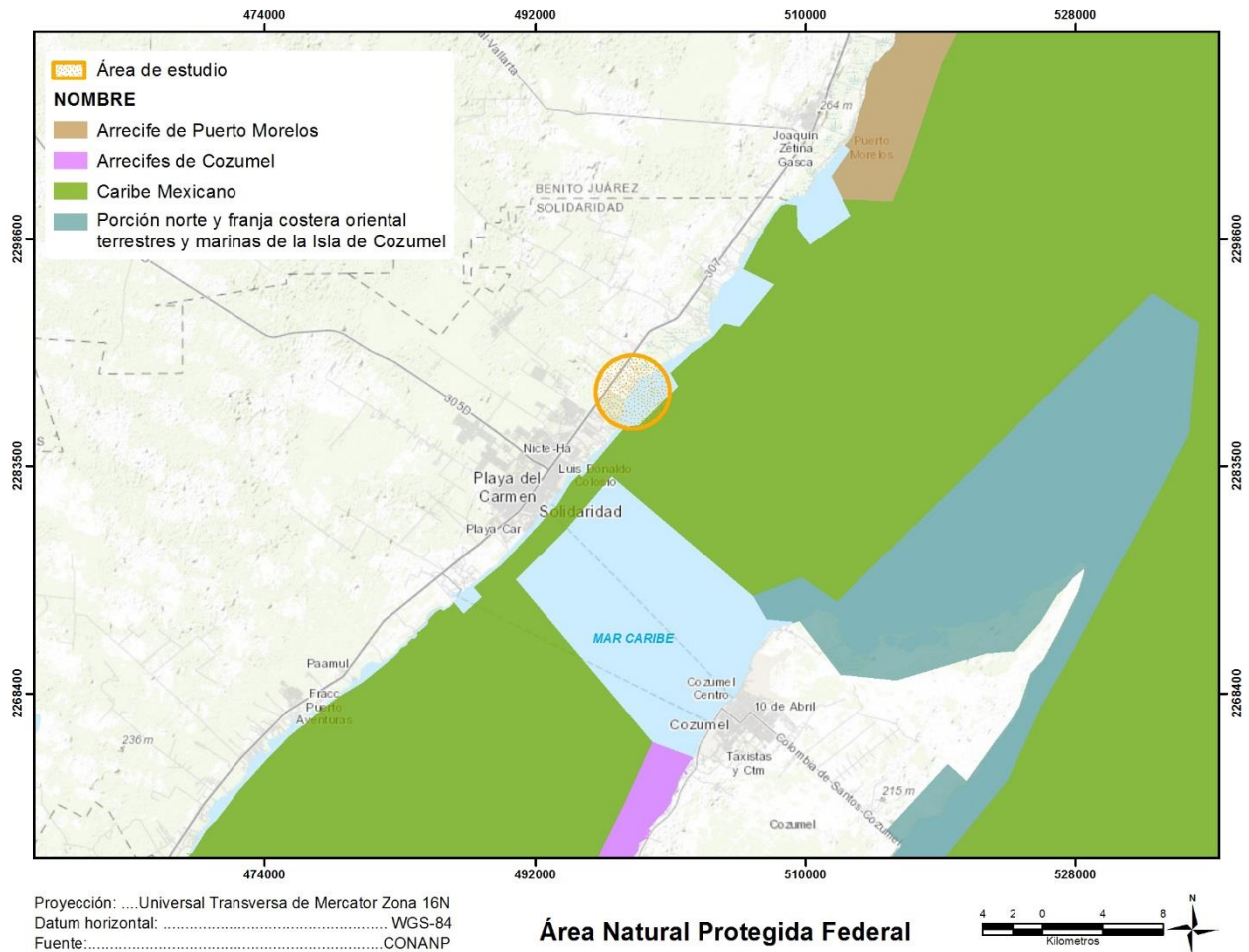


Figura 3. 4. Ubicación del Proyecto y su colindancia con las ANP Federales.

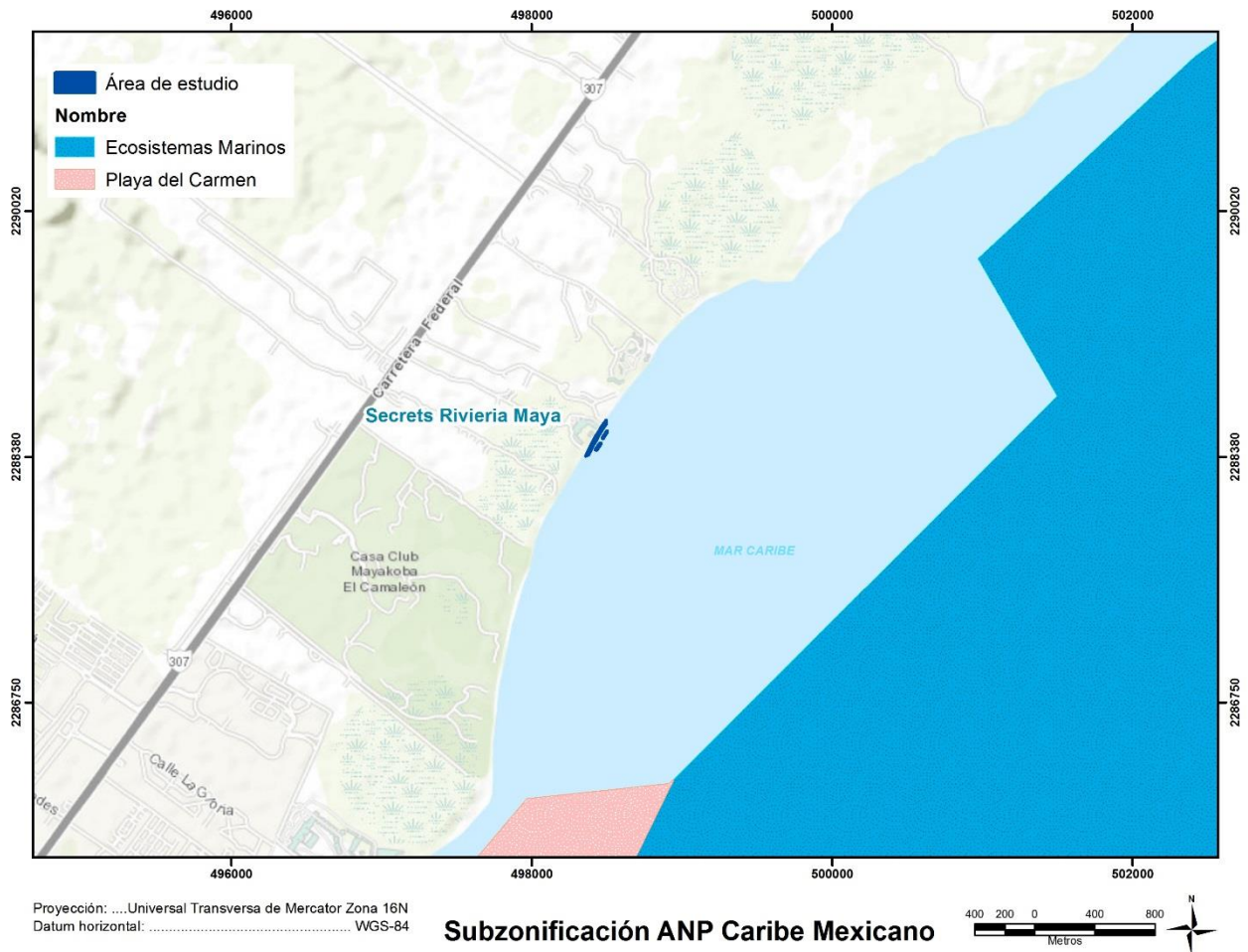


### 3.3.7.1. Decreto Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano

El Artículo 3, Fracción XIV del Reglamento de la LGEEPA en materia de Áreas Naturales Protegidas, introduce un concepto que resulta relevante para el caso en cuestión, éste, define la zona de influencia del Área Natural Protegida como: “Superficies aledañas a la poligonal de un área natural protegida que mantienen una estrecha interacción social, económica y ecológica con ésta”. Dicho concepto toma su importancia debido a que, a pesar de no ser un elemento constitutivo de la delimitación legal del Área Natural Protegida, guarda una relación estrecha e íntimamente ligada a todos sus elementos, por lo que el Artículo 74 de la misma Ley establece que el plan de manejo que sea expedido para regular las actividades dentro de cada una de las ANP deberá determinar la extensión y delimitación de la zona de influencia del área protegida respectiva.

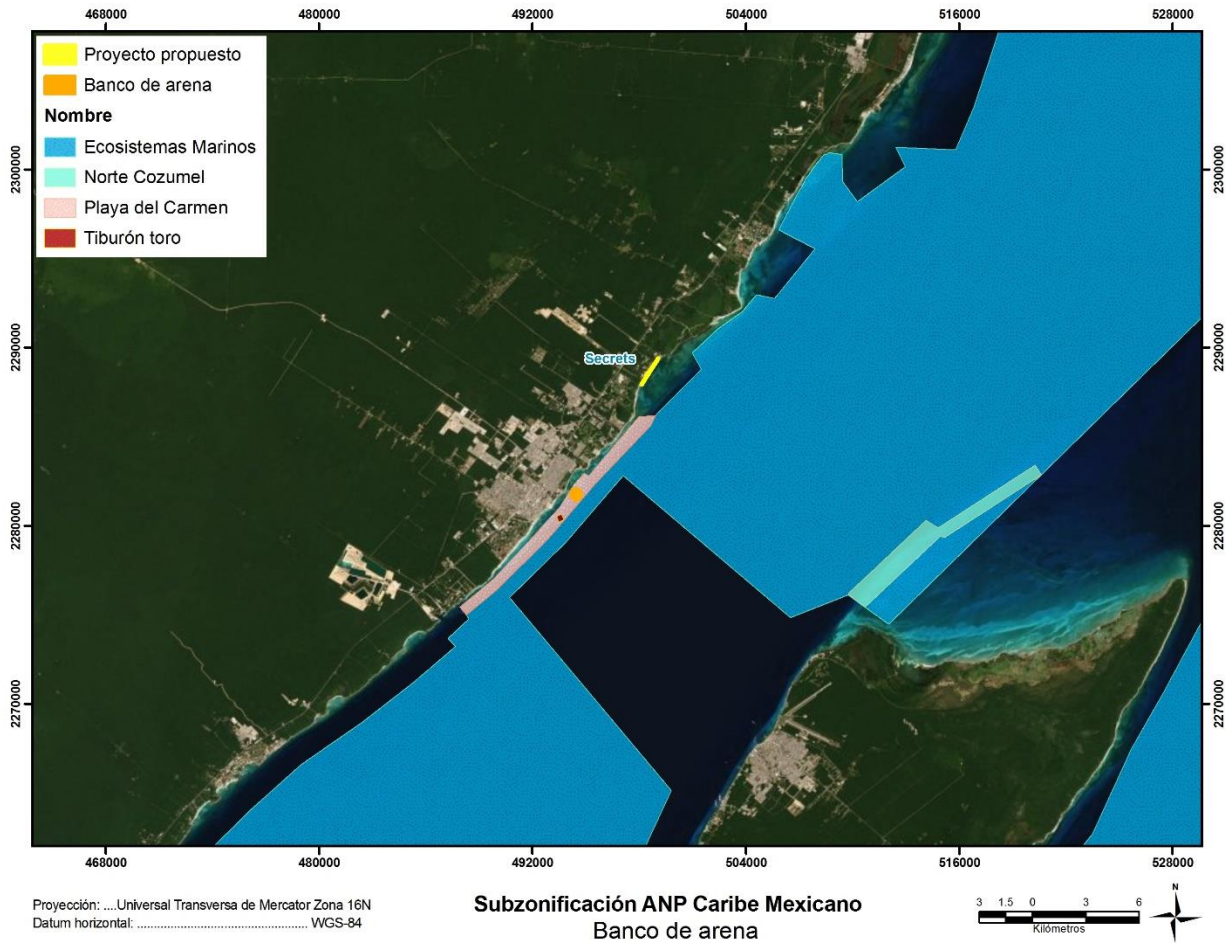
Por su ubicación, las obras y actividades relacionadas con el relleno de playa y la construcción de los rompeolas no inciden dentro del área de la RBCM, como se aprecia en la Figura 3. 5.

Figura 3. 5. Ubicación del Proyecto y su cercanía con subzonificación de la Reserva de la Biósfera Caribe Mexicano.



Sin embargo, el banco marino Mamitas 3, seleccionado para la extracción de arena se encuentra en la Zona de Amortiguamiento, Subzona de Uso Público Playa del Carmen y Tulum-Sian Ka'an de esta ANP, tal como se muestra en Figura 3. 6.

Figura 3. 6. Ubicación del banco de arena respecto a la zonificación de la RBCM, Subzona de Uso Público Playa del Carmen y Tulum-Sian Ka'an.



Con lo anterior en consideración, se vincula el Proyecto con los artículos directamente aplicables del Decreto de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano considerando a las obras del Proyecto en la zona de amortiguamiento del ANP.

Tabla 3. 16. Vinculación del Proyecto con el Decreto Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

DECRETO RESERVA DE LA BIOSFERA CARIBE MEXICANO
<p><b>ARTÍCULO 7.</b> Dentro de la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, podrán realizarse las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>I. Investigación y colecta científicas;</li> <li>II. Monitoreo ambiental;</li> <li>III. Educación ambiental;</li> <li>IV. Turísticas;</li> <li>V. Turismo náutico;</li> <li>VI. Aprovechamiento no extractivo de la vida silvestre;</li> <li>VII. Aprovechamiento extractivo de vida silvestre;</li> <li>VIII. Pesca y acuacultura;</li> <li>IX. Restauración de ecosistemas, reintroducción y repoblación de especies;</li> </ul>

## DECRETO RESERVA DE LA BIOSFERA CARIBE MEXICANO

X. Erradicación o control de especies de vida silvestre que se tornen perjudiciales;  
XI. Construcción de instalaciones de apoyo a la investigación, monitoreo y educación ambientales; así como para el turismo, el turismo náutico y para la administración y vigilancia del área natural protegida;  
XII. Instalación de señalización marítima;  
XIII. Mantenimiento de la infraestructura fija existente;  
XIV. Mantenimiento y desarrollo de infraestructura portuaria;  
XV. Construcción de infraestructura exclusivamente cuando conforme a las atribuciones de la Secretaría de Marina, se requiera para la defensa exterior y coadyuvancia en la seguridad interior del país o para atender una situación de emergencia;  
XVI. Mantenimiento y dragado de los canales de navegación;  
XVII. Extracción de arena, siempre y cuando cuente con la autorización en materia de impacto ambiental;  
XVIII. Navegación de embarcaciones;  
XIX. Regatas o competencias deportivas náuticas;  
XX. Instalación de arrecifes artificiales promotores de nuevos hábitats para la flora y fauna marina, así como para los proyectos de recuperación de playas, y  
XXI. Las demás previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, de acuerdo con la subzona en donde se pretendan realizar, así como las consideradas como permitidas en las reglas de carácter administrativo contenidas en el Programa de Manejo correspondiente.  
Para las actividades a que se refiere el presente artículo y que requieran de autorización, la unidad administrativa correspondiente deberá contar con la opinión previa de la Comisión y, en todo caso, las autoridades competentes deberán observar los plazos de respuesta previstos en la normatividad aplicable.

Se cumple toda vez que el motivo de la presente MIA es someter a evaluación y obtención de la autorización de impacto ambiental de esta DGIRA de la SEMARNAT, la extracción de arena que será ocupada para la rehabilitación y recuperación de la línea de costa y la playa planteada por el Proyecto.

**ARTÍCULO 8.** El uso y aprovechamiento de los recursos naturales dentro de la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, se realizará de conformidad con la subzonificación correspondiente y se sujetará a las siguientes modalidades:

- I. Las actividades de observación, investigación científica, colecta científica, monitoreo ambiental y educación ambiental, se llevarán a cabo de tal forma que no alteren los ecosistemas, los hábitats o la viabilidad de las especies de vida silvestre;
- II. El desarrollo de actividades de turismo terrestre o turismo náutico pueden llevarse a cabo respetando la capacidad de carga o límite de cambio aceptable de los ecosistemas, evitando en todo momento la fragmentación o la alteración de los elementos naturales que lo conforman;
- III. Los aprovechamientos no extractivos distintos a los enunciados en las fracciones I y II del presente artículo, se realizarán manteniendo los procesos ecológicos esenciales y ayudando a conservar los recursos naturales y la diversidad biológica;
- IV. La pesca y acuicultura en todas sus modalidades se realizarán manteniendo el equilibrio ecológico de la subzona en la que, conforme al Programa de Manejo, dicha actividad esté permitida y siempre que se cuente con la autorización respectiva de la dependencia correspondiente, conforme a la legislación aplicable, respetando las épocas y zonas de veda;
- V. La pesca de consumo doméstico sólo podrá efectuarse con redes y líneas manuales que pueda utilizar individualmente el pescador;
- VI. Las actividades pesqueras se realizarán sujetándose a lo previsto en la Norma Oficial Mexicana NOM-064-SAG/PESC/SEMARNAT-2013, Sobre sistemas, métodos y técnicas de captura prohibidos en la pesca en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, o la Norma Oficial Mexicana que la sustituya;
- VII. La agricultura y ganadería se realizarán únicamente en las subzonas en que, conforme a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se permitan el desarrollo de tales actividades, procurando en todo momento la conservación de los ecosistemas y especies de vida silvestre existentes en el área;

## DECRETO RESERVA DE LA BIOSFERA CARIBE MEXICANO

VIII. La restauración de ecosistemas se llevará a cabo con la finalidad de prevenir la afectación en la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos, o de los servicios ecosistémicos o propiciar, en su caso, la recuperación de ambos;

IX. La erradicación o control de especies de vida silvestre que se tornen perjudiciales, se realizará conforme a las medidas que para tal efecto autorice la Secretaría, con la finalidad de prevenir la afectación en la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos, o de los servicios ecosistémicos o propiciar, en su caso, la recuperación de ambos;

X. La reintroducción de vida silvestre se realizará con fines de repoblación de las especies nativas de ejemplares de la misma especie o subespecie, según sea el caso, para reforzar una población silvestre disminuida; o restituir una población desaparecida o en recuperación, siempre que con dicha reintroducción no se afecte a otras especies existentes en el área, incluidas aquellas que se encuentren en alguna categoría de riesgo;

XI. Respetar la señalización marítima, rutas de navegación y áreas de fondeo ya establecidas por las autoridades competentes y por el Programa de Manejo;

XII. El mantenimiento y construcción de infraestructura se realizarán únicamente en las subzonas en las que el Programa de Manejo lo permita y se ejecutarán conforme a las reglas específicas que dicho programa prevea;

XIII. La construcción de instalaciones de apoyo para las actividades permitidas dentro de la zona de amortiguamiento se ejecutarán de acuerdo a lo previsto en las reglas específicas para cada una de esas actividades, y

XIV. Las demás modalidades que la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente establece para las subzonas correspondientes.

A pesar de que parte de las obras y actividades del Proyecto no se encuentra en la Zona de Amortiguamiento, se dará cumplimiento a este artículo, debido a que el mejoramiento de la línea de costa se llevará a cabo con la finalidad de prevenir la afectación en la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos.

**ARTÍCULO 9.** Dentro de la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, queda prohibido:

I. Arrojar, verter, almacenar, descargar o depositar desechos derivados de actividades altamente riesgosas en virtud de las características corrosivas, reactivas, radioactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, que pueden afectar el equilibrio ecológico o el ambiente; así como desechar otras sustancias contaminantes como insecticidas, fungicidas y pesticidas, o los envases que las contienen;

II. Construir confinamientos o terminales de almacenamiento de materiales y sustancias peligrosas;

III. Construir sitios de disposición final o rellenos sanitarios de residuos sólidos, salvo el mantenimiento y mejoramiento de los existentes;

IV. Emplear equipos y artes de pesca fijas permanentes o de arrastre sobre el fondo marino, salvo para la pesquería de camarón en la zona Noroeste de Isla Contoy, y para la instalación del arte de pesca conocida como "casita cubana" para la pesca de langosta en la Laguna Chacmochuch;

V. Utilizar sistemas, métodos y técnicas de captura prohibidos en la pesca en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-064-SAG/PESC/SEMARNAT-2013 o la Norma Oficial Mexicana que la sustituya;

VI. Introducir especies exóticas invasoras;

VII. Alimentar, tocar o perseguir a los ejemplares de la vida silvestre, salvo que se cuente con la autorización correspondiente;

VIII. Colocar iluminación dirigida hacia el mar y las playas, que altere el ciclo reproductivo de las tortugas marinas, así como su ingreso o tránsito; a excepción del señalamiento marítimo que determine la autoridad competente;

IX. Remover el fondo marino o generar la suspensión de sedimentos, aguas fangosas o limosas sobre los ecosistemas costeros, salvo para recuperación de playas y arrecifes artificiales que cuenten con la autorización correspondiente;

X. Usar explosivos, salvo para las actividades que en el ejercicio de sus atribuciones requiera la Secretaría de Marina;

DECRETO RESERVA DE LA BIOSFERA CARIBE MEXICANO
<p>XI. Realizar exploración y explotación tanto minera como de hidrocarburos y extracción de material pétreo;                      XII. Carga, descarga, recarga y almacenamiento de hidrocarburos en zonas arrecifales;                      XIII. Verter aguas de lastre y achicar sentinas, salvo en situaciones de emergencia cuando se trate de embarcaciones mayores, y                      XIV. Las demás que ordenen las leyes generales del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; de Vida Silvestre; de Pesca y Acuicultura Sustentables, y demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.</p>
<p>Se cumple toda vez que el Proyecto no pretende realizar ninguna de las obras señaladas en este ARTÍCULO 9. De manera particular, en lo referente a su fracción IX con las actividades planteadas se valora la suspensión de sedimentos, sin embargo, esto se deberá a las acciones de recuperación de playa que se someten a evaluación de impacto ambiental por medio de esta Manifestación, además de que se contarán con las medidas requeridas para prevenir afectación a los ecosistemas involucrados, de modo que no se contraviene lo establecido en esta fracción.</p>
<p><b>ARTÍCULO 10.</b> Quienes realicen actividades dentro de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, estarán obligados a conservar el área de acuerdo con lo dispuesto en el presente Decreto, el Programa de Manejo a que se refiere el Artículo Décimo Quinto del presente instrumento y las disposiciones jurídicas aplicables.</p>
<p>Se cumple pues en la realización del Proyecto se está considerando lo dispuesto en el Decreto, el Programa de Manejo de esta ANP y las demás disposiciones jurídicas.</p>

En este sentido, la Subzona de Uso Público Playa del Carmen y Tulum-Sian Ka'an, presenta la tabla donde se describen las actividades permitidas y no permitidas, cuya vinculación se presenta a continuación:

**Tabla 3. 17. Vinculación del Proyecto con las actividades del ANP.**

SUBZONA DE USO PÚBLICO PLAYA DEL CARMEN Y TULUM-SIAN KA'AN	
Actividades permitidas	Vinculación
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Colecta científica de ejemplares de la vida silvestre</li> <li>2. Colocación e instalación de arrecifes y hábitats artificiales</li> <li>3. Educación ambiental</li> <li><b><u>4. Extracción de arena siempre y cuando cuente con la autorización en materia de impacto ambiental, únicamente en el polígono de Playa del Carmen</u></b></li> <li>5. Filmaciones, actividades de fotografía, captura de imágenes o sonidos</li> <li>6. Investigación científica</li> <li>7. Mantenimiento y desarrollo de infraestructura portuaria</li> <li>8. Monitoreo del ambiente</li> <li>9. Navegación</li> <li>10. Pesca comercial</li> <li>11. Pesca deportivo-recreativa en su modalidad captura y liberación, únicamente en el polígono de Playa del Carmen</li> <li>12. Pesca de fomento</li> <li>13. Turismo de bajo impacto ambiental: Banana y parasail, únicamente en el polígono de Playa del Carmen; Buceo autónomo, Buceo tipo snuba, Buceo libre en su modalidad esnórquel, Kayak, kitesurf,</li> </ol>	<p>El presente Proyecto se presenta a evaluación de Impacto Ambiental, entre otras obras y actividades, para <b>solicitar la autorización de extracción de arena</b> en el polígono descrito en el Capítulo 2, dando cumplimiento a lo establecido en esta lista.</p> <p>Asimismo, y como se puede corroborar en la Figura 3. 6, el área en donde se realizará la extracción de arena pertenece a la Subzona de Uso Público Playa del Carmen y Tulum-Sian Ka'an, por lo que se asegura su compatibilidad.</p>

SUBZONA DE USO PÚBLICO PLAYA DEL CARMEN Y TULUM-SIAN KA'AN	
paddle board, velerismo, tabla vela o similares; y Observación de vida silvestre.	
Actividades no permitidas	Vinculación
<p>1. Acuicultura</p> <p>2. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de especies silvestres, flujos hídricos, hábitats de pastos marinos y de humedales y manglares</p> <p>3. Capturar, tocar, remover, extraer, retener o apropiarse de vida silvestre, salvo para colecta e investigación científica, pesca comercial de escama, pesca deportivo-recreativa en su modalidad captura y liberación, pesca de fomento y monitoreo del ambiente</p> <p>4. Construcción de infraestructura, salvo para la instalación de hábitats artificiales</p> <p>5. Interrumpir, desviar, rellenar o desecar flujos hídricos</p> <p>6. Introducir especies exóticas, incluyendo las invasoras</p> <p>7. Realizar actividades comerciales (venta de alimentos y artesanías)</p> <p>8. Realizar cualquier actividad de limpieza y achicamiento de sentinas de embarcaciones</p> <p><b><u>9. Remover el fondo marino o generar la suspensión de sedimentos, salvo para recuperación de playas y colocación e instalación de arrecifes y hábitats artificiales</u></b></p> <p>10. Usar explosivos o cualquier otra sustancia que pueda ocasionar alguna alteración a los ecosistemas</p> <p>11. Usar lámparas o cualquier otra fuente de luz directa para la observación de especies de fauna, salvo para colecta científica y monitoreo del ambiente</p> <p>12. Verter o descargar cualquier tipo de desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos o cualquier otro tipo de contaminante, al medio natural marino</p>	<p>Se da cumplimiento a lo establecido en esta lista, ya que el Proyecto configura la excepción descrita en el concepto número 9, considerando que la naturaleza y objetivo primordial de la <b>RECUPERACIÓN Y ESTABILIZACIÓN DE PLAYA EN EL DESARROLLO SECRETS</b> es recuperar la línea de costa, playa y duna costera.</p>

De esta forma, se da cumplimiento a lo establecido en este Decreto y su Programa de Manejo.

### 3.3.8. Cumplimiento de la normatividad relativa al Ordenamiento Ecológico del Territorio

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece en su artículo 26 que el Estado Mexicano organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional, señalando mecanismos de participación que acumulen las demandas de la sociedad para ser incorporadas a un plan y programas de desarrollo al que se someterán los programas de la Administración Pública Federal al cual también se apegaran estados y municipios.



Asimismo, y tal como lo prevé el artículo 2º de la Ley de Planeación, el Sistema Nacional de Planeación deberá llevarse a cabo como un medio para el eficaz desempeño de la responsabilidad del Estado sobre el desarrollo integral y sustentable del país, y deberá tender a la consecución de los fines y objetivos políticos, sociales, culturales y económicos contenidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

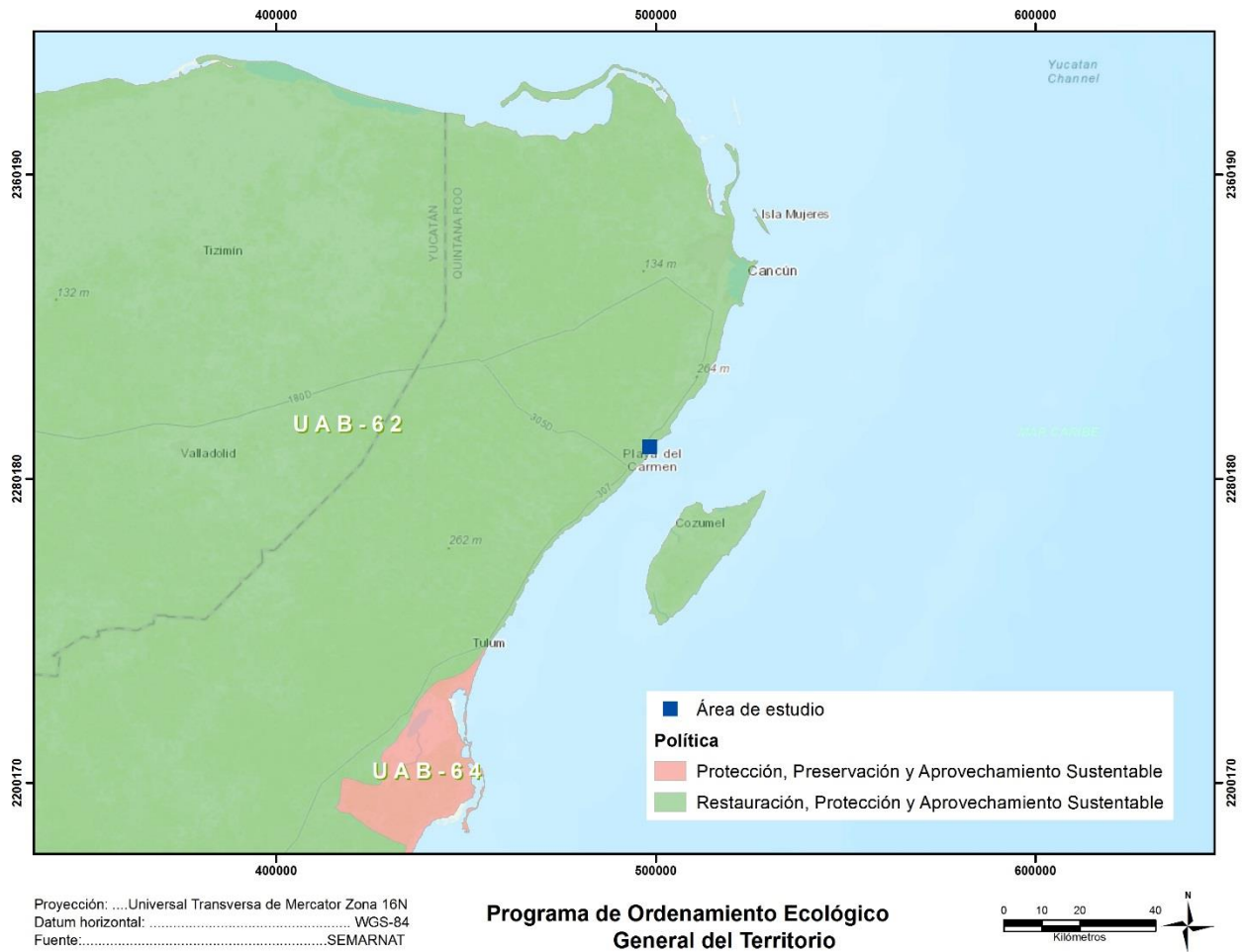
De esta manera, encontramos que en los tres niveles de gobierno de nuestro país se han generado diversos instrumentos de planeación que tienen por objeto definir los alcances y objetivos de las políticas públicas nacionales en materia económica, ambiental, urbana, turística, entre otras; los cuales se vinculan con el Proyecto a continuación.

#### *3.3.8.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General Del Territorio*

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) tiene por objeto llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la Nación ejerce su soberanía, identificando áreas de atención prioritaria en materia ambiental. Este clasifica al país en 80 Regiones Ecológicas y 145 Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) que han sido generadas y regionalizadas conforme a cuatro criterios: (i) clima, (ii) relieve, (iii) vegetación, y (iv) suelo.

El Proyecto se localiza dentro de la Región Ecológica número 17.33 y la UAB número 62 denominada Karst de Yucatán y Quintana Roo. Las estrategias sectoriales de esta UAB están enfocadas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

Figura 3. 7. Ubicación del Proyecto dentro del POEGT.



Las estrategias sectoriales de esta UAB están enfocadas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

Las características de las UAB 62 se describen en la tabla que se presenta a continuación:

Tabla 3. 18. Características de la UAB 62.

Clave región	UAB	Nombre de la UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Política ambiental	Nivel de atención prioritaria
17.33	62	Karst de Yucatán y Quintana Roo	Preservación de Flora y Fauna Turismo	Desarrollo Social y Forestal	Agricultura Ganadería	Pueblos Indígenas	Restauración, protección y aprovechamiento sustentable	Alta

El 07 de septiembre de 2012 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el ACUERDO por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, en dicho acuerdo se indica lo siguiente:

“De conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), el ordenamiento ecológico se define como 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 los mismos.

La planeación ambiental en México, se lleva a cabo mediante diferentes instrumentos entre los que se encuentra el ordenamiento ecológico, que es considerado uno de los principales instrumentos con los que cuenta la política ambiental mexicana. Tiene sustento en la LGEEPA y su Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico (ROE). Se lleva a cabo a través de programas en diferentes niveles de aplicación y con diferentes alcances, así tenemos: el General, los Marinos, los Regionales y los Locales. La formulación, aplicación y evaluación del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) y de los Marinos, es facultad de la Federación, la cual se ejerce a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, específicamente, a través de la Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial de la Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental, en coordinación con la Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de los Ecosistemas del Instituto Nacional de Ecología.

El ROE establece que el objeto del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF.

El POEGT promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la APF -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.”

En vista de lo anterior se advierte que el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, contiene estrategias dirigidas a la Administración Pública Federal, por lo tanto, únicamente son de observancia para efectos de este Proyecto. Sin embargo, a efecto de demostrar que el Proyecto da puntual cumplimiento a las estrategias planteadas por el POEGT correspondientes a la UAB 62 y aplicables al Proyecto, se ha desarrollado el siguiente análisis y ejercicio de vinculación únicamente respecto de las estrategias que resultan directamente aplicables al Proyecto. Aquellas estrategias correspondientes a la UAB 62 que no se mencionan en el cuadro siguiente no resultan aplicables al Proyecto.

Tabla 3. 19. Vinculación del Proyecto con los criterios del POEGT.

Estrategias UAB 62	
Estrategias	Vinculación con el Proyecto
<b>Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio</b>	
Mediante la presente Manifestación de Impacto Ambiental se exponen en forma precisa las justificaciones técnicas que evidencian que el proyecto se encuentra en cumplimiento de las estrategias señaladas en esta sección, por lo que no existirá riesgo de un desequilibrio ecológico, debido a las medidas de mitigación establecidas.	
<b>Preservación</b>	
1.- Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad.	<b>SE CUMPLE</b> Las obras y actividades que integran el Proyecto tendrán como principal objetivo la recuperación, conservación y protección del ecosistema costero en que se encuentra inmerso el Proyecto.
2.- Recuperación de especies en riesgo.	<b>SE CUMPLE</b> El Proyecto contempla el Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas, descrito en el Capítulo 6 de la presente MIA-R; el cual incluye acciones de rescate y reubicación de biota marina.
3.- Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	<b>SE CUMPLE</b> El Proyecto contempla el Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas, descrito en el Capítulo 6 de la presente MIA-R; el cual incluye acciones de rescate y reubicación de biota marina.  Aunado a lo anterior, dentro del Programa de Monitoreo Ambiental y el Programa de Supervisión Ambiental, se contemplan acciones referentes al monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
<b>Aprovechamiento sustentable</b>	
4.- Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales;	<b>SE CUMPLE</b> El Proyecto contempla el aprovechamiento sustentable del ecosistema costero y los recursos naturales presentes en él, puesto que en primer término el objetivo del mismo es recuperar y proteger los elementos constitutivos del ecosistema costero como la playa, la zona dunar y la línea de costa frente al Hotel Porto Real, para mantener, incrementar y proteger su valor ambiental y que esta área pueda continuar siendo receptora de biodiversidad, y disfrutada tanto por turistas como población local en el corto, mediano y largo plazo e indirectamente proteger y recuperar la zonas de mangles afectadas por el proceso erosivo que se ha venido

Estrategias UAB 62	
	<p>describiendo y es la causa principal de la implementación del Proyecto.</p> <p>Adicionalmente, todos los trabajos planteados en esta MIA proponen y consideran medidas de prevención y mitigación de cualquier impacto y que pudiera presentarse en su desarrollo e implementación, mismos que se integran al SMGA del Proyecto en operación aprovechando su estructura, programas y subprogramas y se complementa con la estrategia para la prevención y mitigación de impactos ambientales acumulativos y residuales en el SAR-PBPM a generarse por el Proyecto y que están contenidos en el Capítulo 6 de esta MIA</p> <p>Adicionalmente, todos los trabajos planteados en esta MIA proponen y consideran medidas de prevención y mitigación de cualquier desequilibrio ecológico que pueda presentar en su desarrollo, diseñadas específicamente para los posibles impactos que el Proyecto pueda ocasionar.</p>
5.- Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	<b>NO APLICA</b>
6.- Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	<b>NO APLICA</b>
7.- Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	<b>NO APLICA</b>
8.- Valoración de los servicios ambientales.	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>El Proyecto da cumplimiento a esta estrategia ya que la propuesta y necesidad de llevar a cabo el mismo deriva de la valoración que [REDACTED] ha dado al ecosistema costero y sus componentes (playa, dunas y línea costera) y los servicios ambientales que éstos proveen, no sólo como atractivo estético y paisajístico en materia turística, sino como una expresión clara de los servicios que el medio ambiente otorga sin necesidad de dañarlo o impactarlo negativamente.</p> <p>Además de la recuperación que pretende el Proyecto, debe destacarse también el componente de protección, pues la recuperación del ecosistema costero podría ser nula sino se generara la infraestructura de protección necesaria para que dicha recuperación no se pierda, de ahí la importancia de los elementos de protección considerados en el Proyecto, descritos en el Capítulo 2 de esta MIA.</p>
<b>Protección de los recursos naturales</b>	
9.- Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>La empresa promovente da cumplimiento a esta estrategia, ya que este Proyecto no representa un factor de presión a los acuíferos de la zona.</p>
10.- Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	

Estrategias UAB 62	
11.- Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.	<b>NO APLICA</b>
12.- Protección de los ecosistemas.	<b>SE CUMPLE</b> Como se ha señalado anteriormente, el objetivo del Proyecto no se refiere únicamente a la recuperación del ecosistema costero, sino, a la generación de condiciones positivas para la protección de los diferentes ecosistemas y recursos naturales que los integran y que colindan con el área de desarrollo del Proyecto, así como la flora y fauna presente en dichos hábitats.
13.- Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	<b>NO APLICA</b> No se planea la utilización de agroquímicos.
Restauración	
14.- Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	<b>NO APLICA</b>
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.	<b>NO APLICA</b>
22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	<b>NO APLICA</b>
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>SE CUMPLE</b> Por lo que se refiere a esta sección, el Proyecto tiene como uno de sus muchos efectos benéficos al medio ambiente, mantener y acrecentar la demanda turística del Hotel Porto Real (y de la zona en general) mediante la restauración, conservación, mantenimiento y protección del ecosistema costero colindante al mismo; conservando y mejorando la relación consumo-beneficio del turista a esa zona puesto que el escenario paisajístico que disfrutará sin duda alguna generará una mejor experiencia al visitante que, implícitamente supone un mecanismo automático de promoción al destino, lo que implica además, <i>a posteriori</i> , más y mejores empleos para la población de la región y, por supuesto, un mayor desarrollo regional de tipo sustentable.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
Infraestructura y equipamiento urbano regional	
31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	<b>NO APLICA</b>
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.	<b>NO APLICA</b>
Desarrollo Social	
36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector	<b>NO APLICA</b>

Estrategias UAB 62	
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.	
37.- Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	<b>NO APLICA</b>
38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	<b>NO APLICA</b>
39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	<b>NO APLICA</b>
40. Atender las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	<b>NO APLICA</b>
41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	<b>NO APLICA</b>
<b>Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional</b>	
<b>Marco Jurídico</b>	
42. Asegurará la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	<b>NO APLICA</b>
<b>Planeación del Ordenamiento Territorial</b>	
43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	<b>NO APLICA</b>
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.	<b>NO APLICA</b>

Se manifiesta que el Proyecto se encuentra alineado con las políticas del POEGT aplicables.

### 3.3.8.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (29 de noviembre de 2012)

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

contaminación de los mares, proporciona protección a los recursos marinos, combate la marginación y orienta el desarrollo hacia la sustentabilidad.

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

#### Modelo de Ordenamiento Ecológico

1. Lineamientos Ecológicos, que incluyen 27 metas o enunciados generales que reflejan el estado deseable de las UGA, orientados a la atención de las tendencias de deterioro ambiental identificados en la Agenda Ambiental, durante la etapa de diagnóstico, pronóstico y en el ejercicio de visión prospectiva.
2. Unidades de Gestión Ambiental (UGA), que incluyen 203 unidades clasificadas en Marinas y Regionales.
  - Área Marina, que comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe. También incluye 26 Áreas Naturales Protegidas, de competencia Federal con parte de su extensión en la zona marina. Cabe señalar, que en dichas áreas aplica el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente, así como las acciones generales y específicas que establece este Programa, de acuerdo a su ubicación.
  - El Área Regional abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera de 6 entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas). En esta área se incluyen 3 ANP de competencia Federal que no tienen contacto directo con el mar, en las cuales aplica solamente el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente. Asimismo, se incluyen 14 ANP Estatales.

Instrumentalmente, el POEMRGMMC contiene una caracterización de la región costero-marina del Golfo de México y el Mar Caribe, así como un diagnóstico de problemáticas ambientales detectadas en la región y un pronóstico respecto de las mismas, así como propuestas para la solución de dichas problemáticas, incorporando lineamientos y estrategias ecológicas para la generación de condiciones de desarrollo sustentable mediante la identificación de aptitudes sectoriales de desarrollo de la región.

Al respecto y en relación directa con el Proyecto, el POEMRGMMC señala, en cuanto al sector turismo, que la región presenta una amplia diversidad en paisajes generando condiciones favorables para el país y menciona además que en la Región Sur (que abarca la Península de Yucatán y el Estado de Quintana Roo, dentro del cual se encuentra el área de desarrollo del Proyecto), existe una vocación para el turismo de alto impacto y para el ecoturismo, cuestión que se vincula directamente con la existencia y preservación de playas con alto valor paisajístico, lo que se a su vez se relaciona directamente con los propósitos del Proyecto descritos en el Capítulo 2 de esta MIA

En el POEMyRGMyMC, el Proyecto se ubica dentro de las Unidad de Gestión Ambiental (UGA) número 139 y 178, denominadas Solidaridad y Zona Marina de Competencia Federal.



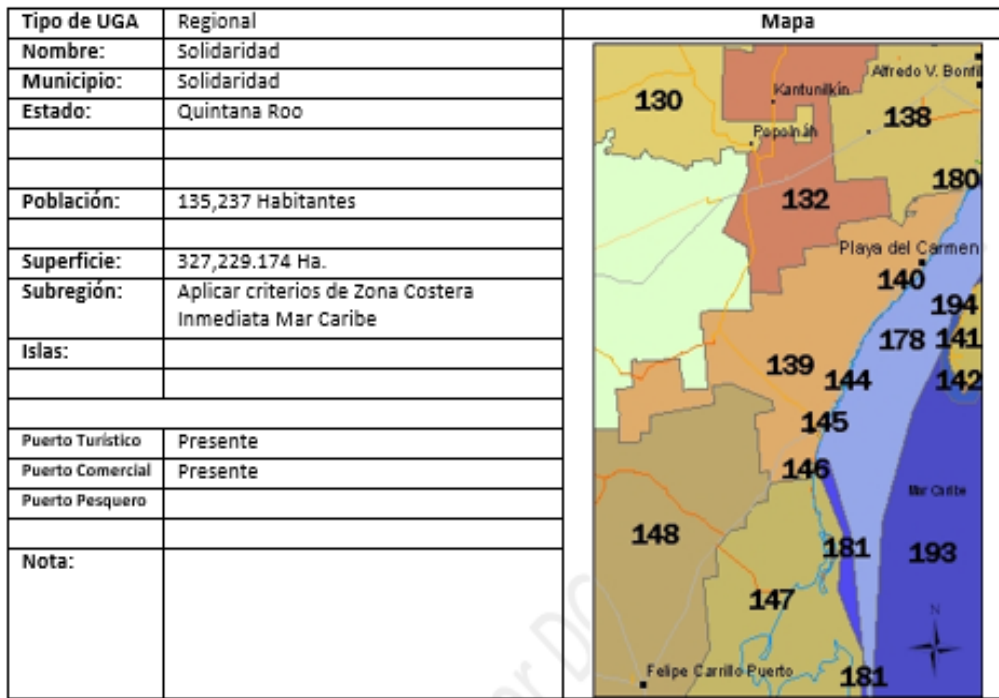
Figura 3. 8. Ubicación del Proyecto respecto al POEMyRGMMyMC.



En las siguientes tablas se presentan las características de cada UGA y los criterios aplicables al Proyecto:

Figura 3. 9. Ubicación y extensión de la UGA 139 – Solidaridad, POEMyRGMMyMC.

Unidad de Gestión Ambiental #:139



A esta UGA se le aplican las Acciones Generales descritas en el anexo 4 además de las siguientes Acciones Específicas:

Acciones Específicas							
Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación
A-001	APLICA	A-027	APLICA	A-053	APLICA	A-079	NA
A-002	APLICA	A-028	APLICA	A-054	APLICA	A-080	NA
A-003	APLICA	A-029	APLICA	A-055	APLICA	A-081	NA
A-004	NA	A-030	APLICA	A-056	APLICA	A-082	NA
A-005	APLICA	A-031	APLICA	A-057	APLICA	A-083	NA
A-006	APLICA	A-032	APLICA	A-058	APLICA	A-084	NA
A-007	APLICA	A-033	APLICA	A-059	APLICA	A-085	NA
A-008	APLICA	A-034	NA	A-060	APLICA	A-086	NA
A-009	APLICA	A-035	NA	A-061	APLICA	A-087	NA
A-010	APLICA	A-036	NA	A-062	APLICA	A-088	NA
A-011	APLICA	A-037	APLICA	A-063	APLICA	A-089	NA
A-012	APLICA	A-038	APLICA	A-064	APLICA	A-090	NA
A-013	APLICA	A-039	APLICA	A-065	APLICA	A-091	NA
A-014	APLICA	A-040	APLICA	A-066	APLICA	A-092	NA
A-015	APLICA	A-041	NA	A-067	APLICA	A-093	NA
A-016	APLICA	A-042	NA	A-068	APLICA	A-094	NA
A-017	APLICA	A-043	NA	A-069	APLICA	A-095	NA
A-018	APLICA	A-044	APLICA	A-070	APLICA	A-096	NA
A-019	APLICA	A-045	NA	A-071	APLICA	A-097	NA
A-020	APLICA	A-046	APLICA	A-072	APLICA	A-098	NA
A-021	APLICA	A-047	NA	A-073	NA	A-099	NA
A-022	APLICA	A-048	NA	A-074	NA	A-100	NA
A-023	APLICA	A-049	NA	A-075	NA		
A-024	APLICA	A-050	APLICA	A-076	NA		
A-025	APLICA	A-051	APLICA	A-077	APLICA		
A-026	APLICA	A-052	APLICA	A-078	NA		

NA = NO APLICA

Figura 3. 10. Ubicación y extensión de la UGA 178 – Zona Marina de Competencia Federal, POEMyRGMMyMC.

Unidad de Gestión Ambiental #:178

Tipo de UGA	Marina	Mapa
Nombre:	Zona Marina de Competencia Federal	
Municipio:		
Estado:		
Población:	0 Habitantes	
Superficie:	311,046.005 Ha.	
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata (ZCI) Mar Caribe	
Islas:	Presentes: Aplicar criterios para Islas	
Puerto Turístico		
Puerto Comercial		
Puerto Pesquero		
Nota:	En la unidad existe una zonificación marina a mayor detalle entre la línea de alta marea a la isóbata de 50 m, a lo largo del litoral, desde Punta Maroma (20°45'3.42"N y 86°56'55.85"W) hasta Punta John (20°31'32.35"N y 87°10'24.45"W), donde aplican algunos criterios para la zona costera inmediata (ZCI) al municipio de Solidaridad, Quintana Roo.	

A esta UGA se le aplican las Acciones Generales descritas en el anexo 4 además de las siguientes Acciones Específicas:

Acciones Específicas							
Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación
A-001	NA	A-027	NA	A-053	NA	A-079	NA
A-002	NA	A-028	NA	A-054	NA	A-080	NA
A-003	NA	A-029	APLICA	A-055	NA	A-081	NA
A-004	NA	A-030	NA	A-056	NA	A-082	NA
A-005	NA	A-031	NA	A-057	NA	A-083	NA
A-006	NA	A-032	NA	A-058	NA	A-084	NA
A-007	APLICA	A-033	APLICA	A-059	NA	A-085	NA
A-008	NA	A-034	APLICA	A-060	NA	A-086	NA
A-009	NA	A-035	NA	A-061	NA	A-087	NA
A-010	NA	A-036	NA	A-062	NA	A-088	NA
A-011	NA	A-037	NA	A-063	NA	A-089	NA
A-012	NA	A-038	NA	A-064	NA	A-090	NA
A-013	APLICA	A-039	NA	A-065	NA	A-091	NA
A-014	NA	A-040	APLICA	A-066	NA	A-092	NA
A-015	NA	A-041	APLICA	A-067	NA	A-093	NA
A-016	APLICA	A-042	APLICA	A-068	NA	A-094	NA
A-017	NA	A-043	NA	A-069	NA	A-095	NA
A-018	APLICA	A-044	APLICA	A-070	NA	A-096	NA
A-019	NA	A-045	APLICA	A-071	APLICA	A-097	NA
A-020	NA	A-046	APLICA	A-072	NA	A-098	NA
A-021	NA	A-047	APLICA	A-073	APLICA	A-099	NA
A-022	APLICA	A-048	APLICA	A-074	APLICA	A-100	NA
A-023	NA	A-049	NA	A-075	NA		
A-024	NA	A-050	NA	A-076	NA		
A-025	APLICA	A-051	NA	A-077	NA		
A-026	NA	A-052	NA	A-078	NA		

NA = NO APLICA

En la siguiente tabla se presentan los criterios generales establecidos por el POEMyRGMMyMC, de igual forma, en las siguientes tablas se presentan las acciones específicas de la UGA 139, así como la vinculación del Proyecto con éstas:

Tabla 3. 20. Acciones generales establecidas por el POEMyRGMyMC

CRITERIOS GENERALES	
<b>G001</b>	<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.</b>
	Conforme al Anexo 6 del POEMRGMMC <sup>4</sup> , la instrumentación de esta acción no es responsabilidad de la Promovente, por lo tanto, no le es vinculante. Adicionalmente esta acción no tiene ninguna relación con el Proyecto.
<b>G002</b>	<b>Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.</b>
	Conforme al Anexo 6 del POEMRGMMC <sup>5</sup> , la instrumentación de esta acción no es responsabilidad de la Promovente, por lo tanto, no es vinculante. Adicionalmente esta acción no tiene ninguna relación con el Proyecto.
<b>G003</b>	<b>Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.</b>
	La promovente del Proyecto no tiene considerado la creación de una UMA.
<b>G004</b>	<b>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).</b>
	La promovente no pretende realizar actividades extractivas de flora y fauna en ninguna de las etapas del proyecto. Durante el proceso de construcción y operación del proyecto, se implementará el Programa de Difusión Ambiental, el cual contendrá Información y Educación Ambiental por medio del cual se informará a clientes, empleados y proveedores de las penas en las que pueden incurrir o les pueden ser fincadas por las autoridades competentes al realizar actividades en contra de la flora y la fauna de la región.
<b>G005</b>	<b>Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.</b>
	El presente criterio no es aplicable a la promovente del Proyecto, en razón de que no se contempla el establecimiento de bancos de germoplasma.
<b>G006</b>	<b>Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.</b>
	Si bien en el Capítulo 2 se señalan los procesos mediante los cuales se podrán generar GEI, para el cumplimiento del criterio, la maquinaria y equipo de combustión interna que sean utilizados para el desarrollo del Proyecto en cualquiera de sus etapas, se encontrará en óptimas condiciones mecánicas para disminuir la emisión de estos gases.
<b>G007</b>	<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.</b>
	La realización de estas acciones no es responsabilidad de la Promovente, por lo que no es aplicable.
<b>G008</b>	<b>El uso de organismos genéticamente modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente</b>

<sup>4</sup>Anexo 6 del POEMRGMMC. Tabla de responsables de la instrumentación de las acciones.

<sup>5</sup>Anexo 6 del POEMRGMMC. Tabla de responsables de la instrumentación de las acciones.

CRITERIOS GENERALES	
	La promovente del Proyecto no tiene visualizado utilizar organismos genéticamente modificados dentro de sus actividades.
G009	<b>Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.</b>
	El cumplimiento del presente criterio no es responsabilidad de la promovente del proyecto. No se omite manifestar que la realización del Proyecto no tiene contemplado realizar ningún tipo de comunicaciones terrestres.
G010	<b>Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.</b>
	El presente criterio es aplicable para las autoridades competentes, el Proyecto no tiene contemplado reutilizar áreas agropecuarias.
G011	<b>Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.</b>
	El Proyecto propone la implementación de medidas adecuadas de mitigación y compensación de los impactos que se prevé serán generados durante la construcción y operación de las obras que conforman el Proyecto en sus diferentes etapas (lo anterior se verifica en el Capítulo 6 de la presente MIA-R); A través de lo anterior, se minimizan y mitigan las posibles afectaciones producidas por el Proyecto.
	Asimismo, el Proyecto minimizará diversas afectaciones al ecosistema costero de la región derivados por huracanes, procesos erosivos y del cambio climático.
G012	<b>Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.</b>
	Este criterio es aplicable para la autoridad, ya que deberá de implementar programas enfocados al cumplimiento del presente criterio.
G013	<b>Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.</b>
	Para dar cumplimiento al presente criterio, la promovente no tiene visualizado en ninguna de las etapas que integran el Proyecto, la introducción de ningún tipo especie potencialmente invasora.
G014	<b>Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.</b>
	Este criterio es aplicable a la autoridad y no al promovente del Proyecto. Se manifiesta que no existen ríos superficiales en el Sistema Ambiental del Proyecto.
G015	<b>Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.</b>
	Es una obligación aplicable para la autoridad competente y no para la promovente del Proyecto. Asimismo, dentro del Proyecto a ser evaluado, no se localizan cauces de ríos.
G016	<b>Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.</b>
	Este criterio no es aplicable para la promovente ya que es una obligación aplicable para la autoridad. Por otra parte, no existen montañas en el área de influencia del Proyecto.
G017	<b>Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.</b>
	Este criterio es aplicable para la autoridad no para el promovente, sin embargo, no se omite manifestar que el Proyecto no considera obras o actividades agrícolas.

CRITERIOS GENERALES	
G018	<b>Recuperar la vegetación que consolide los 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.</b>
	Este criterio no es aplicable al promovente del Proyecto. En el área del Proyecto no se cuenta con cauces de ríos.
G019	<b>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.</b>
	Este criterio es aplicable para las autoridades, no para la empresa promovente. Sin perjuicio de lo anterior, no se omitir manifestar que el Proyecto se realiza de manera apegada a los Programas de Desarrollo y Ordenamiento Urbano y Territorial aplicables, publicados por las autoridades competentes.
G020	<b>Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.</b>
	Este criterio es responsabilidad de las autoridades competentes, además de que el Proyecto contempló este y los demás criterios de los programas de ordenamiento ecológico para realizar el diseño del Proyecto, estableciendo las áreas con ecosistemas frágiles como zonas de conservación.
G021	<b>Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.</b>
	Este criterio es aplicable para las autoridades competentes y no para la promovente. El Proyecto no considera desarrollar tecnologías extractivas.
G022	<b>Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.</b>
	Este criterio es aplicable para las autoridades competentes y no para la promovente. El Proyecto no considera implementar tecnologías de producción extractivas.
G023	<b>Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.</b>
	El Proyecto promoverá la erradicación de especies que pudieran convertirse en plagas mediante técnicas de bajo impacto.
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.</b>
	Este criterio es aplicable para las autoridades competentes, y no para el promovente.
G025	<b>Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.</b>
	Este criterio es aplicable para las autoridades competentes, y no para el promovente.
G026	<b>Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).</b>
	Debido a la naturaleza del proyecto este criterio no es vinculante.
G027	<b>Promover el uso de combustibles de no origen fósil.</b>
	El cumplimiento del presente criterio es responsabilidad de las autoridades competentes, sin embargo, de ser posible y si las necesidades operativas del Proyecto lo permiten, se instalarán

CRITERIOS GENERALES	
	equipos para el aprovechamiento de energías alternativas para cubrir parte de las necesidades del Proyecto.
G028	<b>Promover el uso de energías renovables.</b>
	El Proyecto se conectará a la red eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad, y tramitará todos los permisos y requisitos necesarios ante esta Comisión. Asimismo, se considerará el uso de equipos ahorradores de energía durante todas las etapas del desarrollo del Proyecto. Aunado a lo anterior, la promovente estará en la constante evaluación para adoptar otras fuentes de energías renovables, cuando sea conveniente.
G029	<b>Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.</b>
	El Proyecto se conectará a la red eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad, y tramitará todos los permisos y requisitos necesarios ante esta Comisión. Asimismo, se considerará el uso de equipos ahorradores de energía durante todas las etapas del desarrollo del Proyecto. Aunado a lo anterior, la promovente estará en la constante evaluación para adoptar otras fuentes de energías renovables, cuando sea conveniente.
G030	<b>Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.</b>
	El cumplimiento del presente criterio es responsabilidad de las autoridades competentes. Sin perjuicio de lo anterior, la promovente del Proyecto manifiesta que tomara en consideración todas aquellas recomendaciones emitidas por las autoridades.
G031	<b>Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.</b>
	Para el cumplimiento del presente criterio, en el Proyecto se usará maquinaria y equipo en óptimas condiciones mecánicas para disminuir la emisión de contaminantes que contribuyen al calentamiento global. Asimismo, si las necesidades operativas del Proyecto lo permiten, la promovente optará por usar equipos que no requieran de combustibles fósiles para su funcionamiento.
G032	<b>Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.</b>
	Este criterio es aplicable para las autoridades competentes y no para la promovente del Proyecto.
G033	<b>Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.</b>
	Este criterio es aplicable para las autoridades competentes.
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.</b>
	El presente criterio no es responsabilidad de la promovente del Proyecto, éste no tiene contemplado la construcción de viviendas y/o edificaciones basadas en la implementación de diseños bioclimáticos.
G035	<b>Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.</b>
	La promovente del Proyecto manifiesta que implementará programas calendarizados para sustituir de manera continua los equipos electrónicos para su correcto funcionamiento y ahorro energético. De igual forma contará con sistemas automatizados que regularán el consumo de energía durante la operación del Proyecto.
G036	<b>Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.</b>

CRITERIOS GENERALES	
	Las actividades descritas en el presente criterio no son compatibles con el conjunto de obras que integran el Proyecto.
<b>G037</b>	<b>Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.</b>
	El presente criterio no es aplicable a la empresa promovente, ya que su cumplimiento es obligación de las autoridades competentes.
<b>G038</b>	<b>Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.</b>
	El presente criterio no es aplicable a la promovente del Proyecto, en razón de que el conjunto de obras y actividades que conforman el Proyecto se localizan en la zona urbana y turística del municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo, zonas a las que les son aplicables diversos ordenamientos de desarrollo urbano con usos y destinos previamente establecidos.
<b>G039</b>	<b>Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.</b>
	Esta es una obligación aplicable a la autoridad y no al promovente. Sin embargo, el Proyecto cumple de manera integral con los lineamientos y criterios establecidos en los diversos instrumentos de desarrollo urbano y ordenamiento territorial, coadyubando con la autoridad en términos del presente criterio.
<b>G040</b>	<b>Fomentar la participación de las industrias en el programa nacional de auditoría ambiental.</b>
	El presente criterio es de cumplimiento para las autoridades competentes en materia del medio ambiente.
<b>G041</b>	<b>Fomentar la elaboración de programas de desarrollo urbano en los principales centros de población de los municipios.</b>
	Esta es una obligación vinculante a la autoridad y no al promovente.
<b>G042</b>	<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.</b>
	Esta es una obligación aplicable a la autoridad y no al promovente.
<b>G043</b>	<b>La SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este programa. En su participación para la actualización de la carta nacional pesquera, asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la ley general de pesca y acuacultura sustentable.</b>
	El cumplimiento al presente criterio no es aplicable a la promovente, es obligación de la SEMARNAT en coordinación con las autoridades competentes en la materia. No se omite manifestar que el Proyecto consiste principalmente en crear un sistema integral que ayude a generar una playa estable y una zona de recreación frente a un desarrollo turístico.
<b>G044</b>	<b>Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.</b>
	El cumplimiento al presente criterio no es aplicable a la promovente, ya que el Proyecto no es de naturaleza pesquera.
<b>G045</b>	<b>Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.</b>
	Es una obligación aplicable a la autoridad y no al promovente.



CRITERIOS GENERALES	
G046	<b>Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.</b>
	Es una obligación aplicable a la autoridad y no al promovente.
G047	<b>Impulsar la diversificación de actividades productivas.</b>
	Es una obligación aplicable a la autoridad y no al promovente.
G048	<b>Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.</b>
	El cumplimiento del presente criterio corresponde a las autoridades competentes en materia de Protección Civil. No se omite manifestar que la promovente implementará el Programa de Seguridad y Atención a Contingencias como parte del SMGA del Proyecto, el cual considera la implementación de campañas preventivas para atender desastres naturales.
G049	<b>Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.</b>
	La promovente manifiesta que el cumplimiento de este criterio se realizará durante las etapas de construcción correspondientes al Proyecto a través de su Programa de Seguridad y Atención a Contingencias, mediante el cual reforzará la labor de los comités de protección civil al contar con un comité interno de atención a contingencias.
G050	<b>Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.</b>
	El presente criterio no es aplicable a la promovente, ya que el conjunto de obras que integran el Proyecto no contempla la construcción de casas tipo habitación.
G051	<b>Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.</b>
	Este criterio es aplicable para las autoridades y no para el promovente. Sin embargo, el Proyecto implementará un programa de difusión ambiental que incluye campañas de concientización dirigidas a los trabajadores temporales, permanentes y de todas aquellas personas que se involucren de manera directa o indirecta con el Proyecto para la estabilización de playas.
G052	<b>Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).</b>
	Este criterio es aplicable para la autoridad y no para el promovente. Sin perjuicio de lo anterior, el Proyecto implementará medidas adecuadas para el manejo de los residuos mencionados en el presente criterio, siendo descritas en el Capítulo 6 y el SMGA.
G053	<b>Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.</b>
	El presente criterio no es aplicable a la promovente del Proyecto, éste no contempla programas y mecanismos para la reutilización de aguas residuales tratadas.
G054	<b>Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.</b>
	Esta es una obligación aplicable a la autoridad y no al promovente.
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 a la normatividad vigente.</b>
	Este criterio es aplicable a las autoridades competentes y no al promovente. El objeto del Proyecto no corresponde a la construcción de sitios de disposición de residuos sólidos.

CRITERIOS GENERALES	
<b>G057</b>	<b>Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.</b>
	Es una obligación aplicable a las autoridades competentes.
<b>G058</b>	<b>La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPALFEST que resulten aplicables.</b>
	La promovente en cumplimiento del presente criterio manifiesta que el manejo integral de los residuos considerados como peligrosos que sean generados durante las diferentes etapas de construcción que integran Proyecto, se realizará de conformidad a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su respectivo reglamento, en la Ley de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo.
<b>G059</b>	<b>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.</b>
	Considerando que el banco de arena propuesto se encuentra dentro de una subzona de la RBCM, se plantean diversas medidas con el fin de preservar la calidad ecológica y las características ambientales de esta Subzona.
<b>G060</b>	<b>Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.</b>
	Para dar cumplimiento al presente criterio, la promovente manifiesta que se tomarán las medidas necesarias para minimizar todo impacto sobre la vegetación acuática generado por la construcción de las obras de protección contempladas por el Proyecto; evaluando los impactos potenciales (Capítulo 5) y estableciendo las medidas pertinentes para prevenirlos, mitigarlos y compensarlos (Capítulo 6).
<b>G061</b>	<b>La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.</b>
	Para el cumplimiento del presente criterio se debe de entender que el conjunto de obras, se realizarán conforme se explica en la presente MIA-R, los procesos constructivos, instrumentos, maquinaria y materiales que se utilizarán en el Proyecto han sido seleccionados con el objetivo de prevenir y evitar al máximo cualquier posible contaminación al medio ambiente marino. Adicionalmente el SMGA propuesto en el Capítulo 6 de esta MIA-R, se incluyen medidas y planes de acción aplicables ante el eventual y lejano escenario de contaminación marina, incluyendo la generada por hidrocarburos y fuga de sedimentos.
<b>G062</b>	<b>Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.</b>
	El presente criterio no es aplicable. El Proyecto no consiste en la realización de actividades agropecuarias.
<b>G063</b>	<b>Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.</b>
	Este criterio es únicamente aplicable para las autoridades de los diferentes ámbitos de competencia gubernamental encargadas de desarrollar ordenamientos en materia de pesca y acuicultura.
<b>G064</b>	<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.</b>
	Este criterio no es aplicable a la promovente, atendiendo a que el Proyecto no incluye la construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas. El Proyecto se origina ante la

CRITERIOS GENERALES	
	necesidad de mejorar y estabilizar a largo plazo las playas frente a las playas del complejo turístico hotelero Secrets.
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.</b>
	En atención a este criterio se exhorta a la autoridad evaluadora considerar la opinión de la Dirección de la RBCM, conforme a lo establecido en su Decreto y programa de manejo y lo manifestado en este estudio de impacto ambiental, y de manera particular para la actividad de extracción de arena.

Tabla 3. 21. Acciones específicas aplicables a la UGA 139

Clave	Acciones Específicas
A001	<b>Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.</b>
	El presente criterio no es aplicable a la promovente del Proyecto, éste no comprende la comercialización de agroquímicos y pesticidas, su cumplimiento es obligación de las autoridades competentes en la materia.
A002	<b>Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.</b>
	Se debe de entender que debido a la naturaleza u objeto del Proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, este criterio no aplica a la promovente.
A003	<b>Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.</b>
	El presente criterio no es aplicable a la promovente del Proyecto, éste no tiene como objeto realiza actividades relacionadas con la fertilización del suelo para actividades agropecuarias y/o forestales.
A005	<b>Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.</b>
	Por la naturaleza del Proyecto el presente criterio no es aplicable a la promovente.
A006	<b>Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.</b>
	Por la naturaleza del Proyecto el presente criterio no es aplicable a la promovente. Es obligación de las autoridades cumplir con lo manifestado por el presente criterio.
A007	<b>Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.</b>
	El presente criterio no es aplicable a la promovente de Proyecto, considerando que es una responsabilidad que compete a las autoridades correspondientes.
A008	<b>Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.</b>
	El área del Proyecto no se encuentra en una playa con registro de anidación de tortugas, sin embargo, se tomarán las medidas necesarias para no afectar cualquier avistamiento de estas especies. Durante las etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento, existirá ausencia de alumbrado artificial en la playa, a fin de mantener las condiciones de la playa lo más naturales posibles y se prohibirá de uso de vehículos motorizados en la playa en caso de encontrar evidencia de anidación. Además, el promovente del Proyecto se sumará a los esfuerzos de protección y conservación de las tortugas marinas en caso de ser necesario.
A009	<b>Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.</b>
	El presente criterio es obligación de las autoridades facultadas para la inspección y vigilancia de la zona donde anidan y se reproducen las tortugas. En este sentido, el criterio no es vinculante

Clave	Acciones Específicas
	para el Proyecto o la empresa promotora. Sin perjuicio de lo anterior, la promotora del Proyecto en cumplimiento de las leyes ambientales, así como de los tratados internacionales del que forma parte el gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, vincula en la Tabla 3. 31 insertado en el cuerpo del presente capítulo la NOM-162-SEMARNAT-2012, la cual establece especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación, sin que sea óbice de que, al momento de la presentación de esta MIA, no se ha encontrado evidencia de anidación de tortugas marinas.
A010	<b>Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.</b> El presente criterio no es aplicable al Proyecto, es obligación de la autoridad el cumplimiento de este criterio. En este sentido, el criterio no es vinculante para el Proyecto o la empresa promotora. La Sin perjuicio de lo anterior, la empresa promotora no omite que implementará acciones internas encaminadas para generar apoyos económicos para fortalecer de manera conjunta con las instituciones pertinentes la conservación de las tortugas marinas; lo anterior sin que sea óbice de que, al momento de la presentación de esta MIA, no se ha encontrado evidencia de anidación de tortugas marinas.
A011	<b>Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.</b> El presente criterio no es aplicable al Proyecto, ya que conforme al Anexo 6 de este Instrumento, es obligación de la autoridad el cumplimiento de este criterio. El Proyecto no se realizará en suelos con coberturas vegetales que han sido afectadas por las actividades agropecuarias.
A012	<b>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.</b> Conforme al Anexo 6 del POEMRGMMC6, la instrumentación de esta acción no es responsabilidad de la Promotora, por lo tanto, no es vinculante.
A013	<b>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.</b> La promotora del Proyecto en cumplimiento del presente criterio, manifiesta que durante las etapas de ejecución y operación del Proyecto no se tiene contemplado la introducción de especies invasoras.
A014	<b>Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.</b> El cumplimiento del presente criterio es obligación de las autoridades darle cumplimiento, la promotora del Proyecto no omite manifestar que de existir alguna de las campañas descritas en el criterio, la promotora coadyuvará con las autoridades que promuevan dichas acciones.
A015	<b>Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.</b> Estas acciones corresponde implementarlas a las autoridades, no se omite manifestar que la naturaleza del Proyecto es la restauración del perfil costero por medio de soluciones integrales que abarcan desde el sistema marino hasta la duna.
A016	<b>Establecer corredores biológicos para conectar las anp existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del aso.</b> El presente criterio no es aplicable a la promotora del Proyecto, ya que el conjunto de obras se encuentra fuera de algún polígono que conforme un Área Natural Protegida.
A017	<b>Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.</b> Para el cumplimiento del presente criterio la promotora del Proyecto manifiesta; de existir algún programa impulsado por el sector privado o por las autoridades competentes enfocado a la

<sup>6</sup>Anexo 6 del POEMRGMMC. Tabla de responsables de la Instrumentación de las Acciones.

Clave	Acciones Específicas
	restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas, la promovente coadyuvara con estos para lograr los objetivos establecidos en los programas de restauración.
A018	<p><b>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).</b></p> <p>El cumplimiento del presente criterio no es responsabilidad directa de la promovente, sin embargo, en la MIA-R. se puede observar que el Proyecto generará efectos positivos mediante el mejoramiento y estabilización a largo plazo las playas frente al 'Hotel Secrets'. En el supuesto de existir una afectación de algún tipo de especies de riesgo señaladas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, será implementado el <i>Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas</i>, el cual comprende acciones de rescate y reubicación de la biota marina en las áreas de aprovechamiento del Proyecto.</p>
A019	<p><b>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.</b></p> <p>El presente criterio no es aplicable al promovente del Proyecto, éste consiste en un Proyecto integral de protección y estabilización de playa frente al 'Hotel Secrets'.</p>
A020	<p><b>Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.</b></p> <p>El presente criterio no es aplicable al Proyecto. El Proyecto no incluye el manejo de tecnologías para el manejo de la caña verde.</p>
A021	<p><b>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.</b></p> <p>El presente criterio no es aplicable al Proyecto, éste tiene su origen ante la necesidad de mejorar y estabilizar a largo plazo las playas frente al 'Hotel Secrets'.</p>
A022	<p><b>Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.</b></p> <p>El presente criterio no es aplicable a la promovente, se debe de entender que la zona donde se realizaran las obras no se encuentra afectada por hidrocarburos o por cualquier otra actividad derivada de dicho sector.</p>
A023	<p><b>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.</b></p> <p>El cumplimiento de este criterio es de obligación para las autoridades competentes. Sin embargo, la promovente no omite que se establecerán las medidas de control, preventivas y de mitigación necesarias para minimizar los efectos que se pudieran ocasionar por la implementación del Proyecto.</p>
A024	<p><b>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.</b></p> <p>El presente criterio no es aplicable a la promovente, se debe de entender que el Proyecto no está relacionado con la industria, no se omite manifestar que la promovente del Proyecto dará cumplimiento al criterio, haciendo que la maquinaria y equipo de combustión interna que sean utilizados para el desarrollo del Proyecto en cualquiera de sus etapas que lo integran, se encontrará en óptimas condiciones mecánicas para disminuir la emisión de gases de efecto invernadero.</p>
A025	<p><b>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.</b></p>

Clave	Acciones Específicas
	Para dar cumplimiento al presente criterio, los residuos peligrosos serán entregados para su disposición final a empresas que se encuentren autorizadas por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
A026	<b>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.</b> Por la naturaleza del Proyecto, este criterio no es aplicable a la promovente, ya que el Proyecto no contempla la instalación permanente de alguna industria que genere emisiones de gases de efecto invernadero.
A027	<b>Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.</b> Para dar cumplimiento al criterio se debe de entender que la finalidad del Proyecto consiste en mejorar y estabilizar a largo plazo el perfil costero de las playas ubicadas frente al 'Hotel Secrets'.
A028	<b>Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.</b> El presente criterio es de cumplimiento para las autoridades competentes en la materia. La promovente del Proyecto se apegará a los lineamientos establecidos por las autoridades que permitan dar cumplimiento con el presente criterio, objeto del Proyecto consiste en mejorar y estabilizar a largo plazo el perfil costero de las playas ubicadas frente al 'Hotel Secrets'.
A029	<b>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.</b> Para dar cumplimiento al presente criterio la promovente del Proyecto, manifiesta que la finalidad del Proyecto es precisamente la recuperación de las condiciones originales de la playa, la construcción de una estructura de protección de 115 m que continúe la línea de costa en la caleta Sur es para proteger la costa del oleaje incidente que ayuden a mantener una playa estable. Entendiéndose que el único objeto del Proyecto consiste en mitigar y remediar los efectos causados a la línea de costa por los fenómenos meteorológicos que han afectado la zona en años anteriores.
A030	<b>Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.</b> El Proyecto desde su generación a implantando utilizar tecnológicas enfocadas en mitigar las posibles afectaciones negativas por la presencia de estructuras para lo cual el Proyecto ha contemplado usar modelos de simulación matemáticos para evaluar y predecir lo que ocurrirá al colocar estructuras frente a la costa. El desarrollo de ingeniería utilizada para el relleno de arena procedente de un banco marino es utilizado es países como: Holanda, Bélgica, Estados Unidos España y Japón; este método es factible siempre y cuando se verifique la compatibilidad del material a verter y se compruebe que las características del grano son similares al de la arena del sitio,
A031	<b>Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.</b> El Proyecto cumple con el presente criterio, ya que tiene previsto la preservación de las barras arenosas como lo es mediante la creación de los rompeolas descrito en el Capítulo 2. Para lo cual se pretende explotar bancos marinos cuya la compatibilidad del grano arenoso a verter en la zona de dunas deberá ser similares al de la arena del sitio,
A033	<b>Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.</b> Por la naturaleza del Proyecto no se tiene contemplado el aprovechamiento de la energía eólica.
A037	<b>Promover la generación energética por medio de energía solar.</b>

Clave	Acciones Específicas
	Por la naturaleza del Proyecto, no se puede cumplir con el presente criterio ya que éste se desarrollará desde el sistema marino hasta la línea de costa y no contempla generar energía por medio de la captación de energía solar.
A038	<b>Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.</b> El presente criterio no es aplicable a la promovente del Proyecto, ya que por su naturaleza éste no está relacionado con actividad alguna del sector primario y/o agropecuario.
A039	<b>Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.</b> El Proyecto no tiene contemplado el uso de agroquímicos, se debe de entender que el grupo de actividades que forma parte del Proyecto no contempla el uso de agroquímicos.
A040	<b>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.</b> El cumplimiento del presente criterio no es aplicable a la promovente, las actividades a realizarse no contemplan actividades de pesca extractivas. El Proyecto solo contempla actividades encaminadas para el mejoramiento de las playas y ambientes costeros.
A044	<b>Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.</b> El presente criterio no es aplicable a la promovente, el Proyecto no tiene por objeto lo establecido en este criterio. El Proyecto consiste en actividades encaminadas para el mejoramiento de las playas y ambientes costeros localizadas frente al 'Hotel Secrets'.
A046	<b>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.</b> El presente criterio no es aplicable para la promovente, es obligación de las autoridades, el Proyecto para el mejoramiento de ambientes costeros, no tiene por objeto verter o disponer de residuos generados en embarcaciones.
A050	<b>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.</b> El presente criterio no aplicable a la promovente del Proyecto, es una obligación de las autoridades competentes en la materia.
A051	<b>Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.</b> El presente criterio no aplicable a la promovente del Proyecto, es una obligación de las autoridades competentes en la materia.
A052	<b>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.</b> El presente criterio no aplicable a la promovente del Proyecto, es una obligación de las autoridades competentes en la materia.
A053	<b>Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.</b> El presente criterio no aplicable a la promovente del Proyecto, es una obligación de las autoridades competentes en la materia.
A054	<b>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.</b> El presente criterio no aplicable a la promovente del Proyecto, es una obligación de las autoridades competentes en la materia.
A055	<b>Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.</b>

Clave	Acciones Específicas
	El presente criterio no aplicable a la promovente del Proyecto, es una obligación de las autoridades competentes en la materia.
A056	<b>Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.</b> El presente criterio no aplicable a la promovente del Proyecto, es una obligación de las autoridades competentes en la materia.
A057	<b>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.</b> El presente criterio no aplicable a la promovente del Proyecto, es una obligación de las autoridades competentes en la materia.
A058	<b>Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.</b> El presente criterio no aplicable a la promovente del Proyecto, es una obligación de las autoridades competentes en la materia.
A059	<b>Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.</b> El presente criterio no aplicable a la promovente del Proyecto, es una obligación de las autoridades competentes en la materia.
A060	<b>Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.</b> El presente criterio no aplicable a la promovente del Proyecto, es una obligación de las autoridades competentes en la materia.
A061	<b>Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.</b> El presente criterio no aplicable a la promovente del Proyecto, es una obligación de las autoridades competentes en la materia.
A062	<b>Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. asegurar el manejo integral de los residuos peligrosos.</b> El presente criterio no aplicable a la promovente del Proyecto, es una obligación de las autoridades competentes en la materia.
A063	<b>Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.</b> El presente criterio no aplicable a la promovente del Proyecto, es una obligación de las autoridades competentes en la materia.
A064	<b>Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.</b> El presente criterio no aplicable a la promovente del Proyecto, es una obligación de las autoridades competentes en la materia.
A065	<b>Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.</b> El presente criterio no aplicable a la promovente del Proyecto, es una obligación de las autoridades competentes en la materia.
A066	<b>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.</b> El presente criterio no aplicable a la promovente del Proyecto, es una obligación de las autoridades competentes en la materia.
A067	<b>Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.</b>



Clave	Acciones Específicas
	El presente criterio no aplicable a la promovente del Proyecto, es una obligación de las autoridades competentes en la materia.
A068	<b>Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.</b> La promovente del Proyecto cumplirá con el criterio apegándose a lo establecido en la Ley General de los residuos del estado de Quintana Roo y su respectivo Reglamento, así como lo especificado en los planes manejo desarrollados para el Proyecto los cuales son mencionados en el Capítulo 6 de la presente MIA-R.
A069	<b>Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.</b> El presente criterio no aplicable a la promovente del Proyecto, es una obligación de las autoridades competentes en la materia.
A070	<b>Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.</b> El presente criterio es obligación de las autoridades. El Proyecto en su Capítulo 6, tiene contemplado un programa para el manejo de residuos sólidos urbanos que se generen durante el proceso de construcción del mismo, de ser invitado por la autoridad a participar en campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera, la promovente participará apegándose a las disposiciones establecidas por la autoridad promovente.
A071	<b>Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos, impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.</b> El presente Proyecto tiene como objetivo principal mejorar las playas que se encuentran frente al 'Hotel Secrets' para permitir un uso seguro y cómodo por parte de los visitantes. Estas acciones son realizadas mediante una fuerte inversión del sector privado, sin generar gasto o participación alguna para el gobierno. El Proyecto mediante los diferentes estudios y análisis que integran la MIA-R garantiza la no afectación del ecosistema. Autorizado el Proyecto éste se apegará a todos los términos y condicionantes que sean emitidas por la autoridad.
A072	<b>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.</b> El presente criterio es obligación de la autoridad. Se debe de tener claro, el objetivo del Proyecto es mejorar las playas que se encuentran frente al 'Hotel Secrets', para permitir su uso seguro y cómodo por parte de los visitantes.
A077	<b>La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura aeroportuaria deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos: flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos.</b> El presente criterio no aplicable a la promovente del Proyecto, es una obligación de las autoridades competentes en la materia.

Tabla 3. 22. Acciones establecidas por el POEMyRGMMyMC para la UGA 178.

Clave	Acción
A-007	<b>Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.</b>
	El presente criterio no es aplicable a la promovente de Proyecto, considerando que es una responsabilidad que compete a las autoridades correspondientes.

Clave	Acción
A-013	<b>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.</b>
La promovente del Proyecto en cumplimiento del presente criterio, manifiesta que durante las etapas de ejecución y operación del Proyecto no se tiene contemplado la introducción de especies invasoras.	
A-018	<b>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).</b>
El cumplimiento del presente criterio no es responsabilidad directa de la promovente, sin embargo, en la MIA-R. se puede observar que el Proyecto generará efectos positivos mediante la creación rompeolas descritos en el Capítulo 2. En el supuesto de existir una afectación de algún tipo de especies de riesgo señaladas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, será implementado el <i>Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas</i> , el cual comprende acciones de rescate y reubicación de especies marinas.	
A-022	<b>Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.</b>
El presente criterio no es aplicable al Proyecto, éste tiene su origen ante la necesidad de mejorar y estabilizar a largo plazo las playas frente al Hotel Secrets.	
A-025	<b>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.</b>
El presente criterio no es aplicable al Proyecto, éste tiene su origen ante la necesidad de mejorar y estabilizar a largo plazo las playas frente al Hotel Secrets.	
A-029	<b>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.</b>
Para dar cumplimiento al presente criterio la promovente del Proyecto, se manifiesta que la finalidad del Proyecto es precisamente la recuperación de las condiciones originales de la playa, la construcción dos estructuras de 50 m de longitud cada uno, que protejan la costa del oleaje incidente que ayuden a mantener una playa estable. Entendiéndose que el único objeto del Proyecto consiste en mitigar y remediar los efectos causados a la línea de costa por el proceso erosivo y los fenómenos meteorológicos que han afectado la zona en años anteriores	
A-030	<b>Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.</b>
El Proyecto desde su generación a implantando utilizar tecnológicas enfocadas en mitigar las posibles afectaciones negativas por la presencia de estructuras para lo cual el Proyecto ha contemplado usar modelos de simulación matemáticos para evaluar y predecir lo que ocurrirá al colocar estructuras frente a la costa. El desarrollo de ingeniería utilizada para el relleno de arena procedente de un banco marino es utilizado es países como: Holanda, Bélgica, Estados Unidos, España y Japón; este método es factible siempre y cuando se verifique la compatibilidad del material a verter y se compruebe que las características del grano son similares al de la arena del sitio.	
A-033	<b>Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.</b>
Por la naturaleza del Proyecto no se tiene contemplado el aprovechamiento de la energía eólica.	
A-034	<b>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.</b>
El presente criterio no es aplicable al Proyecto, éste tiene su origen ante la necesidad de mejorar y estabilizar a largo plazo las playas frente al Hotel Secrets.	

Clave	Acción
<b>A-040</b>	<b>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.</b>
El cumplimiento del presente criterio no es aplicable a la promovente, las actividades a realizarse no contemplan actividades de pesca extractivas. El Proyecto solo contempla actividades encaminadas para el mejoramiento de la playas y ambientes costeros.	
<b>A-042</b>	<b>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.</b>
Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMMyMC, es una obligación de la autoridad y no del promovente. Asimismo, esta acción no tiene ninguna relación con el Proyecto.	
<b>A-044</b>	<b>Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.</b>
Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMMyMC, es una obligación de la autoridad y no del promovente. Asimismo, esta acción no tiene ninguna relación con el Proyecto.	
<b>A-045</b>	<b>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</b>
Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMMyMC, es una obligación de la autoridad y no del promovente. Asimismo, esta acción no tiene ninguna relación con el Proyecto.	
<b>A-046</b>	<b>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.</b>
El presente criterio no es aplicable para la promovente, es obligación de las autoridades, el Proyecto para el mejoramiento de ambientes costeros, no tiene por objeto verter o disponer de residuos generados en embarcaciones.	
<b>A-047</b>	<b>Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos.</b>
Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMMyMC, es una obligación de la autoridad y no del promovente. Asimismo, esta acción no tiene ninguna relación con el Proyecto.	
<b>A-048</b>	<b>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.</b>
Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMMyMC, es una obligación de la autoridad y no del promovente. Asimismo, esta acción no tiene ninguna relación con el Proyecto.	
<b>A-071</b>	<b>Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.</b>
El presente Proyecto tiene como objetivo principal mejorar las playas que se encuentran frente al Hotel Secrets para permitir un uso seguro y cómodo por parte de los visitantes. Estas acciones son realizadas mediante una fuerte inversión del sector privado, sin generar gasto o participación alguna para el gobierno. El Proyecto mediante los diferentes estudios y analices que integran la MIA-R garantiza la no afectación del ecosistema. Autorizado el Proyecto éste se apegará a todos los términos y condicionantes que sean emitido por la autoridad.	
<b>A-073</b>	<b>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</b>

Clave	Acción
	<b>predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.</b>
Lo establecido en este criterio no es aplicable al Proyecto, ya que este no cuenta con la operación de embarcaciones ni recintos portuarios.	
<b>A-074</b>	<b>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.</b>
Lo establecido en este criterio no es aplicable al Proyecto, ya que este no cuenta con la operación de embarcaciones ni recintos portuarios.	

### 3.3.8.2.1. Criterios de Zona Costera Inmediata al Mar Caribe

La Zona Costera Inmediata al Mar Caribe, inicia en el límite internacional de México-Belice y termina en el norte sobre el extremo occidente de la Isla de Holbox.

Considerando que la franja de aguas marinas con corrientes alineadas a la costa en la zona del Mar Caribe es un espacio que presenta una intensidad de uso turístico mucho mayor que el resto de la corriente costera, se ha optado por definir para fines del presente ordenamiento un conjunto extra de criterios que, lejos de remplazar, complementan las acciones definidas por UGA en el cuerpo general de este documento.

Estos criterios responden en mucho a las características naturales de dicha franja por su riqueza en formaciones arrecifales y al intenso uso turístico de que son objeto esas aguas inmediatas a la costa, particularmente en el caso del estado de Quintana Roo.

De esta forma, se presenta la vinculación con Criterios de Regulación Ecológica de la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad, la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad para Zonas de Nado y la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad para Zonas Portuarias; áreas en donde el Proyecto colinda.

**Tabla 3. 23. Vinculación con los Criterios de Zona Costera Inmediata al Mar Caribe**

VINCULACIÓN DEL PROYECTO		
Vinculación con Criterios de Regulación Ecológica de la Zona Costera Inmediata al Mar Caribe		
<b>ZMC-01</b>	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.	<b>SE CUMPLE</b> El Proyecto no considera ningún tipo de obra o actividad en comunidades arrecifales.
<b>ZMC-02</b>	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	<b>SE CUMPLE</b> La presente MIA en sus diversos capítulos contempla y contiene (particularmente el Capítulo 6) las medidas de prevención, mitigación y compensación de riesgos

VINCULACIÓN DEL PROYECTO		
	<p>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.</p>	<p>necesarias para evitar daños a los pastos marinos. Adicionalmente, es importante señalar que, las obras del Proyecto no se desplantarán sobre ecosistemas de pastos marinos, ya que la huella de desplante de las obras se limita exclusivamente a ecosistema de laja con gorgonáceos.</p> <p>El Proyecto finalizado coadyuvará en la conservación y preservación de dicho recurso natural.</p>
<b>ZMC-03</b>	<p>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.</p>	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>Como se ha señalado para el caso de que durante las actividades de preparación del Proyecto se identifiquen individuos de las especies señaladas en este criterio, se llevará a cabo el rescate de las mismas y se les incorporará a zonas con las mismas características naturales para su conservación y preservación. Los elementos constructivos de las Obras del Proyecto posteriormente podrán ser utilizados por diversas especies de flora y fauna para su desarrollo conforme al SMGA del Proyecto y el Capítulo 6 de esta MIA.</p>
<b>ZMC-04</b>	<p>Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.</p>	<p><b>NO APLICA</b></p> <p>El Proyecto no considera la construcción de puntos de anclaje. Como se ha señalado en esta MIA las actividades del Proyecto no afectan zonas coralinas.</p>
<b>ZMC-05</b>	<p>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.</p>	<p><b>NO APLICA</b></p> <p>Este criterio no aplica al presente Proyecto, con base en que no se contempla realizar la recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales.</p>
<b>ZMC-06</b>	<p>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.</p>	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>La promovente para el cumplimiento del presente criterio manifiesta que el Proyecto será sometido a evaluación de la autoridad competente por medio de la presente MIA-R. el cual se encuentra basado en una serie de análisis y estudios que garantizan la viabilidad técnica del mismo. No se omite manifestar que el Proyecto contará con todas las autorizaciones correspondientes.</p>
<b>ZMC-07</b>	<p>Como una medida preventiva para evitar contaminación marina no debe permitirse el</p>	<p><b>SE CUMPLE</b></p>

VINCULACIÓN DEL PROYECTO		
	vertimiento de hidrocarburos y productos químicos de ningún tipo en los cuerpos de agua en esta zona.	Como se ha venido señalando reiteradamente a lo largo de este Capítulo 3, el Proyecto considera en su Capítulo 6 dentro del SMGA planteado en el mismo, todas las medidas preventivas y de control para evitar la contaminación marina y el vertimiento de hidrocarburos que accidentalmente pudieran producirse por alguna de sus actividades u Obras.
<b>ZMC-08</b>	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.	<b>NO APLICA</b> Ninguna actividad del Proyecto se desarrollará en los periodos de tiempo señalados por este criterio.
<b>ZMC-09</b>	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.	<b>SE CUMPLE</b> Aun cuando no se llevará a cabo alguna obra o actividad directa en arrecifes, para evitar cualquier daño y asegurar la preservación de los mismos se prevé la colocación de mallas geotextiles entre las áreas marinas en que se desarrolle el Proyecto y las comunidades arrecifales cercanas, garantizando su protección.  De estar en supuesto de presentarse alguna afectación a especies de coral se implementará el subprograma de conservación de especies el contempla; proteger la fauna relevante que se encuentre en las áreas donde se desarrollará el Proyecto, en especial en los ecosistemas de matorral costero, playa, arrecife coralino y arenales.
<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.	Como se manifiesta en el Capítulo 6 de esta MIA-R, el SMGA incluye programas de capacitación en materia ambiental, garantizándose la difusión de las normas ambientales entre todos los trabajadores, operarios y personal que participe en el Proyecto, particularmente en las actividades náuticas que contemplen el uso de embarcaciones.
<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.	<b>SE CUMPLE</b> La promovente del Proyecto manifiesta que durante el desarrollo de las actividades para extracción de arena y relleno de playa serán utilizadas mallas geotextiles y barreras de protección para evitar la dispersión de sedimentos que pudieran afectar los recursos naturales de la zona.

VINCULACIÓN DEL PROYECTO		
		<p>Las mallas geotextiles deberán estar completas y en buenas condiciones, con lastres a cada 20m para mantenerlas extendidas desde la superficie hasta el fondo</p> <p>Las mallas anti dispersión se armarán y se colocarán cerca de las áreas de trabajo para evitar que los sedimentos viajen descontrolados, los sedimentos serán contenidos y caerán al fondo por gravedad.</p> <p>Se debe de entender que la arena no es ningún elemento toxico, ni representa un riesgo para el ecosistema.</p>
ZMC-12	<p>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.</p>	<p><b>NO APLICA</b></p> <p>El Proyecto no considera ningún tipo de obra o actividad de las que se señalan en este criterio por lo que no le resulta aplicable.</p>
ZMC-13	<p>Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.</p>	<p><b>NO APLICA</b></p> <p>El Proyecto no considera ningún tipo de obra o actividad de las que se señalan en este criterio por lo que no le resulta aplicable.</p>
ZMC-14	<p>Por las características de gran volumen de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona oriente de la Península de Yucatán y por la importancia que revisten los humedales como mecanismo de protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno en particular para esta región los fosfatos y algunos metales pesados producto de los desperdicios generados por el turismo, se recomienda en las UGA regionales correspondientes (UGA:139, UGA:152 y UGA:156) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas</p>	<p><b>NO APLICA</b></p> <p>El presente criterio no es aplicable a la promovente del Proyecto, sino a las autoridades competentes en la materia en los diferentes niveles de gobierno. No se omite manifestar que la promovente del Proyecto acatará todos los ordenamientos de regulación ecológica que sean promulgados por las autoridades que tengan competencia en la materia.</p>

VINCULACIÓN DEL PROYECTO		
	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.	
Vinculación con Criterios de Regulación Ecológica de la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad		
<b>SOL-G-1</b>	Las obras o actividades que impliquen la extracción de arena, los dragados, rellenos, excavaciones y cualquier obra o acción que genere sedimentos en suspensión, o modifique directa o indirectamente el contorno del litoral y el fondo marino, por su impacto en la zona de influencia, deberá considerar los impactos sinérgicos potenciales de dichas obras o actividades, y en su caso, adoptar las medidas necesarias para su prevención y mitigación, de estar sujetas a autorización en materia de impacto ambiental federal.	<b>SE CUMPLE</b> Toda vez que las actividades y obras que integran el Proyecto se incluyen dentro de las referidas por este criterio, se hace notar que esta MIA ha considerado los impactos sinérgicos y/o potenciales que pudieran generarse por el Proyecto y se han incluido en el Capítulo 6 de esta MIA y su SMGA correspondiente, las medidas de prevención, mitigación y compensación de los mismos a efecto de evitar cualquier afectación ambiental y en razón de lo anterior, es que esas actividades del Proyecto se están sometiendo a evaluación de esa DGIRA mediante la presente MIA.
<b>SOL-G-2</b>	Promover y fomentar que en toda obra, durante las etapas de preparación de sitio, construcción y operación, se apliquen las medidas adecuadas para el manejo de grasas, aceites, emisiones atmosféricas e hidrocarburos, que minimicen la afectación a los ecosistemas. En cuanto a los efectos de la emisión de energías como son vibración, ruido y energía lumínica provenientes de la maquinaria en uso, se acatarán las medidas de mitigación que establezca la autoridad competente.	<b>SE CUMPLE</b> Como se ha señalado antes, se confirma que esta MIA, específicamente en su Capítulo 6 y el SMGA que éste propone, incluyen todas las medidas requeridas por este criterio que le son aplicables en materia de manejo de grasas, aceites, hidrocarburos (las actividades de mantenimiento se realizarán fuera del área del Proyecto); así como las correspondientes a mitigar los efectos de emisión de vibración, y ruido. No habrá emisión de energía lumínica porque las actividades se realizarán durante el día. Asimismo, el cumplimiento de este criterio se fortalece con el hecho de que el Proyecto cuenta con y se ha adherido al SMGA del Proyecto, en lo que resulte aplicable.
<b>SOL-G-3</b>	Para aquellos eventos temporales de carácter cultural, recreativo o deportivo que se realicen en la zona marina y que requieran de instalaciones o infraestructura temporales, deberán ubicarse a una distancia mínima de 100 metros de las formaciones arrecifales, y bajo la supervisión de la autoridad competente.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto no considera ninguna de las actividades referidas en este criterio, siendo éste inaplicable al mismo.
<b>SOL-G-4</b>	Evitar la instalación de infraestructura que afecte la dinámica del transporte litoral, incluyendo espigones, geotubos y cualquier	<b>SE CUMPLE</b> El Proyecto se adecúa a la excepción establecida por este criterio pues su



VINCULACIÓN DEL PROYECTO		
	barrera que obstruya o modifique los cauces principales del flujo y reflujo de marea para evitar el desbalance en los procesos costeros, con excepción de aquellos proyectos para fines de conservación y restauración de playas que impliquen una solución de manejo integral costero.	implementación se llevará a cabo precisamente con el objeto de conservar y restaurar las playas ubicadas frente al 'Hotel Secrets', constituyéndose como una solución de manejo integral costero. Adicionalmente, la extracción y transporte de arena se llevará a cabo en el fondo marino por lo que no se generará ninguna de las afectaciones a que se refiere este criterio.
<b>SOL-G-5</b>	Las descargas de aguas residuales de cualquier tipo al mar o a las aguas interiores de recintos portuarios deberán cumplir estrictamente con la normatividad aplicable y con los términos de los permisos que para tales efectos se emitan.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto no generará descargas de aguas residuales al mar ni a aguas interiores de recintos portuarios.
<b>SOL-G-6</b>	Evitar el uso de explosivos que puedan dañar formaciones arrecifales y especies asociadas.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto no considera el uso de explosivos en ninguna de sus etapas.
<b>SOL-G-7</b>	La autorización para la prestación de servicios acuáticos motorizados, incluyendo motos acuáticas, deportes de arrastre o remolque del tipo parasailing, bananas, ski, y similares, deberá considerar la elaboración de estudios técnicos que determinen la capacidad de carga del ecosistema, con el fin de que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes pueda regular el número máximo de embarcaciones que presten estos servicios, propiciando así condiciones de seguridad y evitando daños al ecosistema.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto no prevé la prestación de los servicios descritos por este criterio.
<b>SOL-G-8</b>	Para asegurar el aprovechamiento sustentable de los recursos arrecifales, se evitará la acuicultura intensiva o con especies no nativas que implique: la acumulación de materia orgánica compuesta por los restos de alimentos y/o por las mismas materias fecales de los organismos en cultivo; contaminación producida por los agentes químicos utilizados en la construcción, en la protección contra la corrosión y/o en anti fijación de organismos incrustantes, así como en pigmentos incorporados al alimento, desinfectantes y diferentes productos utilizados para el control de enfermedades; la abundancia de patógenos provocada por el mantenimiento en condiciones de monocultivo, en altas densidades y en un lugar determinado y por un tiempo prolongado que provocara el contagio de patógenos que afecten a otras especies silvestres; o el posible escape o liberación de los individuos cultivados cuando éstos han sido modificados genéticamente.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto no prevé ninguna actividad de aprovechamiento de recursos arrecifales.

VINCULACIÓN DEL PROYECTO		
<b>SOL-G-9</b>	Promover ante las autoridades competentes la creación de "zonas de refugio" pesquero previstas en la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables para la recuperación de las poblaciones y ecosistemas, incrementando el atractivo natural de las zonas.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto no prevé ninguna de las actividades a que se refiere este criterio.
<b>SOL-G-10</b>	Las actividades de pesca se realizarán preferentemente fuera de las zonas de nado, arrecifales y portuarias.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto no prevé la realización de actividades de pesca por lo que este criterio no es aplicable al mismo.
<b>SOL-G-11</b>	Fomentar que los distintos tipos de actividades tanto pesqueras, como acuático-recreativas se realicen en horarios y zonas alternadas para evitar conflictos entre éstas y a través de acuerdos entre los sectores.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto no prevé la realización de actividades pesqueras ni acuático-recreativas.
<b>SOL-G-12</b>	La pesca deportiva se realizará de acuerdo a la normatividad aplicable, conforme a buenas prácticas y con artes de pesca que minimicen el impacto a las especies capturadas.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto no prevé la realización de actividades pesqueras.
<b>SOL-G-13</b>	Los responsables de las embarcaciones mayores que transiten en el área, cumpliendo con la normatividad aplicable, dispondrán de un sistema de captación, recuperación y manejo de aceites, grasas, combustibles y otro tipo de hidrocarburos, que pudieran verse accidentalmente en el mar.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto no es referente a actividades con embarcaciones ni contempla la utilización de las mismas.
<b>SOL-G-14</b>	Las marinas y muelles, deberán permitir el libre paso de fauna acuática bajo sus instalaciones.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto no considera la construcción de marinas y muelles.
<b>SOL-G-15</b>	Se evitará realizar el mantenimiento, limpieza, reparación de embarcaciones y motores, abastecimiento de combustible y achicamiento de las sentinas en aguas marinas abiertas, fuera de instalaciones portuarias o adecuadas para tal efecto, con excepción de casos de emergencia. En dicho supuesto se deberá notificar a la autoridad competente.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto no es referente a actividades con embarcaciones ni contempla la utilización de las mismas.
<b>SOL-G-16</b>	La instalación de cualquier tipo de infraestructura portuaria, previa Manifestación y Resolución de Impacto Ambiental, se realizará de tal manera que no impacte significativamente en el ambiente debido a: los cambios de flujos marinos, la obstaculización del libre paso de la fauna, la limitación de la conectividad entre ecosistemas, la generación de sedimentos en suspensión, la alteración de las propiedades bioquímicas y físicas del agua y las estructuras arrecifales.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto no considera la construcción de infraestructura portuaria.

VINCULACIÓN DEL PROYECTO		
SOL-G-17	Promover la señalización de las rutas para el tránsito de las embarcaciones en la zona, por parte de la autoridad competente.	<b>NO APLICA</b> La promoción de la señalización de las rutas de tránsito de embarcaciones no es responsabilidad de la Promovente, por lo tanto, esta acción no aplica al Proyecto ni a la Promovente.  Aunado a lo anterior, el Proyecto no es referente a actividades con embarcaciones ni contempla la utilización de las mismas.
SOL-G-18	Promover programas de monitoreo de calidad del agua con el propósito de identificar las posibles fuentes de contaminación y establecer medidas que eviten y mitiguen daños a la salud pública y a los ecosistemas arrecifales.	<b>SE CUMPLE</b> El SMGA del Proyecto incluye dentro de sus medidas, programas de monitoreo de calidad del agua, los cuales dan cabal cumplimiento a este criterio específico.
SOL-G-19	Se evitará el abandono de embarcaciones.	<b>SE CUMPLE</b> Ninguna de las embarcaciones de apoyo que se utilicen en el Proyecto será abandonada.
SOL-G-20	El uso de vehículos acuáticos motorizados deberá realizarse en el marco de las autorizaciones expedidas para tal efecto, y evitando daños mecánicos a los arrecifes por encallamientos, por el golpe y arrastre de anclas o alguna parte de la embarcación o motor, derrames de aceites y combustibles, o generación o re-suspensión de sedimentos.	<b>SE CUMPLE</b> Las embarcaciones que participen en el Proyecto contarán con las características adecuadas para evitar daños al medio ambiente, además de que contarán con las autorizaciones requeridas y se cumplirá con lo señalado en estas.
SOL-G-21	Las embarcaciones utilizarán de preferencia motores de cuatro tiempos, con la finalidad de minimizar la contaminación por hidrocarburos y aceites.	<b>SE CUMPLE</b> Las embarcaciones de apoyo serán propulsadas con motores de tamaño chico y mediano.
SOL-G-22	Por motivos de seguridad de los usuarios, las embarcaciones y la integridad de los arrecifes de la zona, se evitará el acuatizaje de aeronaves.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto no prevé la utilización de aeronaves ni su acuatizaje.
SOL-G-23	Sólo se permite el acuatizaje de hidroaviones en el área de lagunas arrecifales, con fines de protección civil y vigilancia.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto no prevé la utilización de aeronaves y su acuatizaje.
SOL-G-24	Se evitará la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna marina nativas, a excepción de aquellas que se extraigan, capturen o comercialicen en términos de la normatividad aplicable y de los permisos que para tal efecto haya emitido la SEMARNAT o la SAGARPA.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto no prevé la extracción, captura ni comercialización de especies de flora y fauna marina nativas.
SOL-G-25	La captura de individuos vivos de especies exóticas sólo podrá realizarse de conformidad con lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto no prevé la captura de especies exóticas.

<b>VINCULACIÓN DEL PROYECTO</b>		
<b>Vinculación con Criterios de Regulación Ecológica de la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad para zonas de nado</b>		
<b>SOL-N-1</b>	Las excavaciones y obras hidráulicas para conectar los cuerpos de agua interiores con el mar estarán sujetas a la autorización de impacto ambiental emitida por autoridad competente conforme a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las demás disposiciones jurídicas aplicables. Se observan entre otros efectos potenciales causados los siguientes: la generación de sedimentos, cambios en la salinidad, aportes de materia orgánica, arrastre de contaminantes en el agua como lixiviados, plaguicidas y/o pesticidas, la limitación de la conectividad entre ecosistemas, la alteración de las propiedades bioquímicas y físicas del agua y las estructuras arrecifales.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto no incluye ninguna de las actividades a que se refiere este criterio.
<b>SOL-N-2</b>	En las áreas de mayor fragilidad ecológica, como son las zonas arrecifales, se evitarán los deportes y actividades recreativas acuáticas motorizadas con o sin arrastre, el uso de motos acuáticas y la navegación con fines de propaganda comercial.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto no considera la realización de ninguna actividad de las mencionadas en este criterio.
<b>SOL-N-3</b>	El uso de kayak, pedalones y artefactos de baja velocidad no motorizados se llevará a cabo a una distancia mayor a 50 (cincuenta) metros de la costa y en las zonas con estructuras arrecifales de profundidades iguales o mayores a 3 metros.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto no considera la realización de ninguna actividad de las mencionadas en este criterio.
<b>SOL-N-4</b>	Se evitará arrojar al mar objetos, vísceras y otros residuos de la pesca.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto no considera la realización de ninguna actividad pesquera por lo que este criterio le resulta inaplicable.
<b>SOL-N-5</b>	Con el propósito de prevenir la contaminación por residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial, las marinas, muelles e instalaciones de servicios asociados, deberán contar con infraestructura para el acopio y manejo de estos residuos producidos durante la etapa de construcción, operación y mantenimiento.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto no se realizará dentro de una marina, muelle ni instalación de servicios asociada por lo que este criterio no le es aplicable.
<b>SOL-N-6</b>	Se instalarán y utilizarán rampas o mecanismos para evitar el derrame de combustible durante el abastecimiento del mismo; asimismo se extraerán del agua los motores y embarcaciones menores que requieran de mantenimiento, con el fin de que éste sea efectuado en tierra, fuera de la ZOFEMAT y de Terrenos Ganados al Mar (TGM).	<b>SE CUMPLE</b> Como se prevé en esta MIA, cualquier actividad de limpieza, mantenimiento y reparación de maquinaria, vehículos y equipo a utilizarse se realizará en instalaciones adecuadas para tales fines y fuera del área del Proyecto, incluyendo la zona federal marítimo terrestre y cualquier terreno ganado al mar, en su caso.

VINCULACIÓN DEL PROYECTO		
<b>SOL-N-7</b>	Se evitará el tránsito de cualquier tipo de embarcación sobre formaciones arrecifales y en la zona de nado.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto no incide en zonas arrecifales o de nado, por lo que las embarcaciones utilizadas durante la etapa de construcción no afectarán estas estructuras.
<b>SOL-N-8</b>	El resguardo de embarcaciones menores se permitirá, siempre y cuando se haga en las zonas ya dispuestas por la autoridad competente (Cocobeach entre la latitud 20°38.240'N y 20°38.100'N; y la zona de El Recodo entre la latitud 20°37.675'N y 20°37.580'N) y no se utilicen cuerdas en la zona de playas, salvo en la zona de El Recodo.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto considera el resguardo de las embarcaciones en una marina de resguardo o puerto.
<b>SOL-N-9</b>	Se evitará el tránsito de embarcaciones motorizadas fuera de los canales autorizados como canales de navegación.	<b>SE CUMPLE</b> El Proyecto considerará realizar su ruta de navegación por los canales de navegación autorizados.
<b>SOL-N-10</b>	Se evitará el uso de motos acuáticas y lanchas rápidas en zonas arrecifales y de nado.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto no prevé el uso de motos acuáticas y lanchas rápidas en zonas arrecifales y de nado.
<b>SOL-N-11</b>	Los canales de acceso a las lagunas arrecifales tienen como único propósito permitir el ingreso y salida de embarcaciones, por lo que debe evitarse cualquier otro tipo de actividades.	<b>NO APLICA</b> Las actividades previstas para la realización del Proyecto no contemplan el acceso a la laguna arrecifal presente en la zona de influencia del Proyecto.
<b>SOL-N-12</b>	La remoción de pastos y flora marina estará sujeta a autorización de la autoridad competente.	<b>SE CUMPLE</b> Para el caso de que el Proyecto requiera la remoción de pastos y de flora marinos se gestionarán y obtendrán las autorizaciones correspondientes conforme a la legislación aplicable.
<b>SOL-N-13</b>	Durante la época de anidación de tortugas marinas, en playas de desove, se promoverá que el amarre de las embarcaciones no se efectúe en la ZOFEMAT de las 18:00 horas a las 6:00 horas del día siguiente, para no obstruir el arribo de tortugas marinas al área de playa. A excepción de las zonas de fondeo.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto no prevé las actividades señaladas en este criterio.
<b>SOL-N-14</b>	Se evitará la recolección, remoción o trasplante de organismos vivos, muertos o materiales naturales; salvo en los casos en los que se cuente con la autorización pertinente. Asimismo, se evitará arrojar cualquier tipo de desperdicio en los arrecifes y suelo marino.	<b>SE CUMPLE</b> La promovente gestionará y obtendrá las autorizaciones correspondientes. Se ratifica que no habrá actividad alguna del Proyecto que afecte zonas arrecifales.
<b>Vinculación con Criterios de Regulación Ecológica de la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad para zonas portuarias</b>		
<b>SOL-P-1</b>	La acumulación y disposición de materiales producto del dragado autorizado para el mantenimiento de canales interiores se hará	<b>NO APLICA</b>

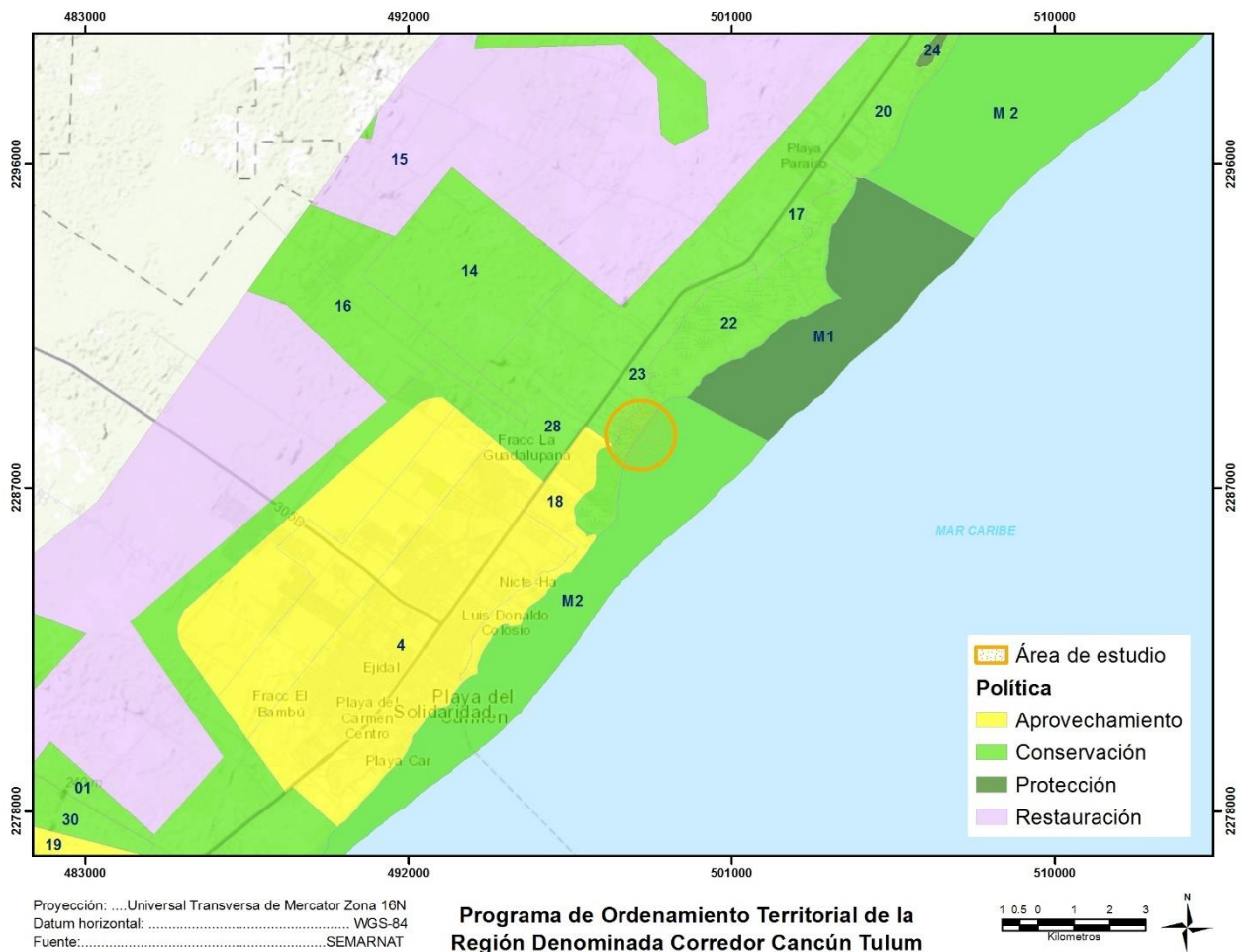
VINCULACIÓN DEL PROYECTO		
	en los sitios designados para dicha acumulación y disposición, debiendo ser acondicionados previamente para contener y filtrar los sedimentos.	El Proyecto no considera las obras o actividades señaladas en este criterio, razón por la cual no le resulta aplicable.
<b>SOL-P-2</b>	Las actividades de dragado que tengan por finalidad la restauración, mantenimiento, limpieza de canales y bocas deberán aplicar medidas para minimizar los efectos negativos sobre la vegetación acuática sumergida, las especies de fauna y la calidad del agua.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto no considera las obras o actividades señaladas en este criterio, razón por la cual no le resulta aplicable.
<b>SOL-P-3</b>	Se evitarán en esta zona las actividades turísticas y pesqueras.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto no considera las obras o actividades señaladas en este criterio, razón por la cual no le resulta aplicable.
<b>SOL-P-4</b>	En situaciones de emergencia, los recintos portuarios podrán funcionar como puertos de abrigo.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto no es un recinto portuario.
<b>SOL-P-5</b>	Las marinas, muelles e instalaciones de servicios asociados deberán contar con infraestructura para el acopio y manejo de los residuos producidos durante su construcción, operación y mantenimiento.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto no es un recinto portuario.
<b>SOL-P-6</b>	Se permite el tránsito y resguardo de embarcaciones menores.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto no contempla actividades de tránsito y resguardo de embarcaciones menores.
<b>SOL-P-7</b>	Las instalaciones portuarias deberán contar con un sistema de captación, recuperación y manejo de aceites, grasas, combustibles y otro tipo de hidrocarburos, que pudieran verse accidentalmente en el mar. Para su uso se coordinarán con las autoridades competentes.	<b>NO APLICA</b> El Proyecto no es un recinto portuario.

Con las diversas tablas anteriores en consideración, se advierte que el Proyecto es congruente con el presente Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, contemplando las diversas disposiciones que este Instrumento presenta.

### 3.3.8.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Denominada Corredor Cancún – Tulum (POET Cancún - Tulum)

El Proyecto está regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Denominada Corredor Cancún – Tulum (POET Cancún – Tulum), publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 16 de noviembre de 2001.

Figura 3. 11. Ubicación del Proyecto respecto al POET Cancún-Tulum.



No obstante, lo anterior, es importante señalar que el Programa de Ordenamiento Local del municipio de Solidaridad, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el día el 25 de mayo de 2009, establece en su artículo transitorio lo siguiente:

**“TERCERO.-** Se abroga el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún-Tulum, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo de fecha 16 de noviembre del año 2001, única y exclusivamente en lo que corresponde al territorio del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México.”

En este sentido, la aplicación del presente POET queda sustituido por el del POEL-S, mismo que se vincula a continuación en este Capítulo.

### 3.3.8.4. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POEL-S)

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Local del municipio de Solidaridad, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el día el 25 de mayo de 2009, así como a la ubicación de área en donde pretende desarrollarse el Proyecto, le corresponden la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 17 Corredor Turístico Punta Brava-Xcalacoco (Figura 3. 12 y Tabla 3. 24).

Figura 3. 12. UGA del POEL-S correspondiente al Proyecto.



Sin perjuicio de lo presentado, es importante contemplar lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, instrumento reglamentario de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

**“ARTÍCULO 20 BIS 4.-** Los programas de ordenamiento ecológico local serán expedidos por las autoridades municipales, y en su caso por las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, de conformidad con las leyes locales en materia ambiental, y tendrán por objeto:



I.- Determinar las distintas áreas ecológicas que se localicen en la zona o región de que se trate, describiendo sus atributos físicos, bióticos y socioeconómicos, así como el diagnóstico de sus condiciones ambientales, y de las tecnologías utilizadas por los habitantes del área de que se trate;

II.- **Regular, fuera de los centros de población, los usos del suelo** con el propósito de proteger el ambiente y preservar, restaurar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales respectivos, fundamentalmente en la realización de actividades productivas y la localización de asentamientos humanos, y

III.- **Establecer los criterios de regulación ecológica** para la protección, preservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales **dentro de los centros de población**, a fin de que sean considerados en los planes o programas de desarrollo urbano correspondientes.

(...)

**ARTÍCULO 20 BIS 6.-** La Secretaría podrá formular, expedir y ejecutar, en coordinación con las Dependencias competentes, programas de ordenamiento ecológico marino. Estos programas tendrán por objeto el establecer los lineamientos y provisiones a que deberá sujetarse la preservación, restauración, protección y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales existentes en áreas o superficies específicas ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo las zonas federales adyacentes.”

Bajo tal tesitura, considerando que el área del Proyecto, es decir, el sitio en el que se situará la infraestructura y se realizarán las actividades relativas a **Recuperación y Estabilización de Playa en el Desarrollo Secrets**, se encuentra en la Zona Marina correspondiente a la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT), no se ubica dentro de la esfera de aplicación del presente Instrumento (POEL-S).

Sin perjuicio de lo anterior, se presenta la vinculación del Proyecto con los criterios más relevantes del Programa de Ordenamiento Ecológico en comento:

Tabla 3. 24. Vinculación del Proyecto con los Criterios Generales del POEL-S.

CRITERIOS DE REGULACION ECOLOGICA DE APLICACIÓN GENERAL	
CG-01	<p>Las actividades, obras y proyectos que se pretendan desarrollar dentro del área municipal, deberán dar cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente, considerando de manera enunciativa pero no limitativa, Tratados Internacionales suscritos por México, Leyes Generales, Leyes Estatales, Normas Oficiales Mexicanas, Reglamentos Federales, Estatales y Municipales, Declaratorias y Decretos, Planes y Programas de Manejo aplicables en materia ambiental, urbana, manejo de residuos, Protección de flora y fauna y emisión de contaminantes, uso y goce de la Zona Federal Marítimo Terrestre; por lo que no se describen como criterios las obligaciones, límites máximos permisibles o cualquier otro parámetro establecido por estos instrumentos de carácter obligatorio.</p>
<p>Para el cumplimiento del presente criterio la promovente manifiesta que el objetivo principal del Proyecto es el mejorar y estabilizar a largo plazo las playas localizadas frente al Hotel Secrets. La promovente no omite manifestar ante la autoridad, que el Proyecto se apega en cada una de las diferentes etapas que lo integran de forma estricta y apegada a las disposiciones legales en vigor que mencionan el presente criterio (CG-01) e incluso de todos aquellos ordenamientos que les resulten aplicables y que no hayan sido consideradas por el criterio que nos ocupa.</p>	

<b>CRITERIOS DE REGULACION ECOLOGICA DE APLICACIÓN GENERAL</b>	
<b>CG-02</b>	<b>Antes del inicio de cualquier obra o actividad se deberá ejecutar el rescate selectivo de vegetación en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de las especies, el número de individuos por especie a rescatar y la densidad mínima de rescate, los métodos y técnicas aplicables, así como el monitoreo del programa, se determinarán y propondrán en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al Proyecto. Las actividades de rescate de vegetación deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.</b>
La promovente del Proyecto, en cumplimiento del presente criterio realizará de manera previa al inicio de las actividades que integran el Proyecto, una inspección de la zona de trabajo para proceder al rescate de los individuos que pudieran ser afectados. Dichos trabajos estarán basados en las medidas de prevención y mitigación contenidos en el Capítulo 6 de la presente MIA-R; programa de monitoreo ambiental, acciones y subprogramas que deriven de los mismos aplicables al rescate de los individuos probablemente afectados.	
<b>CG-03</b>	<b>Previo al inicio de cualquier obra o actividad de cada Proyecto se deberán ejecutar medidas preventivas orientadas a la protección de los individuos de fauna silvestre presentes en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de los métodos y técnicas a aplicar se determinará con base en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al Proyecto. Las medidas deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.</b>
La promovente del Proyecto, en cumplimiento del presente criterio realizará de manera previa al inicio de las actividades que integran el Proyecto, una inspección de las zonas de trabajo, de localizar especies propias de la región, inmediatamente aplicarán acciones enfocadas al rescate y protección de las especies localizadas ya sean del tipo terrestre o marino, los cuales estarán basados en el Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas, así como de Monitoreo Ambiental. Las medidas de prevención y mitigación se encuentran contenidos en el cuerpo que integra el capítulo 6 de la presente MIA-R.	
<b>CG-04</b>	<b>Los proyectos de cualquier índole deberán incorporar a sus áreas verdes vegetación nativa propia del ecosistema en el cual se realice el proyecto. Únicamente se permite el empleo de flora exótica que no esté incluida en el listado de flora exótica invasiva de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La selección de especies a incluir en las áreas verdes, así como el diseño de jardines deberá sustentarse en un programa de arborización y ajardinado que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Se deberá emplear una proporción de 4 a 1 entre plantas de especies nativas y especies ornamentales, excluyendo los pastos.</b>
La autoridad deberá de tener en consideración que el Proyecto no amenaza el ecosistema, ya que no se introducen materiales exóticos, ni se desplanta sobre arrecifes o amenaza la vida marina. Asimismo, el Proyecto propone estrictas medidas de prevención, mitigación y compensación dentro del SMGA, descrito en el Capítulo 6 de la presente MIA-R.	
<b>CG-05</b>	<b>Con la finalidad de evitar el fraccionamiento de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deberán agrupar las áreas de aprovechamiento y mantener la continuidad de las áreas con vegetación natural. Para lo cual, el promovente deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de la Infraestructura planteada por el proyecto, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.</b>
Para dar cumplimiento al presente criterio se debe de tener en consideración que la finalidad del Proyecto es mejorar y estabilizar a largo plazo las playas localizadas frente al Hotel Secrets, así como evitar la erosión generada por oleajes de alta intensidad que originan la arena de la zona costera ya no pueda regresar a la playa. Aunado a lo anterior, se deberá tener en consideración que la zona donde se realizará el Proyecto corresponde a un área turística, adyacente con infraestructura urbana, por lo que no se fragmentará ningún ecosistema, ni aislará población alguna. Por último, la promovente señala que no se afectará ninguna zona de manglar.	

<b>CRITERIOS DE REGULACION ECOLOGICA DE APLICACIÓN GENERAL</b>	
<b>CG-06</b>	<b>En el desarrollo de los proyectos se debe realizar el aprovechamiento integral de los recursos naturales existentes en el predio, por lo que será obligatorio realizar la recuperación de tierra vegetal en las superficies que se desmonten, así como el triturado y composteo de la madera resultante del desmante, así como el triturado y composteo de la madera resultante del desmante, así como el triturado y composteo de la madera resultante del desmante. Los materiales obtenidos no podrán ser comercializados –salvo autorización expresa de la autoridad correspondiente-, sino aprovechados en el mejoramiento de áreas verdes, de equipamiento o de donación.</b>
Para el cumplimiento del presente criterio se debe tener en consideración que el objeto principal del Proyecto es el mejoramiento de la zona de playa, así como la recuperación de ambientes costeros, y no el aprovechamiento de tierras vegetales originadas por el desmante.	
<b>CG-07</b>	<b>Los proyectos que generen aguas residuales (grises, negras, azules o jabonosas) deberán disponerlas a través de un sistema de tratamiento de aguas residuales propio que cumpla con la normatividad vigente aplicable. La descripción del sistema de tratamiento deberá incorporarse en el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Sólo se permitirá la reutilización de las aguas residuales tratadas cuando éstas cumplan con la normatividad ambiental vigente.</b>
El presente criterio no es vinculante con el Proyecto. El Proyecto no tiene por objeto lo establecido en este criterio. El Proyecto consiste en actividades encaminadas para el mejoramiento de la playas y ambientes costeros localizadas frente al Hotel Secrets.	
<b>CG-08</b>	<b>En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.</b>
El presente criterio no es vinculante con el Proyecto. El Proyecto no tiene por objeto lo establecido en este criterio. El Proyecto consiste en actividades encaminadas para el mejoramiento de la playas y ambientes costeros localizadas frente al Hotel Secrets.	
<b>CG-09</b>	<b>La canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, podrá realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos u otros que garanticen la retención de sedimentos o contaminantes y deberá ser aprobada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).</b>
El presente criterio no es vinculante con el Proyecto. El Proyecto no tiene por objeto lo establecido en este criterio. El Proyecto consiste en actividades encaminadas para el mejoramiento de la playas y ambientes costeros localizadas frente al Hotel Secrets.	
<b>CG-10</b>	<b>Los materiales calizos y los recursos naturales que se utilicen durante la construcción de un proyecto deberán provenir de fuentes o bancos de material autorizados.</b>
Los materiales que se utilizarán para el desarrollo de las obras y actividades propuestas por el Proyecto provendrán de bancos para cuyo aprovechamiento la Promovente obtendrá las autorizaciones y permisos que correspondan tanto ante la SEMARNAT (a través del presente instrumento de evaluación de impacto ambiental) y ante la SCT en términos de la Ley General de Bienes Nacionales, la Ley Federal del Mar, la Ley de Puertos y su Reglamento, así como el Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal, marítimo terrestre y terrenos ganados al mar. Es importante señalar que la autorización en materia de impacto ambiental del Proyecto es previa a la explotación de bancos de arena en el mar territorial, por lo tanto, la Autorización de Impacto Ambiental del Proyecto es requisito previo e indispensable para la tramitación y obtención de los permisos adicionales antes referidos. Como se destaca de los estudios técnicos que integran esta MIA y se describen y refieren a mayor detalle en los Capítulos 2 y 4 de ésta última, los bancos de arena han sido cuidadosamente seleccionados, sin que la utilización de dichos materiales implique la introducción de elementos ajenos al sistema, por la similitud de las características de la arena de la línea de costa y de los bancos de arena a ser aprovechados.	
<b>CG-11</b>	<b>En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones o sembradíos y para el control de pestes y plagas, sólo se permite el uso de sustancias autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).</b>

<b>CRITERIOS DE REGULACION ECOLOGICA DE APLICACIÓN GENERAL</b>	
El presente criterio no es vinculante con el Proyecto. El Proyecto consiste en actividades encaminadas para el mejoramiento de las playas y ambientes costeros localizadas frente al Hotel Secrets.	
<b>CG-12</b>	<b>Los proyectos que se realicen fuera de los centros de población, en predios mayores a 5 hectáreas, deberán llevar a cabo un monitoreo del desempeño ambiental del Proyecto, el cual deberá sustentarse en un estudio técnico o programa en el que se establezcan los indicadores de calidad ambiental que permitan identificar la eficacia de las medidas sobre los principales componentes de la biota, así como los métodos, técnicas que permitan medir tales indicadores y los tiempos y mecanismos para la Interpretación de los resultados. Este estudio deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. El promovente deberá entregar copia de los reportes a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental.</b>
La promovente del Proyecto manifiesta que el Proyecto para el mejoramiento de las playas contará con un Sistema de Manejo de Gestión Ambiental sumando a esto el Capítulo 6 de la presente MIA-R y establece medidas de prevención y mitigación a ser implementadas durante el tiempo que duren las obras del Proyecto. No se omite manifestar que autorizada la MIA-R por parte de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales se acatarán todos los términos y condicionantes que se incluyan en la autorización, en el momento oportuno la promovente hará del conocimiento de los cumplimientos legales a las autoridades competentes.	
<b>CG-13</b>	<b>Los residuos derivados de las obras no se dispondrán sobre la vegetación remanente dentro del predio, ni sobre la vegetación circundante, debiéndose trasladar al sitio de disposición final de residuos de manejo especial que establezca el municipio o el estado.</b>
La promovente en cumplimiento del presente criterio manifiesta, la generación de residuos derivado de las actividades y obras que integran el Proyecto se manejaran y dispondrán atendiendo la clasificación de los residuos, la cual se apegará al sistema de gestión ambiental del Proyecto, acorde a las medidas de mitigación y compensación contempladas en el Capítulo 6 de esta MIA-R, la disposición de los residuos también se pegara a lo establecido por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su respectivo Reglamento, así como por lo señalado en la Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo y su respectivo Reglamento.	
<b>CG-14</b>	<b>Está prohibida la introducción de especies de flora o fauna exóticas o invasoras incluidas en los listados de la CONABIO, en áreas naturales, cavernas y cuerpos de agua superficiales o subterráneos. La introducción y manejo de especies exóticas sólo se permite en áreas modificadas previa autorización de la SEMARNAT o la SAGARPA. Se excluye de esta restricción las especies de plantas ornamentales tropicalizadas de uso común en la zona Norte de Quintana Roo que se destinen a la conformación de áreas verdes o jardines.</b>
Por último, la autoridad deberá de tener en consideración que el Proyecto no amenaza el ecosistema, ya que no se introducen materiales exóticos, ni se desplanta sobre arrecifes, ni se amenaza la vida marina.	
<b>CG-15</b>	<b>Los promoventes que pretendan llevar a cabo obras o actividades en zonas que se constituyan como sitios de anidación o reproducción de una o más especies de fauna incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, deberán implementar acciones que aseguren la disponibilidad de sitios de anidación y reproducción de tales especies. Estas acciones deberán estar sustentadas en un plan de manejo de acuerdo con la Ley General de Vida Silvestre, que deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental o al informe preventivo aplicable al proyecto. Las acciones deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.</b>
Para dar cumplimiento al presente criterio, se deberá estar en el entendido que el Proyecto cumple con este criterio, al generar un efecto positivo en su implementación y rehabilitación de la línea de costa y playa se generan acciones que aseguran la prevalencia y disponibilidad de la zona adyacente y por ende a especies protegidas, así como de sitios de anidación en el área del Proyecto.	

<b>CRITERIOS DE REGULACION ECOLOGICA DE APLICACIÓN GENERAL</b>	
En relación a las especies de anidación la promovente realiza en la Tabla 3.30 insertada en el cuerpo del presente capitulo la vinculación del Proyecto con la Nom-162-Semarnat-2012 "Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación", señalando medidas como la colocación de iluminación correcta que sea conveniente en caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, así como el apoyo en su totalidad a las instituciones pertinentes.	
<b>CG-16</b>	<b>Los campamentos para trabajadores de la construcción deberán ser dignos para la vida humana, contar con servicios sanitarios, agua potable, un reglamento para el manejo de residuos sólidos, así como una estrategia de protección civil para atender las alertas por fenómenos hidrometeorológicos. La proporción de servicios sanitarios será de al menos 1 por cada 25 trabajadores.</b>
El presente criterio no es vinculante con el Proyecto. El Proyecto no tiene por objeto establecido campamentos para trabajadores ya que estos al término de su jornada se retirarán a sus domicilios. Sin embargo, éstos durante su jornada laboral de ocho horas, contarán con las condiciones de trabajo apegadas a lo establecido en la Ley Federal del Trabajo haciéndolas dignas para la vida humana.	
<b>CG-17</b>	<b>El uso del fuego estará condicionado a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM015-SEMARNAT/SAGAR-1997.</b>
El uso del fuego no se encuentra contemplado para ninguna actividad en ninguna etapa del Proyecto.	
<b>CG-18</b>	<b>Los proyectos que se realicen fuera de los centros de población, en predios mayores a 5 hectáreas, durante las etapas de preparación del sitio y Construcción, deberán presentar de manera semestral a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental, un plano georreferenciado (UTM, Datum WGS-84, Zona 16Q) de las áreas aprovechadas dentro del predio, en donde se especifiquen los tipos de vegetación afectados y su superficie.</b>
Para el cumplimiento del presente criterio se deberá tener en consideración que la mayoría de las actividades que integran el Proyecto, se realizaran en la Zona Federal Marítimo Terrestre competencia de la Nación, sin embargo, la promovente una vez obtenidas las autorizaciones correspondientes notificará atendiendo al nivel de competencia de las autoridades lo que sea procedente conforme a derecho.	
<b>CG-19</b>	<b>Para la apertura de caminos de acceso y vialidades de cualquier tipo fuera de los centros de población se requiere contar con la autorización en materia de impacto ambiental, así como de la autorización de cambio de uso del suelo que por excepción emite la autoridad federal correspondiente.</b>
El Proyecto no incluye la apertura de caminos de acceso ni vialidades fuera de los centros de población por lo que este criterio no le es aplicable.	
<b>CG-20</b>	<b>El establecimiento de viviendas o unidades de hospedaje de cualquier tipo, deberá ubicarse a una distancia mayor a 1,000 metros medidos a partir del pozo de extracción de agua potable de la red pública para abasto urbano más cercano.</b>
El presente criterio no es vinculante con el Proyecto. El Proyecto no tiene por objeto lo establecido en este criterio. El Proyecto consiste en actividades encaminadas para el mejoramiento de la playas y ambientes costeros localizadas frente al Hotel Secrets.	
<b>CG-21</b>	<b>En el desarrollo u operación de cualquier tipo de proyecto se debe evitar el derrame al suelo o cuerpos de agua de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes. De igual manera, se deberá evitar la disposición inadecuada de materiales impregnados con estas sustancias o de sus recipientes.</b>
	En cumplimiento de lo establecido por el presente criterio, la promovente una vez obtenida la autorización en materia de Impacto Ambiental que sea emitida por la SEMARNAT, se apegará a lo establecido en la Ley General de Gestión de Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su respectivo reglamento. Una vez iniciadas las actividades para la ejecución del Proyecto se realizará una serie de acciones apegadas a las medidas de prevención y mitigación establecidas en el Sistema de Manejo de Gestión Ambiental del Proyecto, la promovente en el supuesto de presentarse un accidente que ocasione el derrame de grasas

<b>CRITERIOS DE REGULACION ECOLOGICA DE APLICACIÓN GENERAL</b>	
	<p>o aceites en el cuerpo de agua se realizaran las acciones de contención de las grasas suspendidas usando barreras que floten para contener los derrames para posteriormente ser absorbidos mediante cordones oleofílicos que se encontraran dentro de las embarcaciones de trabajo, así como la realización de barridos para limpiar la zona de las grasas suspendidas. El equipo de combustión interna a utilizarse durante la ejecución del Proyecto se realizará en óptimas condiciones apegándose a un programa calendarizado de mantenimiento constante para evitar accidentes al medio ambiente originados por las malas condiciones operativas de los equipos.</p> <p>El Proyecto no tiene contemplado almacenar grandes volúmenes de las sustancias clasificadas como peligrosas sin embargo para dar cumplimiento con lo establecido en la ley en la materia se contará con un área de almacenamiento temporal de residuos clasificados como peligrosos dentro de las instalaciones existentes en el Hotel Secrets. El manejo final de los residuos peligrosos se realizará con una empresa debidamente autorizado por la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, la cual se encargará de la recolección, disposición y entrega de los certificados de disposición final</p>
	<p><b>En este sentido el promovente deberá manifestar el tipo de sustancias potencialmente contaminantes que empleará en las distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y, en su caso, corrección, que aplicará en cada etapa.</b></p>
	<p>En caso de que se generen residuos peligrosos, los cuales se identificarán de conformidad con su clasificación de corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico ambiental, inflamable y biológico-infeccioso (CRETIB), serán plenamente reconocidos en cuanto su peligrosidad y almacenados en contenedores plásticos dentro de un gabinete de concreto cerrado y en completo aislamiento del entorno.</p>
	<p><b>Para el almacenamiento de este tipo de sustancias o sus residuos se deberá contar con un almacén que cumpla con las especificaciones establecidas en la normatividad aplicable y se deberá llevar el registro de su manejo en la bitácora del almacén.</b></p>
	<p>Para cumplir con este criterio y la promovente estará apegada a lo señalado en los artículos 15, 16, 17, 71 y 82 del Reglamento de la Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos para realizar el almacén temporal de residuos peligrosos y de manera paralela se implementará el manejo de una bitácora que registre las entradas y salidas de los residuos peligrosos hasta obtener los certificados emitidos por empresa autorizada de la disposición final de dichos residuos. Estas actividades serán realizadas por un especialista en la materia con conocimiento en el manejo y control de este tipo de residuos.</p>
<b>CG-22</b>	<p><b>El uso de explosivos, estará regulado por los lineamientos de la Secretaría de Defensa Nacional y la normatividad aplicable. Previamente a la utilización de explosivos deberá entregarse a la autoridad competente en materia de protección civil, el cronograma de detonaciones y el programa de protección civil correspondiente que deberá estar disponible al público en general.</b></p>
	<p>Este criterio no es aplicable a la promovente, a razón de que el Proyecto no contempla la realización de algún tipo de obra o actividad cuyas características requieran el uso de explosivos.</p>
<b>CG-23</b>	<p><b>Todos los proyectos que en cualquiera de sus etapas de desarrollo generen residuos peligrosos deberán contar con un almacén de residuos peligrosos y disponerlos a través de una empresa autorizada en el manejo de los mismos, conforme a la legislación y normatividad ambiental aplicable en la materia.</b></p>
	<p>Como se ha manifestado en el Criterio General Número 21 referente al manejo de residuos peligrosos, para dar cumplimiento estricto al criterio que nos interesa, la promovente implementará un estricto control para el manejo de los residuos considerados como peligrosos en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, así como su respectivo Reglamento, además se contratará a una persona con amplio conocimiento en Seguridad Salud y Protección Ambiental y entre otras funciones se designará como la encargada para el control, manejo y disposición final de los residuos que se generen tal como como se ha demostrado en la vinculación legal insertada en el cuerpo del presente capítulo.</p>

<b>CRITERIOS DE REGULACION ECOLOGICA DE APLICACIÓN GENERAL</b>	
<p>El almacén temporal de los residuos sólidos y líquidos con características de peligrosidad según el análisis CRETIB, se ubicará en donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones de fugas, incendios, explosiones e inundaciones y contará con paredes y techo de materiales no inflamables, con ventilación, muros de contención, fosas de retención, canaletas o trincheras para contener lixiviados, sistemas de extinción y señalización suficiente, así como con material e infraestructura de recuperación de combustible y de sustancias para el caso de derrames.</p> <p>Asimismo, como parte del equipo necesario para la implementación del Proyecto se contará con barreras, toallas o esponjas oleofílicas. En el caso de derrames de residuos peligrosos en el suelo, se deberá contar con salchichas, colchonetas o polvos absorbentes y películas de liners para colocar residuos peligrosos. Las medidas de prevención, supervisión y mitigación se encuentran definidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos y serán supervisadas por el Programa de Supervisión Ambiental dentro del marco del SMGA del Proyecto.</p>	
<b>CG-24</b>	<p><b>Para los fines de aplicación de este instrumento, en particular para la definición de competencias para la evaluación en materia de impacto ambiental, la zona costera o ecosistema costero del Municipio Solidaridad fuera de los centros de población está delimitada entre la zona federal marítimo terrestre y la carretera federal 307. El territorio localizado al poniente de la carretera federal 307 se considera zona continental.</b></p>
<p>Toda vez que el Proyecto se realizará en el ecosistema costero del Municipio de Solidaridad, es claro que la evaluación del mismo corresponde a la Secretaría del Medio Ambiente y recursos Naturales como se establece en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental con el Proyecto. Fundamento jurídico mediante el cual la promovente somete ante esta autoridad la evaluación de la MIA-R que nos ocupa.</p>	
<b>CG-25</b>	<p><b>La superficie que se permite ocupar en un predio será el área de aprovechamiento máxima permitida para el desplante de las obras provisionales o definitivas proyectadas, incluyendo obras de urbanización (red de abasto de agua potable, red de alcantarillado sanitario, planta de tratamiento de aguas residuales o fosas sépticas, red de electrificación y alumbrado, obras viales interiores, estacionamientos y las que se requieran para la incorporación del proyecto a la red vial), las obras o edificaciones de que conste el proyecto, así como los jardines, áreas públicas, albercas y áreas verdes. La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales siendo responsabilidad del propietario su preservación y protección. No se contabilizan los senderos, brechas o andadores peatonales al interior de las áreas naturales que se conserven dentro del predio y que sirvan para intercomunicar las diferentes áreas de instalaciones o servicios dentro del proyecto. Las áreas previamente desmontadas o sin vegetación dentro del predio podrán formar parte del área de aprovechamiento permitida y deben considerarse en primer lugar para el desplante de las obras que se proyecten. Cuando por motivo del diseño y funcionalidad de un proyecto no resulte conveniente el uso de las áreas previamente desmontadas, podrá solicitarse el aprovechamiento de otras áreas siempre que el promovente se obligue a reforestar las áreas afectadas que no utilizará, situación que deberá realizar de manera previa a la etapa de operación del proyecto. Cuando el área afectada dentro del predio sea mayor al área de aprovechamiento máxima permitida en el mismo, el propietario deberá implementar medidas tendientes a la restauración ambiental de la superficie excedente de manera previa a la conclusión de la etapa de construcción. Dichas medidas deberán sustentarse en un estudio técnico o programa de restauración que deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental o al informe preventivo aplicable al proyecto. Las actividades de restauración ambiental deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.</b></p>
<p>El presente criterio no es aplicable al Proyecto. El conjunto de obras que lo integran no considera el desplante de ningún predio ni la construcción de ninguna edificación que requiera obras de urbanización.</p>	
<b>CG-26</b>	<p><b>Para el aprovechamiento de predios, cuerpos de agua o cavernas en los que se detecten vestigios arqueológicos, deberá obtenerse de manera previa al inicio de</b></p>

<b>CRITERIOS DE REGULACION ECOLOGICA DE APLICACIÓN GENERAL</b>	
	<b>obras la autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Si el hallazgo arqueológico se realiza durante el desarrollo del proyecto se deberá informar de manera inmediata al INAH.</b>
	El presente criterio no es aplicable al Proyecto. En la zona donde se desarrollará el conjunto de obras no se ha encontrado vestigio arqueológico alguno, pero de estar en el supuesto que, durante el desarrollo de las obras, se realice el hallazgo de algún tipo de objeto similar a un vestigio arqueológicos, la promovente notificará de manera inmediata al Instituto Nacional de Antropología e Historia, acatando las disposiciones implementadas por dicho instituto.
<b>CG-27</b>	<b>Las obras de infraestructura o equipamiento regional de interés público sólo se permiten con la aprobación del H. Cabildo de Solidaridad y/u otras autoridades competentes, previa autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo de terrenos forestales.</b>
	El presente criterio no es vinculante con el Proyecto. La autoridad deberá de estar en el entendido que el Proyecto para la estabilización de playas y mejoramiento de la zona costera no es una obra de infraestructura ni equipamiento regional de interés público, así mismo de se deberá de tener en consideración que el conjunto de obras se realizaran en la Zona Federal Marítimo Terrestre son competencia del Gobierno Federal.
<b>CG-28</b>	<b>Para el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas, partes de ellas o subproductos de los mismos, así como de los recursos forestales, se requiere que estos productos provengan de UMA's o Productores Forestales autorizados y den cumplimiento a lo establecido en la normatividad aplicable.</b>
	La autoridad deberá de tener en consideración que el Proyecto no amenaza el ecosistema, ya que no se introducen materiales exóticos, ni se desplanta sobre arrecifes, ni se amenaza la vida marina.
<b>CG-29</b>	<b>Con la finalidad de garantizar la estabilidad de las edificaciones, así como evitar el desplome o alumbramiento innecesario del acuífero o la afectación de estructuras y sistemas cársticos, los promoventes deberán realizar de manera previa al inicio de obras un estudio de mecánica de suelos avalado por un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación.</b>
	El presente criterio no es vinculante con el Proyecto. El Proyecto no tiene por objeto lo establecido en este criterio. El Proyecto consiste en actividades encaminadas para el mejoramiento de la playas y ambientes costeros localizadas frente al 'Hotel Secrets'.
<b>CG-30</b>	<b>Los promoventes deberán implementar un programa de información y capacitación ambiental para los trabajadores que viven en los campamentos de construcción, que los ilustre sobre las especies de flora y fauna que cuentan con protección especial, para evitar su depredación.</b>
	El presente criterio no es vinculante con el Proyecto, ya que éste no tiene considerado la instalación de un campamento de trabajares, estos al término de su jornada laboral de ocho horas, se retirarán a sus domicilios. No se omite manifestar que la promovente realizara platicas de concientización entre los trabajadores de las obras, enfocadas al cuidado y protección de las especies localizadas en las zonas de trabajo.
<b>CG-31</b>	<b>En caso que se autorice la ejecución de obras o construcciones sobre cavernas, secas o inundadas, deberá realizarse programa de monitoreo de la misma, el cual deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental, para su aprobación y, en su caso, implementación.</b>
	El presente criterio no es vinculante con el Proyecto. El Proyecto no tiene por objeto lo establecido en este criterio. El Proyecto consiste en actividades encaminadas para el mejoramiento de las playas y ambientes costeros localizadas frente al Hotel Secrets.
<b>CG-32</b>	<b>En predios en los que existan manglares deberá cumplirse lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.</b>
	Se alega a la presente autoridad revisora que no existen manglares dentro del área correspondientes a las zonas donde se pretende implementar el Proyecto por lo que este criterio no es aplicable.



CRITERIOS DE REGULACION ECOLOGICA DE APLICACIÓN GENERAL	
<b>CG-33</b>	<b>Para la práctica de actividades autorizadas al interior de cavernas o cenotes, únicamente se permite el uso de luz amarilla o roja, la cual solamente se encenderá durante la estancia de los usuarios.</b>
El presente criterio no es vinculante con el Proyecto. El Proyecto no tiene por objeto lo establecido en este criterio. Éste consiste en actividades encaminadas para el mejoramiento de las playas y ambientes costeros localizadas frente al Hotel Secrets.	
<b>CG-34</b>	<b>Se prohíbe la disposición de aguas residuales, con o sin tratamiento, en cenotes, cuevas inundadas o cuevas secas.</b>
El presente criterio no es vinculante con el Proyecto. El Proyecto no tiene por objeto lo establecido en este criterio. El Proyecto consiste en actividades encaminadas para el mejoramiento de la playas y ambientes costeros localizadas frente al 'Hotel Secrets'	
<b>CG-35</b>	<b>En los términos que establece la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, los promoventes deberán aplicar el Plan de Manejo de residuos correspondiente durante las distintas etapas de desarrollo y operación de las obras o actividades que se le autoricen.</b>
La promovente del Proyecto manifiesta que el cumplimiento del presente criterio, se realizara de conformidad a lo establecido en la Ley y reglamento en la materia aplicables en el estado de Quintana Roo, así como lo especificado en el SMGA y sus respectivos subprogramas desarrollados puntualmente para el Proyecto de mejoramiento y estabilización de playas	
<b>CG-36</b>	<b>En el caso de fraccionamientos que se desarrollen fuera de los centros urbanos, el área de aprovechamiento máxima del predio o lote será la que establece la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo. La superficie remanente deberá mantenerse en condiciones naturales.</b>
El presente criterio no es vinculante con el Proyecto. El Proyecto no tiene por objeto lo establecido en este criterio. El Proyecto consiste en actividades encaminadas para el mejoramiento de las playas y ambientes costeros localizadas frente al Hotel Secrets.	

Tabla 3. 25. Vinculación del Proyecto con los Criterios Específicos de Regulación aplicables.

Criterios Específicos de Regulación	
<b>CE-39</b>	<b>Si un predio está dividido en dos o más UGA, la superficie máxima de aprovechamiento de cada porción será la que se establezca para cada uso y unidad. La superficie máxima de aprovechamiento no es acumulativa entre usos o unidades de gestión.</b>
El Proyecto no está dividido en UGA, por lo que este criterio no es aplicable.	
<b>CE-79</b>	<b>Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el período de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías. Dichas medidas deberán manifestarse en el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto, para su valoración y en su caso, validación y autorización por la Dirección de Vida Silvestre de la SEMARNAT.</b>
Para el cumplimiento del presente criterio no se omite que el Proyecto no afectará en forma alguna a especies de tortugas marinas, por el contrario, la recuperación de playa y línea de costa planteadas por el Proyecto tendrán como efecto positivo mantener funcionales los puntos de anidación de tortugas localizados en la zona y preservar su continuidad. La promovente en la Tabla 3. 31 insertada en el cuerpo del presente capítulo, realiza la vinculación del Proyecto con la Nom-162-Semarnat-2012 "Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación".	
<b>CE-95</b>	<b>En los predios en los que exista vegetación exótica o invasora deberá llevarse a cabo un programa de erradicación de dichas especies.</b>

Criterios Específicos de Regulación	
El presente criterio no es vinculante con el Proyecto. El Proyecto se llevará a cabo en zonas sin vegetación, lo que puede ser verificado en la descripción señalada en el Capítulo 2 de la presente MIA.	
<b>CE-98</b>	<b>Las reservas urbanas destinadas a aprovechamiento urbano deberán mantener su cobertura vegetal original en tanto no sean urbanizadas</b>
El área del Proyecto no es reserva urbana destinada a aprovechamiento urbano, por lo que este Criterio no es aplicable.	
<b>CE-103</b>	<b>En el caso de que el ecosistema de duna costera se encuentre afectado o carezca de vegetación, ésta se deberá restaurar o reforestar con la finalidad de promover la protección de las playas, de la zona de anidación de las tortugas marinas y para el mantenimiento de la vegetación costera. Para el cumplimiento de este criterio deberá presentarse de manera conjunta con el estudio ambiental correspondiente, el programa de restauración de vegetación costera. La restauración se realizará en el primer año a partir de la fecha de inicio de obras del proyecto autorizado. Las actividades de restauración deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.</b>
El cumplimiento del criterio se encuentra basada en el objeto del Proyecto ya que éste tiene por objeto la restauración del ecosistema costero que ha sido afectado por la erosión, la pérdida de playa ocasionada por las corrientes marinas y los impactos ocasionados por los huracanes.	
<b>CE-104</b>	<b>La estructura de la duna costera o bermas rocosas, así como la vegetación que las ocupa se debe mantener en estado natural en por lo menos el 75 % de su superficie dentro del predio.</b>
Para el cumplimiento del criterio, la promovente manifiesta que el objetivo del Proyecto es la recuperación y estabilización del ambiente costero y de la playa localizada frente al Hotel Secrets.	
<b>CE-105</b>	<b>Se permiten los andadores de acceso a la playa de conformidad con lo establecido en la normatividad vigente, los cuales siempre tendrán un trazo que atraviese la franja de vegetación costera en forma diagonal con la finalidad de evitar la erosión de la duna o playa. Los andadores o accesos a la playa tendrán una anchura máxima de tres metros y se podrá establecer uno por cada 100 metros de frente de playa de cada predio.</b>
El presente criterio no es vinculante con el Proyecto. El Proyecto no tiene por objeto lo establecido en este criterio. Éste consiste en una serie de actividades encaminadas para el mejoramiento de las playas y ambientes costeros localizadas frente al 'Hotel Secrets'. Sin embargo, de consolidarse una duna, se considerarán la implementación de accesos a la playa con estas características para evitar la erosión de la playa recuperada.	
<b>CE-106</b>	<b>Los andadores de acceso a la playa se establecerán sobre el terreno natural, sin rellenos, ni pavimentos, sólo se permitirá la delimitación del mismo con rocas u otros ornamentos no contaminantes. Se permite el establecimiento de andadores elevados que respeten el relieve natural de la duna.</b>
El presente criterio no es vinculante con el Proyecto. El Proyecto no tiene por objeto lo establecido en este criterio. Éste consiste en una serie de actividades encaminadas para el mejoramiento de las playas y ambientes costeros localizadas frente al Hotel Secrets. Sin embargo, de consolidarse una duna, se considerarán la implementación de accesos a la playa con estas características para evitar la erosión de la playa recuperada.	

De las tablas anteriores, se advierte que el presente Proyecto es congruente con los lineamientos ecológicos establecidos en este POEL-S.

*Nota: No se vincula con los "CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA APLICABLES A LAS ÁREAS URBANAS" debido a la ubicación y naturaleza del Proyecto.*

### **3.3.9. Planes y Programas de Desarrollo**

Los planes y programas de desarrollo funcionan como herramientas de participación ciudadana, donde por disposición constitucional deben recopilarse a través de diferentes medios, las demandas y aspiraciones de los diversos sectores sociales y por otra parte también sirven como guía de mandato para los gobiernos del ámbito federal, estatal y local, toda vez que constituyen las directrices que encauzarán las acciones de los gobernantes durante su periodo de gobierno.

En relación a lo anterior, los planes y programas de planeación, si bien representan acciones de índole programática o planeación para la autoridad competente, es decir, para los gobiernos de los tres órdenes, conforme a lo establecido en las propias Leyes de Planeación; se puede afirmar que el Proyecto es congruente con los planes y programas de desarrollo que le aplican, tal y como se demuestra en este capítulo.

De conformidad con lo anterior, se presenta a continuación la vinculación del Proyecto con los planes y programas de desarrollo vigentes y en ejecución, de la nación, el estado de Quintana Roo y del municipio de Solidaridad, esto con el propósito de demostrar la compatibilidad de las obras y actividades que se proponen con estos instrumentos, y específicamente respecto a los temas relacionados con el medio ambiente, el desarrollo de la entidad y del turismo como actividad productiva.

#### *3.3.9.1. Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050.*

En atención a los ámbitos de competencia establecidos por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, se deberá estar en entendido que por la ubicación geográfica del Proyecto, éste se encuentra regulado por el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad y el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad 2010-2050, ambos fueron publicados en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, el 20 de diciembre del año 2010. Estos instrumentos de regulación no contemplan la regulación de la Zona Federal Marítimo Terrestre, por lo cual se entiende que, ya que las obras a realizarse en el Proyecto tienen como zona de inicio la Zona Federal Marítimo Terrestre, y los ordenamientos antes mencionados no son aplicables. Sin perjuicio de lo anterior, se presente una breve descripción de la congruencia del Proyecto con los objetivos del PMDU en comento.

El Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050 (“PMDUS”) se creó con objeto de que el desenvolvimiento urbano del Municipio sea de manera ordenada en respuesta a las actividades económicas inherentes al turismo que se desarrollan y desarrollarán dentro del mismo en los próximos años. El PMDUS se estructura en cinco capítulos identificados de la siguiente forma: I. Antecedentes; II. Normatividad; III. Políticas y estrategias; IV. Programación y corresponsabilidad sectorial; V. Nivel Instrumental.

Dentro del segundo capítulo del PMDUS identificado como **NORMATIVIDAD** se establecen las bases y objetivos de dicho instrumento de planeación. De esta forma se determinan los cuatro ejes rectores fundamentales para el desarrollo del Municipio: 1. Desarrollo turístico; 2. Desarrollo socioeconómico; 3. Medio Ambiente; y 4. Desarrollo urbano e infraestructura.

Dentro de los objetivos del primer eje rector (Desarrollo turístico) se señalan los de promover y desarrollar infraestructura turística y obtener los más altos índices de calidad en la prestación de servicios, por lo que por las razones expuestas a lo largo de este capítulo es claro que el desarrollo del Proyecto es consistente con este eje rector del PMDUS.

Por otro lado, otro eje rector relacionado directamente con el Proyecto lo constituye el identificado como Medio ambiente, que plantea el objetivo de conservar el medio ambiente e involucrar a inversionistas, desarrolladores, hoteleros e industriales en tales tareas. Los objetivos citados corresponden con el Proyecto pues su implementación optimizará el aprovechamiento de la infraestructura turística del PROYECTO en armonía con el medio ambiente.

A la vez, en la parte final del segundo capítulo el PMDUS establece que el turismo ha sido y seguirá siendo la espina dorsal del desarrollo socioeconómico de Quintana Roo por lo que la oferta turística debe satisfacer las necesidades del turista internacional. En ese sentido, la conservación y mantenimiento de los recursos naturales como atractivos turísticos constituyen un interés fundamental de los visitantes a la región, demostrando así la necesidad de que la Promovente lleve a cabo la restauración de su perfil costero y la estabilización de su sistema de playa, para estar en posibilidad de satisfacer las necesidades de los turistas de disfrutar el medio natural.

En el tercer capítulo del PMDUS denominado POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS, se establecen las estrategias generales urbanas, las políticas de desarrollo, de uso de suelo y estructuración urbana en aras de alcanzar los objetivos planteados en el capítulo Segundo antes analizado. Dentro de las políticas generales que enmarcan la estrategia para el desarrollo urbano del Municipio de Solidaridad encontramos una política de Ecología que tiene como objetivo promover la rehabilitación dunar en la zona costera del municipio y una política de Desarrollo Turístico que tiene como propósito el promover la creación de zonas de desarrollo turístico sustentable, lo que coincide, como ha quedado demostrado a lo largo de este capítulo con las metas planteadas por el Proyecto. Es importante destacar que en el punto 3.5 Estrategia para el Desarrollo Urbano y Turístico del capítulo del PMDUS al que nos venimos refiriendo, se hace una importante mención al tema de los accesos a la playa de la siguiente forma:

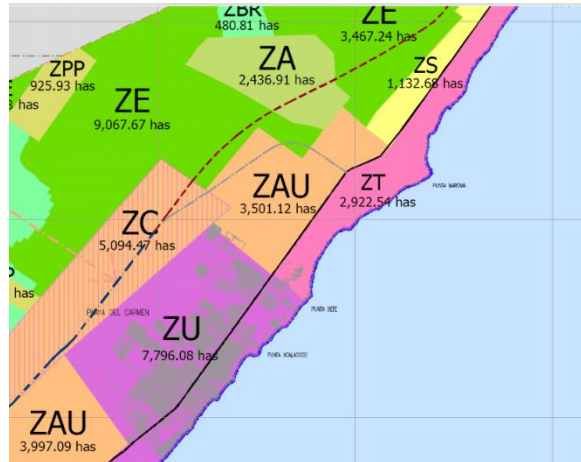
“Los predios colindantes al mar deberán de dejar un acceso público que será determinado por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de la Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros, en cumplimiento de la Ley General de Bienes Nacionales del 20 de mayo del 2004 y 31 de agosto del 2010 y deberán cumplir con lo establecido en la normatividad vigente”.

En este sentido y toda vez que la naturaleza y objetivo primordial del Proyecto es recuperar la línea de costa, playa y duna costera, actividades que implican necesariamente la reconfiguración de la ZOFEMAT colindante al ‘Hotel Secrets’, se desprende como otro de los efectos positivos del Proyecto, la recuperación de la superficie de zona federal marítimo terrestre que se ha perdido, con objeto de que el público en general pueda acceder a las playas conforme a la normatividad vigente en la materia.

Por otro lado, como puede observarse en la Figura 3. 13 obtenida del plano Zonificación Primaria E13 del PMDUS, incluido en la sección 3.5.1. Zonificación primaria de dicho instrumento, se destaca que el Proyecto se ubica dentro de una zona turística, la que está definida de la siguiente forma:

“Son aquellas áreas que por sus características y atractivo natural propician el desarrollo de edificaciones y actividades de tipo turístico y recreativo. (...) De igual manera, se deben proteger contra riesgos urbanos y tráfico pesado ocasionados por usos incompatibles. Son áreas en las que se debe prevenir el deterioro de las mismas, ya que por su belleza y valor ambiental son la razón de ser de su atractivo. Estas zonas son susceptibles de desarrollarse, ya sea dentro del territorio de influencia de un centro de población existente o en áreas deshabitadas. Son áreas que forman parte de la franja costera del Municipio”.

Figura 3. 13. Zonificación primaria conforme al PMDUS.



En la sección **3.6 Zonificación del Desarrollo** del PMDUS, se muestra la zonificación del territorio del Municipio de Solidaridad, señalando específicamente que el uso turístico deberá regirse conforme al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (“**POELMS**”), cuya vinculación y aplicación al Proyecto se desarrolló con anterioridad. De esta forma, se expone el cumplimiento del Proyecto a los términos establecidos en este instrumento de desarrollo urbano.

### 3.3.10. Regiones Prioritarias

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

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

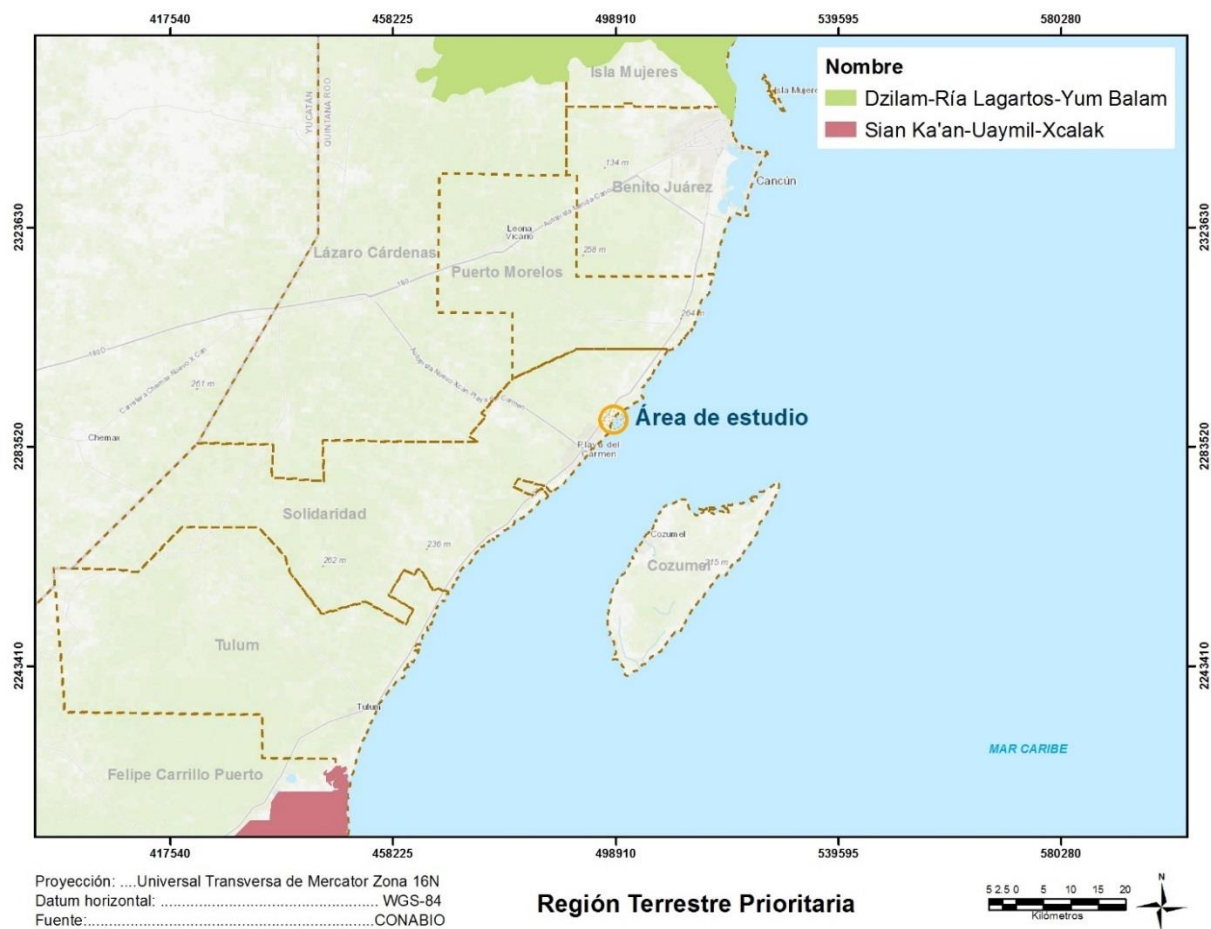
Por su ubicación, el Proyecto se encuentra aledaño a algunas regiones prioritarias, tal y como se puede observar en las figuras que se insertan más adelante, no obstante, es necesario indicar que el desarrollo del mismo no perjudicará las condiciones de estas zonas, además de que no existen instrumentos normativos que restrinjan actividades en las diversas regiones prioritarias indicadas por la CONABIO, por lo que no existe impedimento legal para realizar proyectos. No obstante, la designación de un sitio como una región prioritaria debe considerarse como un compromiso intrínseco de conservación, de tal forma que cualquier desarrollo en estas áreas deberá contemplar medidas adicionales que reduzcan el impacto directo o indirecto a la biodiversidad.

### 3.3.10.1. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Las Regiones Terrestres Prioritarias, destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

De acuerdo a la ubicación del Proyecto, éste no se ubica dentro de ninguna RTP.

Figura 3. 14. Ubicación del Proyecto respecto de las RTP más cercanas.

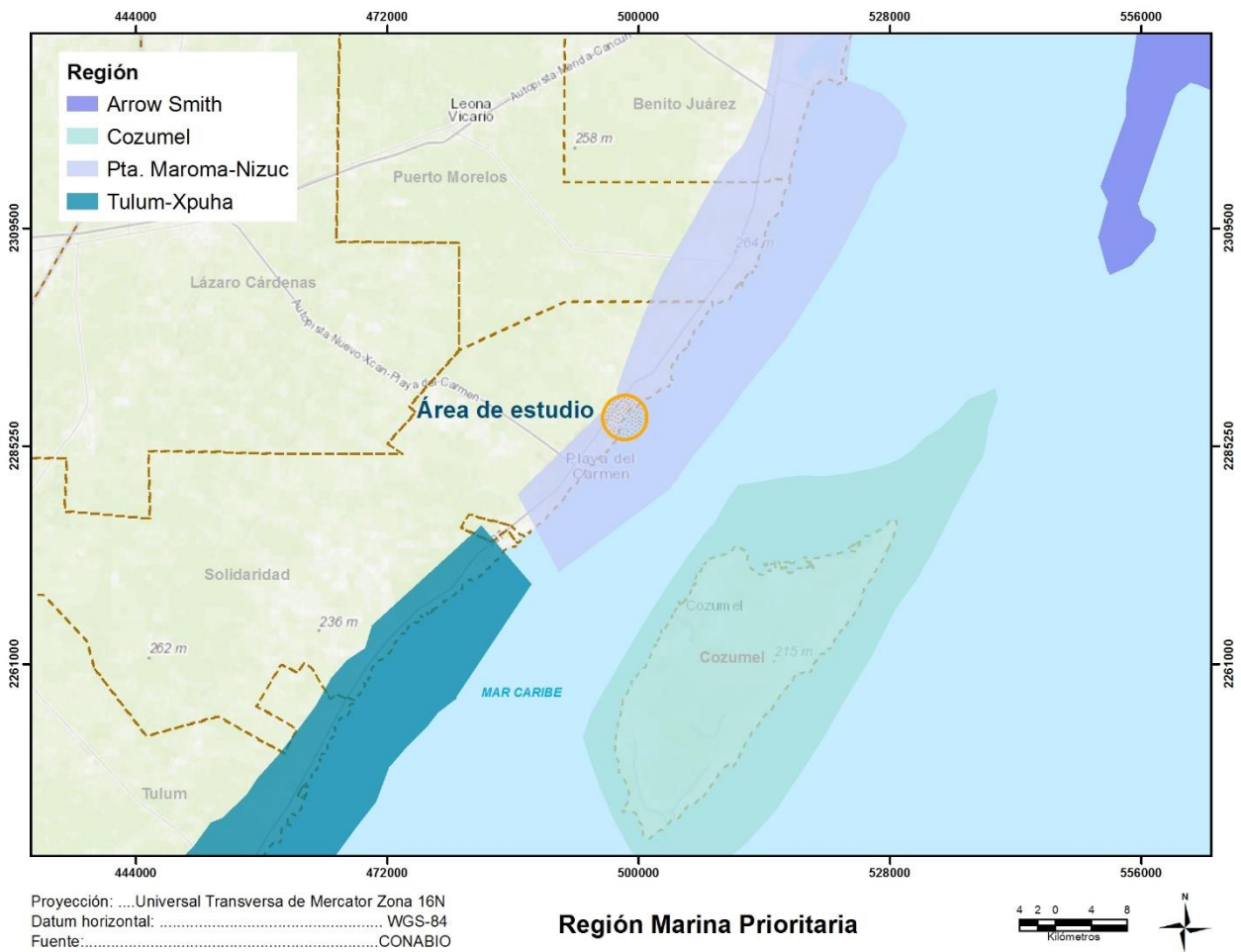


### 3.3.10.2. Regiones Marinas Prioritarias (RMP)

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) instrumentó el Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México (RMP), en el cual se llevó a cabo una clasificación de las 70 áreas prioritarias, considerando criterios ambientales (e.g., integridad ecológica, endemismo, riqueza, procesos oceánicos, etc.), económicos (e.g., especies de importancia comercial, zonas pesqueras y turísticas importantes, recursos estratégicos, etc.) y de amenazas (contaminación, modificación del entorno, efectos a distancia, especies introducidas, etc.).

El Proyecto se ubica dentro de la RMP 63 Punta Maroma – Punta Nizuc (Figura 3. 15). Se deben orientar estrategias para la conservación de ecosistemas costeros.

Figura 3. 15. Ubicación del Proyecto respecto a la RMP 63 Punta Maroma – Punta Nizuc.



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

Tabla 3. 26. Vinculación de la RMP con el Proyecto.

PROBLEMÁTICA	PROYECTO
<b>Modificación del entorno:</b> Tala de manglar, relleno de áreas inundables (pérdida de permeabilidad de la barra), remoción de pastos marinos, construcción sobre bocas, modificación de barreras naturales. Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras, mercantes y turísticas. Existe deforestación (menor retención de agua) e impactos humanos (Cancún y otros desarrollos turísticos). Blanqueamiento de corales.	El Proyecto de ningún modo pretende la afectación de manglar ni la remoción de pastos marinos.  Adicionalmente, el Proyecto considera la implementación de un Programa de Monitoreo mediante el cual se verificará que las obras del Proyecto no afectan a los ecosistemas presentes.
<b>Contaminación:</b> Por descargas urbanas y falta de condiciones de salubridad.	El SMGA establece distintas medidas de mitigación y compensación para hacer frente a esta problemática. Además, no se realizarán descargas al acuífero ni el subsuelo.
<b>Uso de recursos:</b> Presión sobre peces (boquinete) y langostas. Pesca ilegal en la laguna Chakmochuk; campamentos irregulares en el área continental del Municipio de Isla Mujeres.	No se realizarán actividades de pesca en el Proyecto. Asimismo, no se prevé el aprovechamiento de ninguna especie enlistada en esta problemática.
<b>Especies introducidas:</b> <i>Cassuarina</i> spp y <i>Columbrina</i> spp.	No se introducirán ninguna de estas especies.

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

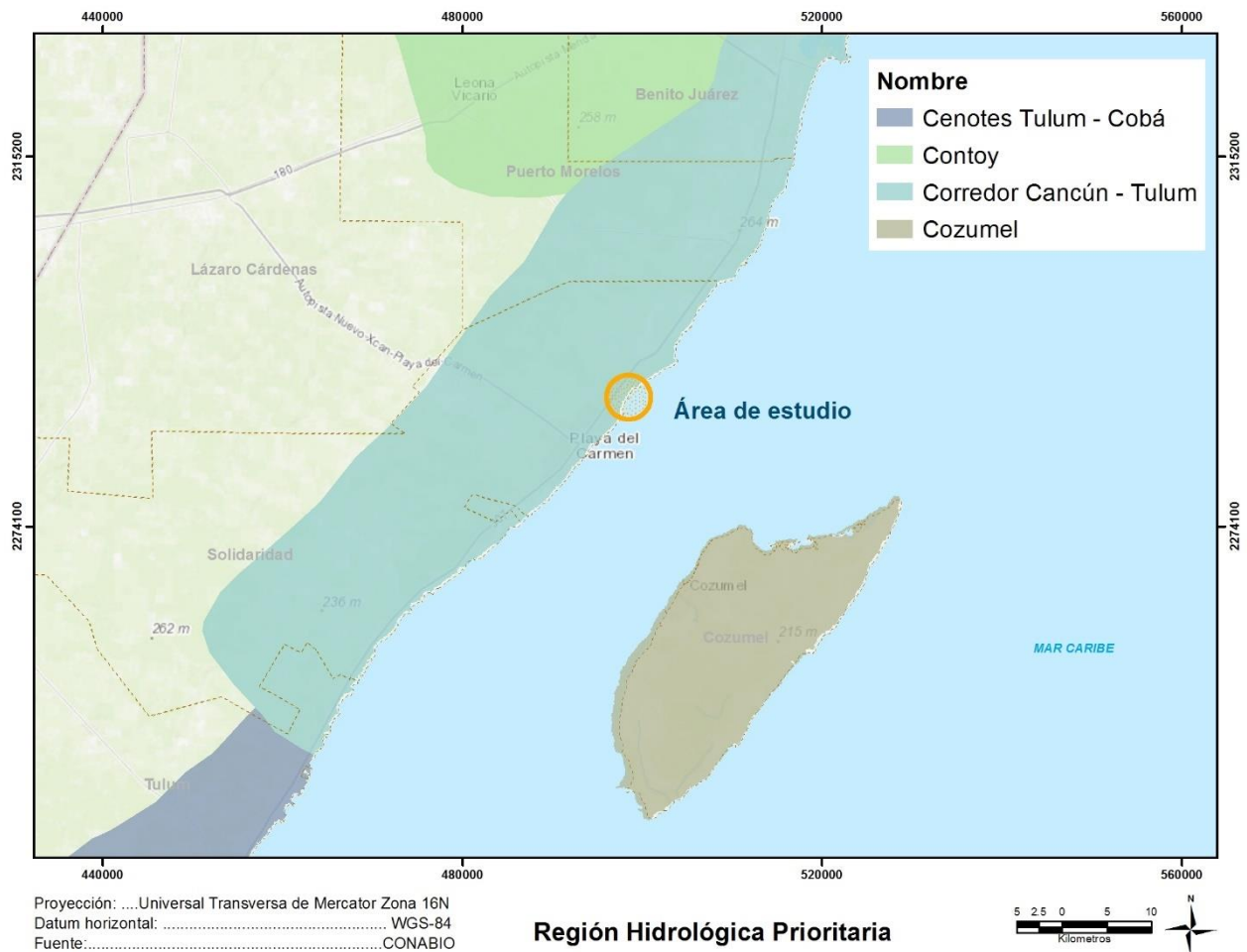
### 3.3.10.3. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

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

El Proyecto se ubica dentro de la RHP 105 Corredor Cancún - Tulum (Figura 3. 16).



Figura 3. 16. Ubicación del Proyecto respecto a la RHP 103 Contoy.



Las problemáticas identificadas en esta Región son las siguientes:

Tabla 3. 27. Vinculación de la RHP con el Proyecto.

PROBLEMÁTICA	PROYECTO
<p><b>Modificación del entorno:</b> Perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, deforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales.</p>	<p>El Proyecto no contempla las actividades descritas en este apartado, por el contrario, la implementación del Proyecto permitirá conservar y recuperar las condiciones del ecosistema. Asimismo, es importante señalar que el Proyecto no representa una obra de ingeniería de gran impacto y, aunado a lo anterior, se talarán especies de manglar, ni se realizará el relleno de áreas inundables ni se generarán canales.</p>
<p><b>Contaminación:</b> Aguas residuales y desechos sólidos.</p>	<p>El Proyecto no contempla las actividades descritas en esta Problemática.</p>

PROBLEMÁTICA	PROYECTO
<p><b>Uso de recursos:</b> Pesca ilegal en la laguna de Chacmochuc y plantaciones de coco <i>Cocos nucifera tasiste</i>.</p>	<p>No se realizarán actividades de pesca en el Proyecto. Asimismo, no se prevé el aprovechamiento de ninguna especie enlistada en esta problemática.</p>

Con base en lo anterior, se destaca que el Proyecto no aumentará los problemas existentes en dichas esta Región, ya que considera la aplicación de medidas de mitigación que y prevención para mantener las condiciones ambientales que prevalecen en la zona.

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

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

El Proyecto no se ubica dentro del ámbito de aplicación de alguna AICA.

**Figura 3. 17. Ubicación del Proyecto con respecto de las AICA.**



### 3.3.11. Sitios Prioritarios

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

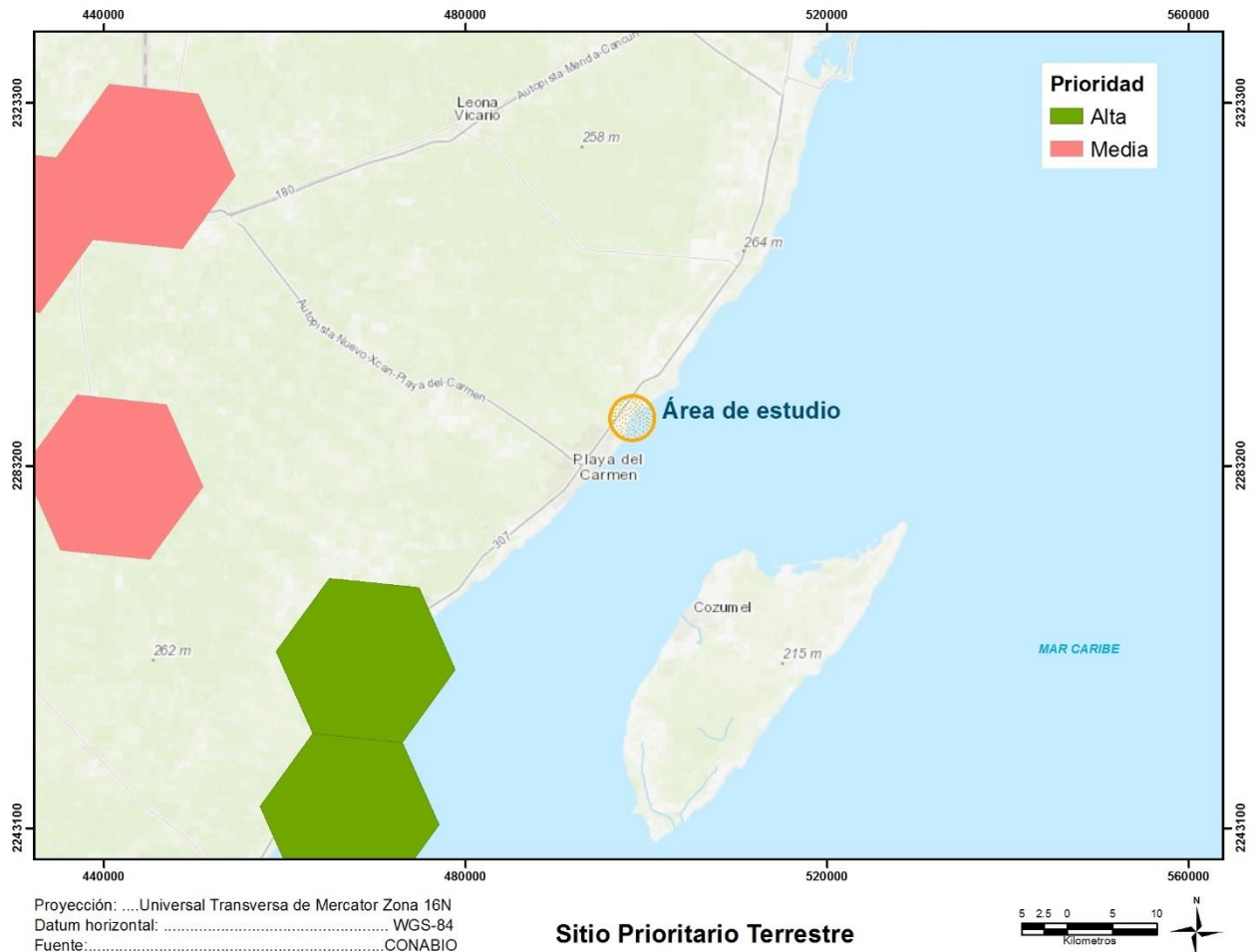
#### 3.3.11.1. Sitios Prioritarios Terrestres (SPT)

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

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

El Proyecto se ubica dentro de un Sitio Prioritario de prioridad media, por lo que se establecerán medidas de conservación para el desarrollo de la biodiversidad dentro del Proyecto, mismas que se encuentran descritas en el Capítulo 6 de esta MIA-R.

Figura 3. 18. Ubicación del Proyecto respecto a los SPT.



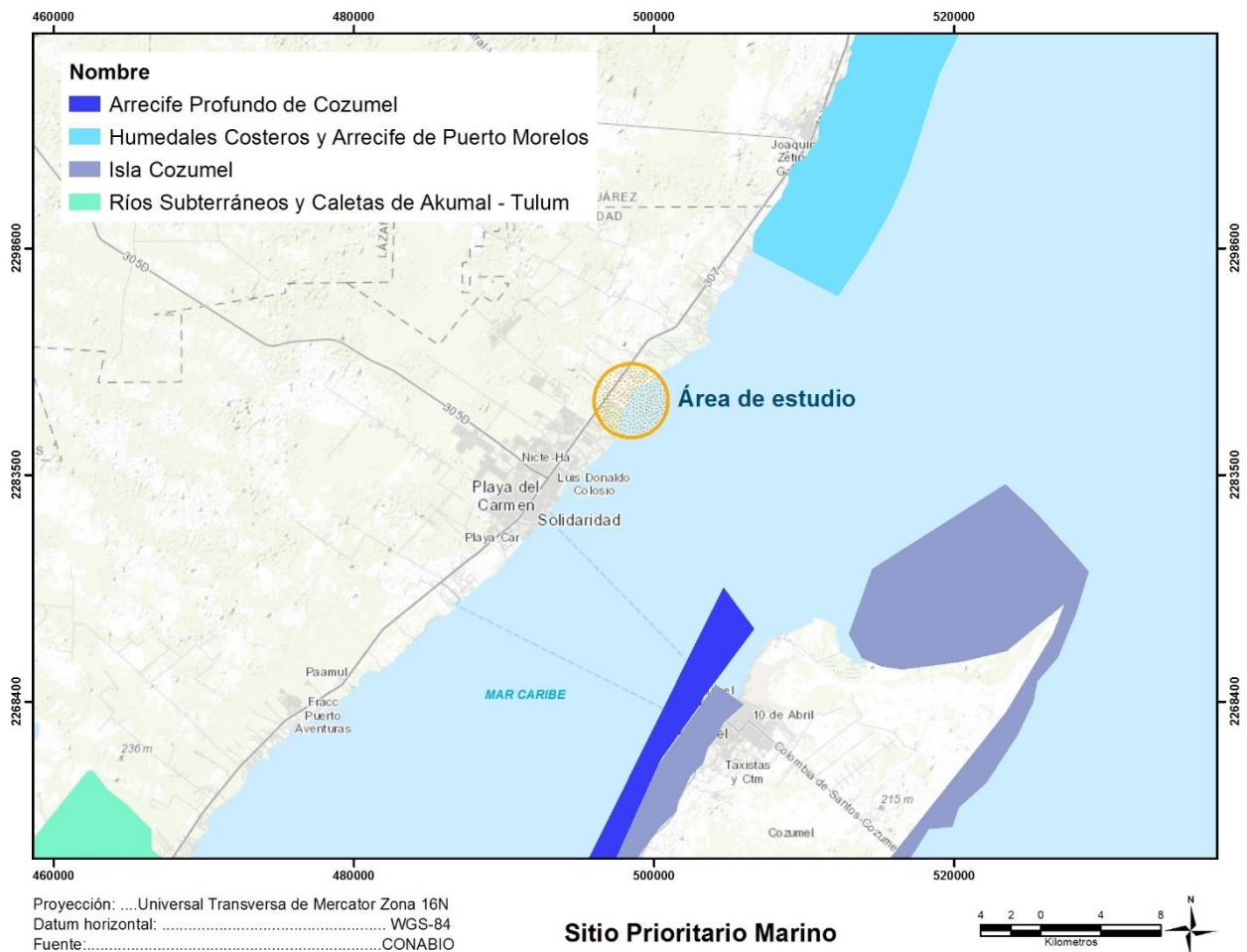
### 3.3.11.2. Sitios Prioritarios Marinos

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

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

El Proyecto no se ubica dentro del área de algún SMP (Figura 3. 19).

Figura 3. 19. Ubicación del Proyecto respecto a los SMP cercanos.



### 3.3.12. Normas Oficiales Mexicanas

Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN) menciona distintos tipos de normas oficiales mexicanas, entre las que encontramos las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y las Normas Mexicanas (NMX). Sólo las normas NOM son de uso obligatorio en su alcance. Las normas NMX expresan una recomendación de parámetros o procedimientos.

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

Tabla 3. 28. Vinculación del Proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas de aplicación general.

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
<b>RESIDUOS</b>	
<p><b>NOM-052-SEMARNAT-2005</b>, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.</p>	<p><b>SE CUMPLE</b> Los residuos peligrosos que se generen recibirán el tratamiento que refiere la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento. Asimismo, se contará con un Programa de Manejo Integral de Residuos, descrito en el Capítulo 6.</p>
<p><b>NOM-054-SEMARNAT-1993</b>, Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.</p>	<p><b>SE CUMPLE</b> Se tomarán en cuenta esos criterios para evitar la mezcla de residuos en los sitios de almacenamiento temporal.</p>
<p><b>NOM-061-SEMARNAT-2011</b>, Que establece los criterios para clasificar los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de planes de manejo</p>	<p><b>SE CUMPLE</b> El Programa de Manejo Integral de Residuos planteado, se elaboró con observancia y apego a la referida norma NOM-061-SEMARNAT-2011.</p>
<p><b>Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SS-2003</b>, Que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.</p>	<p>Ésta norma prevé los posibles derrames de hidrocarburos durante el proceso de construcción, operación reparación o mantenimiento que sean generados por el uso de maquinaria pesada y/o de combustión interna, así como otros materiales peligrosos derivados de esta actividad, también se tiene considerado implementar medidas regulatorias para los contratistas.</p> <p>Se han considerado también estrategias de acción en atención a contingencias, así como el almacenamiento temporal y disposición final de los residuos, así como aquellos que se generen en la limpieza del derrame, por empresas debidamente establecidas y acreditadas ante las autoridades correspondientes.</p>
<b>RUIDO Y AIRE</b>	
<p><b>NOM-076-SEMARNAT-2012</b>, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de carbono y óxidos de</p>	<p><b>SE CUMPLE</b> La maquinaria y vehículos de transporte estarán sometidos a un programa constante de mantenimientos preventivos programados, de</p>

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
<p>nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta.</p>	<p>acuerdo a la utilización de los mismos, lo que permitirá que se encuentren en buenas condiciones, y con esto contar con la máxima disponibilidad y utilidad de este equipo y de igual forma, minimizar al máximo las emisiones.</p>
<p><b>NOM-077-SEMARNAT-1995</b>, Que establece el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible.</p>	<p><b>SE CUMPLE</b> La maquinaria y vehículos de transporte estarán sometidos a un programa constante de mantenimientos preventivos programados, de acuerdo a la utilización de los mismos, así como de verificaciones vehiculares, lo que permitirá que se encuentren en buenas condiciones, y con esto contar con la máxima disponibilidad y utilidad de este equipo</p>
<p><b>NOM-080-SEMARNAT-1994</b>, 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.</p>	<p><b>SE CUMPLE</b> El Proyecto verificará que los equipos que participen en las labores de preparación del sitio y construcción cumplan con los parámetros establecidos en la Norma en cuestión.</p>
<p><b>NOM-081-SEMARNAT-1994</b>, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.</p>	<p><b>SE CUMPLE</b> Se le dará mantenimiento a la maquinaria, para que estas estén en buen estado y no emitan ruido que rebasen los límites; estableciendo también mecanismos para verificar que se está dentro del rango de emisión permisible.</p>
<p><b>NOM-085-SEMARNAT-2011</b>, Contaminación atmosférica-Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.</p>	<p><b>SE CUMPLE</b> La operación de la maquinaria respetará los niveles de emisión que señala la NOM-085-SEMARNAT-2011.</p>
FLORA Y FAUNA	
<p><b>NOM-059-SEMARNAT-2010</b>, 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.</p>	<p><b>SE CUMPLE</b> Se realizará un estudio detallado de caracterización del sitio que permita verificar si existen o no especies listadas en esta norma, y las especies que se encuentre, constituirán la base del diseño del Programa de Rescate de Flora y Fauna, por lo que se dará un adecuado manejo de las especies señaladas en la norma, si se llegasen a encontrar en el predio, según lo establecido en los Capítulos 4 y 6 de esta MIA.</p> <p>Asimismo, en una tabla posterior se detallará el cumplimiento a esta NOM y las especies enlistadas que se encuentran en el Proyecto.</p>

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
<p><b>NOM-022-SEMARNAT-2003</b>, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.</p>	<p><b>SE CUMPLE</b> El Predio del Proyecto no incluye ecosistemas de manglar, por lo que se da cumplimiento a este Criterio.</p>
<b>SEGURIDAD E HIGIENE LABORAL</b>	
<p><b>NOM-001-STPS-2008</b>, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo- Condiciones de seguridad e higiene.</p>	<p><b>SE CUMPLE</b> Durante el tiempo que duren los trabajos relacionados a la construcción y puesta en marcha del Proyecto, se contará con las condiciones adecuadas para prevenir riesgos a los trabajadores.</p>
<p><b>NOM-002-STPS-2010</b>, Condiciones de seguridad Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.</p>	<p><b>SE CUMPLE</b> Durante el desarrollo del Proyecto, se tendrá especial cuidado en supervisar las condiciones de seguridad para evitar situaciones de riesgo que puedan ocasionar incendios, además se contará con los extintores de acuerdo al tipo de fuego que pueda ocasionarse.</p>
<p><b>NOM-017-STPS-2008</b>, Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.</p>	<p><b>SE CUMPLE</b> El personal que laborara deberá de contar con equipo de protección personal de acuerdo con las actividades que realice en el Proyecto, dando cumplimiento a la norma.</p>
<p><b>NOM-025-STPS-2008</b>, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.</p>	<p><b>SE CUMPLE</b> Se dispondrá de un sistema de iluminación en las instalaciones, para permitir la operación y el mantenimiento. El diseño de la iluminación incluirá requerimientos para casos de emergencia</p>
<p><b>NOM-003-SEGOB-2002</b>, Señales y Avisos para Protección Civil. Colores, formas y símbolos a utilizar.</p>	<p><b>SE CUMPLE</b> Durante la etapa de construcción y operación, los criterios de esta norma se cumplirán, colocando señalización conforme a la misma.</p>

### 3.3.12.1. NOM-059-SEMARNAT-2010

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

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

Como se indica en esta MIA, dentro del Sistema Ambiental del Proyecto se ubican diversas especies de flora y fauna. Para dar cumplimiento a esta Norma Oficial Mexicana, la promovente realizó un estudio detallado de caracterización de la zona, en la que encontraron las especies listadas en este ordenamiento que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 3. 29. Especies de fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Pr = sujeta a protección especial.

NOM-059-SEMARNAT-2010		
FAUNA		
Nombre Científico	Categoría	
	Amenazada (A)	Sujeta a Protección Especial (Pr)
<i>Acropora palmata</i>		X
<i>Acropora cervicornis</i>		X
<i>Plexaura homomalla</i>		X
<i>Plexaurella dichotoma</i>		X

También se cuenta con el registro de dos especies de corales duros y tres de pasto marino (Tabla 3. 30), que fueron incluidas en el proyecto de modificación del anexo normativo III, lista de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, publicado el 13 de agosto de 2018 y aprobado el 14 de noviembre de 2019. Cabe señalar que el anexo normativo III, para la especie de pasto marino *Halodule wrightii*, restringe su protección a las siguientes áreas geográficas: “poblaciones del Sistema Arrecifal Veracruzano, Laguna la Mancha, Arrecife Isla Lobos, Arrecife Tuxpan y Laguna Tamiahua (Veracruz) y Canal del Infiernillo (Sonora)”.

Tabla 3. 30. Especies de flora y fauna incluidas en el Proyecto de Modificación del Anexo Normativo III, lista de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Pr: sujeta a protección especial, A= amenazada.

NOM-059-SEMARNAT-2010		
FLORA		
Nombre Científico	Categoría	
	Amenazada (A)	Sujeta a Protección Especial (Pr)
<i>Syringodium filiforme</i>	X	
<i>Thalassia testudinum</i>		X
<i>Halodule wrightii</i>	X	
FAUNA		
Nombre Científico	Categoría	
	Amenazada (A)	Sujeta a Protección Especial (Pr)
<i>Orbicella annularis</i>	X	
<i>Orbicella faveolata</i>	X	



Conforme a lo anterior, y en congruencia con lo dispuesto en esta norma, el Proyecto contempla la implementación del Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas y el Programa de Monitoreo Ambiental, durante todas las etapas del Proyecto, a través de los cuales se ejecutarán medidas de rescate y protección para las especies sujetas a esta NOM, así como la realización inventarios y monitoreos sobre bases científicas, para su debido control y manejo. Estos programas se pueden revisar a detalle en el Capítulo 6 de esta MIA. Aunado a lo anterior el promovente colabora activamente, con el municipio de Solidaridad en el programa de limpieza de sargazo y así contribuir con el cuidado y conservación de los pastizales y arrecifes en el área del Proyecto y del SAR, mismos que albergan las especies en la NOM que se mencionan en la Tabla 3. 29 y Tabla 3. 30.

### *3.3.12.2. NOM-162-SEMARNAT-2012*

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

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

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

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

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

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

Al momento del presente estudio, **no se ha observado evidencia de anidación de tortugas marinas en la playa donde se implementará el Proyecto**, sin embargo, se tomarán las medidas necesarias para no afectar cualquier avistamiento de estas especies. Durante las etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento, existirá ausencia de alumbrado artificial en la playa, a fin de mantener las condiciones de la playa lo más naturales posibles y se prohibirá de uso de vehículos motorizados en la playa en caso de encontrar evidencia de anidación. Aun cuando el Proyecto no tiene como objeto principal la protección de especies de tortugas, los efectos de la recuperación de la rehabilitación de línea de costa y la playa frente al *Hotel Secrets*, mejorarán las condiciones actuales para proveer un espacio susceptible de convertirse en un sitio de anidación. En este sentido, se anticipa que, aunque el Proyecto no contempla ningún tipo de manejo de tortugas, la empresa promovente se sumará a los esfuerzos de protección y conservación de las tortugas marinas en caso de ser necesario.

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

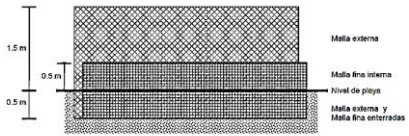
**Tabla 3. 31. Vinculación del Proyecto con las especificaciones de la NOM-162-SEMARNAT-2012.**

Num	Especificación de la NOM-162-SEMARNAT-2012.	Vinculación con el Proyectos
5.2	El cumplimiento de las especificaciones de la presente Norma Oficial Mexicana, no exime el procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental, en los casos en que resulte aplicable.	<b>SE CUMPLE</b> El promovente toma conocimiento de lo establecido. La presente vinculación con la NOM-162-SEMARNAT-2012 forma parte de la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental.
5.3	Los accesos al hábitat de anidación, tratándose de Áreas Naturales Protegidas, quedan sujetos a lo dispuesto en los Programas de Manejo correspondientes o, en su caso, a los accesos que establezca la Dirección del Área Natural Protegida.	<b>SE CUMPLE</b> Las obras y actividades contempladas en la zona costera no se ubican dentro de ningún área natural protegida.
5.4	<b>En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias:</b>	
5.4.1	Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.	<b>SE CUMPLE</b> No se prevé introducir o retirar vegetación en esa zona, ni afectarla de ninguna manera.
5.4.2	Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.	<b>SE CUMPLE</b> No se prevé introducir o retirar vegetación en esa zona, ni afectarla de ninguna manera.
5.4.3	Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movable que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías.	<b>SE CUMPLE</b> Se cumplirá con lo establecido en este criterio retirando los objetos movibles que pudieran afectar a las tortugas y sus crías.
5.4.4	Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche	<b>SE CUMPLE</b>

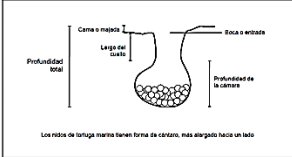
Num	Especificación de la NOM-162-SEMARNAT-2012.	Vinculación con el Proyecto
	<p>genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.</p>	<p>Se cumplirá estrictamente con lo establecido en este criterio en caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas.</p>
5.4.5	<p>Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto:</p> <p>a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas.</p> <p>b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente.</p> <p>c) Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.</p>	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>Se cumplirá estrictamente con lo establecido en este criterio, colocando la iluminación correcta que sea conveniente en caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas.</p>
5.4.6	<p>Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías</p>	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>Se cumplirá estrictamente con lo establecido en este criterio, en caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se mantendrá vigilancia para detectar cualquier situación anormal que se presente en la zona de playa.</p>
<b>6.0 Especificaciones de manejo</b>		
6.1	<p>Las personas físicas o morales que realicen actividades de manejo con tortugas marinas y sus derivados en el hábitat de anidación, deben tramitar previamente la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre correspondiente ante la Secretaría de acuerdo a lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento, sin perjuicio de las demás disposiciones jurídicas aplicables.</p>	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.</p>
6.2	<p>Las actividades de manejo de tortugas marinas en playas de anidación dentro de Áreas Naturales Protegidas, deben apegarse al Decreto y al Programa de Manejo correspondientes.</p>	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.</p>
6.3	<p>Las personas físicas o morales que realicen actividades de manejo con tortugas marinas, deben tomar las medidas necesarias para evitar o disminuir el estrés, sufrimiento, traumatismo y dolor que pudiera ocasionarse a los ejemplares.</p>	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.</p>

Num	Especificación de la NOM-162-SEMARNAT-2012.	Vinculación con el Proyecto
6.4	La incubación en las playas de anidación sólo puede realizarse de dos formas: a) Natural o in situ b) Vivero o Corral (por excepción)	<b>SE CUMPLE</b> No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
6.5	En las playas de anidación la incubación debe darse de manera natural (in situ), y sólo por excepción (depredación, saqueo, inundación fuera de control) se realizará la reubicación de nidadas en vivero o corral. En caso de riesgo inminente (eventos meteorológicos extraordinarios y contaminación), se aplicará lo previsto en las medidas de contingencia del Plan de Manejo, en cumplimiento con la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre otorgada por la Secretaría.	<b>SE CUMPLE</b> No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
<b>6.6 En las playas de anidación de tortugas marinas se deben establecer las siguientes medidas:</b>		
6.6.1	Realizar recorridos de monitoreo a lo largo de la playa de anidación con el fin de disminuir la probabilidad de perder nidadas, de acuerdo a lo señalado en el Plan de Manejo correspondiente. Los recorridos deben llevarse a cabo por los responsables de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre o a quienes designen para tal fin.	<b>SE CUMPLE</b> En épocas pertinentes, se apoyará en su totalidad a las instituciones pertinentes.
6.6.2	En caso de utilizar vehículos para hacer recorridos de monitoreo, éstos deben tener un peso bruto vehicular máximo de 300 kg, la velocidad máxima de circulación debe ser de 20 km/h y utilizar llantas de baja presión (menor a 5 libras por pulgada cuadrada o 35 kPa). La circulación del vehículo debe ser por fuera de la zona de anidación o, en su caso, en una zona donde no se perturbe la integridad de los nidos.	<b>SE CUMPLE</b> Se cumplirá estrictamente con lo establecido en este criterio, en caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas.
<b>6.7 Incubación natural o in situ</b>		
6.7.1	Para la protección de nidos in situ debe contarse con un Plan de Manejo en cumplimiento con la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre otorgada por la Secretaría, en el cual se prevean las medidas necesarias para impedir la pérdida de nidadas.	<b>SE CUMPLE</b> En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.7.2	En el caso de incubación in situ, se debe valorar la pertinencia de realizar el marcaje de los nidos con estacas o algún otro sistema, asegurando que no se dañarán los	<b>SE CUMPLE</b> En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las

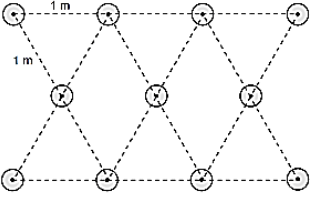
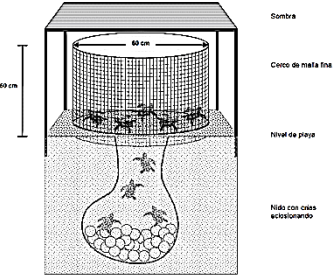
Num	Especificación de la NOM-162-SEMARNAT-2012.	Vinculación con el Proyectos
	huevos y que permitirá el nacimiento de las crías. En el caso de utilizar estacas, éstas deben ubicarse cerca del borde del nido, una vez que la tortuga marina termine el desove y antes de que empiece a tapar el nido.	actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.7.3	En playas que presenten problemas por depredadores deben tomarse medidas dirigidas a evitar la pérdida de los huevos y las crías; de conformidad con el Plan de Manejo.	<b>SE CUMPLE</b> En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.7.4	Para disminuir la depredación de huevos y de crías durante la emergencia hasta la entrada al mar, se debe tener un monitoreo constante.	<b>SE CUMPLE</b> En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.7.5	Debe permitirse que las crías sigan su proceso natural de emergencia y desplazamiento por la playa hasta llegar al mar. Podrá haber intervención humana para ahuyentar a los depredadores.	<b>SE CUMPLE</b> En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.7.6	En la medida de lo posible, una vez transcurrido el tiempo estimado para que hayan emergido todas las crías, debe sacarse todo el contenido de los nidos y de darse el caso, rescatar las crías rezagadas.	<b>SE CUMPLE</b> En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
<b>6.8 Incubación en vivero o corral (por excepción)</b>		
6.8.1	Para la protección de nidos en vivero o corral debe contarse con un Plan de Manejo en cumplimiento con la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre otorgada por la Secretaría, en el cual se prevean las medidas necesarias para disminuir la pérdida de nidadas.	<b>SE CUMPLE</b> En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8.2	Construcción del vivero o corral	<b>SE CUMPLE</b>

Num	Especificación de la NOM-162-SEMARNAT-2012.	Vinculación con el Proyecto
		En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8.2.1	<p>En caso de ser necesario un vivero o corral como técnica de conservación, la selección del lugar para su construcción y su manejo deben contemplar lo siguiente:</p> <p>a) Ubicarse alejado de zonas inundables, barras, bocas de ríos y esteros, garantizando que no se modifiquen las propiedades físico-químicas del agua y suelo que puedan ocasionar la pérdida de nidadas.</p> <p>b) Estar libre de vegetación, troncos, rocas u otras barreras naturales así como de desechos sólidos y efluentes líquidos.</p> <p>c) Situarse por lo menos a la cota de 1 m sobre el nivel de la pleamar máxima registrada.</p>	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.</p>
6.8.2.2	El tamaño del vivero debe estar en relación directa a la cantidad de nidadas que se estima serán depositadas en el vivero o corral durante la temporada de anidación, tomando en cuenta las anidaciones que se han presentado durante temporadas previas al establecimiento del vivero. Debe calcularse el área suficiente para respetar la densidad máxima de 1 nido/m <sup>2</sup> .	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.</p>
6.8.2.3	<p>El vivero o corral debe cercarse perimetralmente con malla de 2 m de altura, la cual debe ir enterrada 50 cm para evitar la depredación y el saqueo. Figura 1.</p>  <p>Figura 1. Disposición de mallas en el vivero</p>	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.</p>
6.8.2.4	Para evitar que las crías escapen del vivero y disminuir la entrada de depredadores, debe enterrarse una tira de 1 m de alto de malla o el equivalente, a una profundidad mínima de 50 cm a lo largo de la parte interna de la cerca perimetral. La luz de malla no debe ser mayor a 1 cm. Figura 1.	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.</p>
6.8.2.5	El vivero o corral debe cambiarse de ubicación cada año.	<p><b>SE CUMPLE</b></p>

Num	Especificación de la NOM-162-SEMARNAT-2012.	Vinculación con el Proyectos
		En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8.3	Colecta de Nidadas	<b>SE CUMPLE</b> En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8.3.1	Durante el manejo de los huevos, la persona que realice la colecta de las nidadas debe tener las manos con uñas cortas, libres de protector solar, loción, repelente, cremas para la piel o cualquier otra sustancia química.	<b>SE CUMPLE</b> En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8.3.2	La colecta de nidadas debe realizarse de alguna de las siguientes maneras: a) Esperar hasta que la hembra inicie el desove, recolectando los huevos ya sea con las manos o directamente de la cloaca a un recipiente por nidada. b) Cuando la hembra haya desovado, pero aún no haya regresado al mar, debe buscarse el sitio donde fueron depositados los huevos, siguiendo el rastro hasta encontrar el nido. Si se tiene la certeza de que la nidada tiene menos de 2 horas de haber sido puesta, proceder a destapar el nido y recolectar los huevos con la menor cantidad de arena posible, y sin eliminar el moco que los recubre, depositándolos en un recipiente por nidada. En caso de que no cumplirse lo anterior, debe mantenerse el nido in situ.	<b>SE CUMPLE</b> En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8.3.3	La colecta, el transporte y la siembra de las nidadas debe realizarse en un plazo no mayor a 4 horas a partir del momento en que los huevos fueron depositados por la hembra.	<b>SE CUMPLE</b> En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará

Num	Especificación de la NOM-162-SEMARNAT-2012.	Vinculación con el Proyecto																																			
		las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.																																			
6.8.3.4	<p>La reubicación de nidos debe ser en la misma playa donde fue hecha la colecta, salvo que no existan las condiciones para el establecimiento del vivero, hecho que debe preverse al solicitar la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre correspondiente a la Secretaría.</p>	<p><b>SE CUMPLE</b> En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.</p>																																			
6.8.4	<p>De la Siembra de Nidadas Para el sembrado de nidadas, debe seguirse el siguiente procedimiento:</p> <p>a) Retirar la arena seca del lugar donde se construirá el nido.</p> <p>b) Cavar un hoyo dándole con la mano forma de cántaro, tratando de reproducir la profundidad y el ancho tal como lo harían las tortugas marinas. El ancho de la boca y cuello, el largo del cuello, la profundidad de la cámara y la profundidad total se harán de acuerdo a la figura 2 y al cuadro 1.</p>  <p>Los nidos de tortuga marina tienen forma de cántaro, más alargado hacia un lado.</p> <p>Figura 2. Nido de tortuga marina</p> <table border="1" data-bbox="310 1142 737 1352"> <thead> <tr> <th></th> <th>Lisoi Dermochelys coriacea</th> <th>Golfina Caretta Chelonia</th> <th>Pirata / Blanca- Verde Chelonia agassizii Chelonia mydas</th> <th>Carey Eretmochelys imbricata</th> <th>Ciguamál/ Amarilla Caretta carolina</th> <th>Lora Lepidochelys lewisi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ancho de la boca y cuello (cm)</td> <td>30 - 35</td> <td>20-25</td> <td>20-25</td> <td>20 - 25</td> <td>20 - 25</td> <td>20 - 25</td> </tr> <tr> <td>Largo del cuello (cm)</td> <td>35 - 40</td> <td>15-20</td> <td>20-25</td> <td>10 - 15</td> <td>20 - 25</td> <td>15 - 20</td> </tr> <tr> <td>Profundidad de la cámara (cm)</td> <td>40 - 45</td> <td>25-30</td> <td>25-30/35</td> <td>25 - 30</td> <td>30</td> <td>25 - 30</td> </tr> <tr> <td>Profundidad total incluyendo cámara (cm)</td> <td>75 - 85</td> <td>40-50</td> <td>45-50/60</td> <td>35 - 45</td> <td>50 - 55</td> <td>40 - 50</td> </tr> </tbody> </table> <p>Cuadro 1. Dimensiones del nido por especie</p> <p>c) Posteriormente los huevos se depositarán suavemente en el fondo, sin dejarlos caer desde la superficie. Una vez depositados todos los huevos, deben cubrirse con la misma arena húmeda que fue sacada durante la excavación, cubriendo hasta la superficie, presionando suavemente conforme se va echando la arena, y ya en la boca del nido, ejerciendo presión de manera que se genere un tapón para sellar la cámara de incubación.</p> <p>d) Los nidos deben distribuirse en el vivero de forma que la separación entre ellos sea de al menos 1 m, tomando como referencia el centro de la boca del nido; las filas deben estar alternadas de conformidad a la figura 3.</p>		Lisoi Dermochelys coriacea	Golfina Caretta Chelonia	Pirata / Blanca- Verde Chelonia agassizii Chelonia mydas	Carey Eretmochelys imbricata	Ciguamál/ Amarilla Caretta carolina	Lora Lepidochelys lewisi	Ancho de la boca y cuello (cm)	30 - 35	20-25	20-25	20 - 25	20 - 25	20 - 25	Largo del cuello (cm)	35 - 40	15-20	20-25	10 - 15	20 - 25	15 - 20	Profundidad de la cámara (cm)	40 - 45	25-30	25-30/35	25 - 30	30	25 - 30	Profundidad total incluyendo cámara (cm)	75 - 85	40-50	45-50/60	35 - 45	50 - 55	40 - 50	<p><b>SE CUMPLE</b> En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.</p>
	Lisoi Dermochelys coriacea	Golfina Caretta Chelonia	Pirata / Blanca- Verde Chelonia agassizii Chelonia mydas	Carey Eretmochelys imbricata	Ciguamál/ Amarilla Caretta carolina	Lora Lepidochelys lewisi																															
Ancho de la boca y cuello (cm)	30 - 35	20-25	20-25	20 - 25	20 - 25	20 - 25																															
Largo del cuello (cm)	35 - 40	15-20	20-25	10 - 15	20 - 25	15 - 20																															
Profundidad de la cámara (cm)	40 - 45	25-30	25-30/35	25 - 30	30	25 - 30																															
Profundidad total incluyendo cámara (cm)	75 - 85	40-50	45-50/60	35 - 45	50 - 55	40 - 50																															



Num	Especificación de la NOM-162-SEMARNAT-2012.	Vinculación con el Proyecto
	 <p>Figura 3. Distribución de nidadas</p> <p>e) Marcar los nidos con una estaca larga y visible, que se colocará antes de que se empiece a tapar el nido. Cada nido debe ser identificado.</p> <p>f) Colocar la estaca cerca del borde del nido, asegurando no dañar los huevos.</p>	
6.8.5	Del Conteo y Liberación de Crías en Vivero o Corral	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.</p>
6.8.5.1	<p>Para el conteo de las crías emergidas, 5 o 6 días antes de la emergencia, en cada uno de los nidos del vivero debe colocarse un cerco de tela de alambre de 60 cm de diámetro por 50 cm de altura y con una luz de malla no mayor a 1 cm, mismo que debe de ser enterrado hasta la arena húmeda. Sombrear el cerco y mantener vigilancia constante para que las crías sean liberadas oportunamente.</p> <p>Figura 4</p>  <p>Figura 4. Cerco para el conteo de crías emergidas.</p>	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.</p>
6.8.5.2	<p>Las crías deben liberarse con un mínimo manejo, inmediatamente después de que han salido a la superficie y estén activas, lo que les lleva en promedio 1 hora, depositándolas en un recipiente seco y trasladándolas a la zona húmeda de la playa, es decir, la zona que cubre y descubre en ese momento el oleaje.</p> <p>Las manos de las personas que liberen las crías deben tener las uñas cortas, libres de</p>	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.</p>

Num	Especificación de la NOM-162-SEMARNAT-2012.	Vinculación con el Proyecto
	protector solar, loción, repelente, cremas para la piel o alguna otra sustancia química.	
6.8.5.3	No deben sacarse las crías del nido antes de que emerjan, acción que solamente puede hacerse para rescatar a las que no hayan salido del nido con el grupo principal de crías emergidas.	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.</p>
6.8.5.4	En la liberación, se debe permitir a las crías desplazarse por la arena húmeda y entrar al mar sin ayuda.	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.</p>
6.8.5.5	Cada vez que se lleve a cabo una liberación, ésta debe realizarse en puntos diferentes de la playa y preferentemente separados por varios cientos de metros de los anteriores.	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.</p>
6.8.5.6	<p>No se permite retener crías, excepto en los siguientes casos:</p> <p>a) Cuando no hayan completado su desarrollo embrionario, es decir, cuando todavía presenten apertura en el plastrón o que no hayan salido completamente del cascarón y aún no hayan absorbido el vitelo.</p> <p>b) A causa de eventos meteorológicos extraordinarios que las pongan en riesgo, como tormentas, huracanes, ciclones, entre otros.</p> <p>c) Por eventos de contaminación de carácter temporal.</p> <p>En los casos anteriores, las crías deben colocarse en una caja o recipiente con arena húmeda, nunca en recipientes con agua y mantenerse en un lugar oscuro, tranquilo, fresco y libre de humo o cualquier otra sustancia tóxica. Una vez que se haya completado el desarrollo embrionario o hayan sido superados los eventos meteorológicos extraordinarios, las crías deben ser liberadas inmediatamente a su medio natural.</p>	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>Las actividades de protección de nidos in situ se llevarán a cabo por personal capacitado y coordinado por el campamento tortuguero El Naranja en apego a su Plan de Manejo autorizado. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.</p>

Num	Especificación de la NOM-162-SEMARNAT-2012.	Vinculación con el Proyecto
<b>6.8.6 De la Revisión de Nidos</b>		
6.8.6.1	<p>Sólo debe iniciarse la revisión de los nidos para el rescate de crías rezagadas y evaluación de la incubación y eclosión, una vez que se cumplan con las siguientes condiciones:</p> <p>a) Cuando el número de crías emergidas sea igual o mayor al 50% de los huevos sembrados por nido.</p> <p>b) Cuando no se hayan registrado emergencias de crías después de 3 días de haber finalizado el periodo promedio de incubación, según la especie.</p> <p>c) Cuando se hayan cumplido 3 días, a partir de que se encontró la primera cría emergida del nido.</p>	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.</p>
6.8.6.2	<p>Al momento de la revisión, si se encuentran vivos tanto crías como huevos no eclosionados, se deben sacar y colocarlos en recuperación de acuerdo al numeral 6.8.6.3.</p>	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.</p>
6.8.6.3	<p>Si la cría no ha salido completamente del cascarón y aún tiene el vitelo (yema) por fuera o si se trata de huevos no eclosionados, se podrá elegir alguna de las siguientes alternativas:</p> <p>a) Enterrarlos en un contenedor con arena húmeda y limpia, manteniéndolos en un lugar oscuro, tranquilo, fresco y libre de humo o cualquier otra sustancia tóxica. Las crías preferentemente no deben sacarse del cascarón.</p> <p>b) Enterrarlos en un nido nuevo del mismo corral, y esperar a que emerjan por sí mismos. El nido debe cumplir con las especificaciones del numeral 6.8.4.</p>	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.</p>
6.8.6.4	<p>Si la cría sólo tiene la abertura en el plastrón o peto, sin la yema por fuera, debe colocarse en una caja con arena húmeda y limpia, manteniéndola en un lugar oscuro, tranquilo, fresco y libre de humo o cualquier otra sustancia tóxica, y liberarse hasta que el plastrón o peto cierre totalmente y la tortuga esté activa.</p>	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.</p>
6.8.7	<p>De la limpieza de nidos.</p>	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un</p>

Num	Especificación de la NOM-162-SEMARNAT-2012.	Vinculación con el Proyectos
		campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8.7.1	Una vez revisado el nido deben sacarse los restos y enterrarlos fuera del vivero.	<b>SE CUMPLE</b> En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8.7.2	Después de la limpieza, los nidos deben quedar abiertos para que se desinfecten por acción del sol y no se utilizarán para la misma temporada. Asimismo, no deben usarse sustancias químicas para desinfectar la arena.	<b>SE CUMPLE</b> En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9	Observación de tortugas marinas en su hábitat de anidación.	<b>SE CUMPLE</b> En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.1	Las actividades de observación de tortugas marinas en su hábitat de anidación, deben cumplir con lo establecido en las siguientes especificaciones:	<b>SE CUMPLE</b> En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.2	Los responsables de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre deben garantizar que:	<b>SE CUMPLE</b> En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.

Num	Especificación de la NOM-162-SEMARNAT-2012.	Vinculación con el Proyectos
6.9.2.1	Se tenga un manejo responsable de los residuos que se generen por la actividad.	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.</p>
6.9.2.2	El personal encargado de conducir a los visitantes durante la observación de tortuga marina en playas de anidación, sean personas por cuya actuación responda el responsable técnico de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre.	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.</p>
6.9.2.3	Previo al recorrido de observación de tortugas marinas en playas de anidación, el personal encargado de conducir a los visitantes difunda temas de educación ambiental para el cuidado de la especie y su hábitat, así como lineamientos de comportamiento durante la visita, mediante carteles informativos, pláticas y cualquier otro método de difusión.	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.</p>
6.9.3	Para evitar la perturbación de las hembras anidadoras, el personal encargado de conducir a los visitantes debe garantizar lo siguiente:	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.</p>
6.9.3.1	No manipular, tocar, acosar, molestar o dañar a las tortugas marinas.	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.</p>
6.9.3.2	Hacer los recorridos a pie, en grupos no mayores a 10 visitantes, formando una fila compacta y a intervalos de 30 minutos entre un grupo y otro.	<p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará</p>

Num	Especificación de la NOM-162-SEMARNAT-2012.	Vinculación con el Proyectos
		las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.3.3	No tomar fotografías con flash en ningún momento durante el recorrido.	<b>SE CUMPLE</b> En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.3.4	No podrán hacer uso de fuentes de iluminación durante el recorrido, a excepción del personal encargado de conducir a los visitantes, quien podrá emplear una lámpara, la cual debe estar equipada con un filtro rojo o una fuente de luz de coloración roja.	<b>SE CUMPLE</b> En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.3.5	Que los visitantes permanezcan a un mínimo de 10 m de distancia de la tortuga, hasta que ésta inicie el desove. Sólo el personal encargado de conducirlos puede localizar a las hembras anidadoras, verificando cuidadosamente la orientación de la tortuga y la fase del proceso de desove en la que se encuentra.	<b>SE CUMPLE</b> En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.3.6	Que los visitantes permanezcan todo el tiempo en grupo y en silencio.	<b>SE CUMPLE</b> En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.3.7	Indicarles a los visitantes cuando podrán acercarse a observar el desove, y que se haga por la parte posterior de la tortuga.	<b>SE CUMPLE</b> En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.3.8	Cuando la tortuga termine de tapar el nido, conducir a los visitantes indicándoles mantenerse a un mínimo de 10 m de distancia, desde donde podrá observar el resto de la actividad.	<b>SE CUMPLE</b> En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se

Num	Especificación de la NOM-162-SEMARNAT-2012.	Vinculación con el Proyectos
		lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.3.9	Durante la emergencia y salida al mar de las crías in situ, debe asegurarse que los visitantes se mantengan a una distancia mínima de 2 m por detrás del grupo de crías. Tratándose de emergencia de crías en vivero o corral, la observación se realizará desde afuera del mismo; su liberación se realizará asegurándose que los visitantes se coloquen a una distancia de 2 m por detrás del grupo de crías. En ambos casos, se debe garantizar que los visitantes no pisen a las crías ni obstruyan su camino al mar.	<b>SE CUMPLE</b> En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.3.10	Las crías nacidas tanto in situ como en vivero o corral, no podrán ser manipuladas por los visitantes para su liberación.	<b>SE CUMPLE</b> En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.3.11	Que durante su desplazamiento por el hábitat de anidación, los visitantes sean guiados por fuera del área donde se concentran los nidos, de manera que éstos no sean pisados ni tampoco las crías que están emergiendo.	<b>SE CUMPLE</b> En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.4	Los visitantes deberán seguir en todo momento las indicaciones del personal encargado de conducirlos durante las actividades de observación en el hábitat de anidación de las tortugas marinas.	<b>SE CUMPLE</b> En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.5	Se recomienda al responsable de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre, proporcionar las facilidades necesarias a las personas con capacidades diferentes y a los adultos mayores.	<b>SE CUMPLE</b> En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.

Num	Especificación de la NOM-162-SEMARNAT-2012.	Vinculación con el Proyecto
7.0	Actividades de investigación Para la realización de actividades de investigación sobre tortugas marinas y su hábitat, debe observarse el procedimiento establecido para tal efecto en la Ley General de Vida Silvestre, su Reglamento y la "Norma Oficial Mexicana NOM-126-SEMARNAT-2000, por la que se establecen las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional".	<b>SE CUMPLE</b> En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.

De esta forma, se da cumplimiento a lo establecido en esta Norma Oficial Mexicana.



### **3.4. CONCLUSIÓN**

El proyecto “**Recuperación y Estabilización de Playa en el Desarrollo Secrets**”, tiene por objeto principal mejorar las playas que se encuentran frente al Hotel Secrets, lo que permitirá el uso seguro y cómodo por parte de los visitantes que arriben al lugar.

Dentro de este capítulo, se demostró la congruencia con los diferentes ordenamientos y normas jurídicas que le son aplicables, así como la compatibilidad del Proyecto con el sistema ambiental establecido en los diversos ordenamientos jurídicos y demás normas ambientales; además de que se demostró que no se generará daño grave al ecosistema, por el contrario, contempla mejorar y estabilizar a largo plazo el perfil costero de las playas adyacentes al sitio del Proyecto.

Por otro lado, con la finalidad de prevenir impactos ambientales de cualquier índole se dará una capacitación al personal a cargo de la construcción del Proyecto, consistente en temas de educación ambiental relacionados con la protección de la flora y fauna, conservación de suelos, así como el manejo adecuado de los residuos en sus diferentes modalidades; para así, dar cabal cumplimiento a las disposiciones jurídicas pertinentes.

Manifestación de Impacto  
Ambiental Modalidad Regional

Proyecto:

**Recuperación y  
Estabilización de  
Playa en el  
Desarrollo Secrets**

**PROMOVENTE:**

A large black rectangular redaction box covers the name of the promoter, with a smaller black rectangular redaction box covering a portion of the name below it.

CAPITULO 4

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

### 4.1. INTRODUCCIÓN

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental (REIA) señala en su Artículo 13 fracción IV que en la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad regional se deberá describir el Sistema Ambiental Regional y señalar las tendencias del desarrollo y deterioro de la región. En cumplimiento a lo anterior, se presenta este capítulo, el cual tiene como objetivo delimitar, describir y analizar de manera integral el sistema ambiental regional (SAR) que constituye el entorno en donde se plantea la inserción del Proyecto Recuperación y Estabilización de Playa en el Desarrollo Secrets (en adelante el Proyecto), así como identificar los principales procesos relacionados a la estructura y función de los componentes ecológicos presentes y con ello detectar los posibles efectos tanto positivos como negativos que pudiera generar el desarrollo del Proyecto en la región.

El sistema ambiental, de acuerdo al glosario de términos de la guía para la elaboración de una manifestación de impacto ambiental, es descrito como el “espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abióticos, bióticos y socio-económicos de la región donde se pretende establecer el Proyecto, generalmente formado por un conjunto de ecosistemas y dentro del cual se aplicará un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales de aprovechamiento”. Bajo este concepto, el SAR es la región ecológica donde los impactos acumulativos, sinérgicos y residuales, generados en las diversas etapas del Proyecto, pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas, tal y como se establece en el inciso IV del artículo 11 del REIA.

La delimitación del SAR se realizó a partir del análisis de las interacciones presentes entre el Proyecto y su medio circundante, de manera que sea posible conocer en qué medida las diferentes actividades y obras consideradas por el Proyecto afectarán los atributos ambientales y, por otro lado, en qué sentido éstos últimos pueden tener interacción con las características de la infraestructura y el desarrollo de las actividades previstas por el Proyecto.

Para la integración de este capítulo, se tomaron en consideración los siguientes insumos:

- Información técnica generada por especialistas en cada uno de los temas.
- Estudios de campo del área de estudio.
- Información obtenida de herramientas de alta precisión como imágenes satelitales a partir de Google Earth.
- Literatura disponible del sitio de interés.
- Datos cartográficos puestos a disposición por el INEGI.

A partir de la información obtenida, se realizó la corroboración de datos en campo, así como estudios de gabinete, con la finalidad de obtener información precisa sobre temas tales como la fisiografía, batimetría, circulación costera, vegetación y fauna (Tabla 4.1). Esta información ha sido utilizada como parte fundamental para el planteamiento y diseño del Proyecto.

Tabla 4.1. Estructura general del contenido del Capítulo 4 del Proyecto.

Contenido		Nivel de extensión territorial del área de estudio	
<b>Delimitación del área de estudio</b>	Fundamento de la delimitación geográfica de los niveles de estudio	Ambientes marinos Sistema ambiental	
		Hidrografía Celda litoral	
<b>Descripción Ambiental</b>	<b>Caracterización del SAR</b>		
	Aspectos Abióticos	Medio Terrestre	
		Fisiografía	Península de Yucatán Sistema ambiental
		Clima	Península de Yucatán Sistema ambiental
		Geología y geomorfología	Península de Yucatán
		Litología	Península de Yucatán
		Edafología	Estado de Quintana Roo
			Municipio de Solidaridad Sistema ambiental
		Hidrología	Península de Yucatán
		Hidrogeología	Península de Yucatán Sistema ambiental
		Medio Marino	
		Corriente marina	Caribe Mexicano
			Sistema ambiental
		Análisis de línea de costa	Celda litoral
		Topobatimetría	Sistema ambiental
		Marea	Sistema ambiental
		Análisis de información de huracanes	Sistema ambiental
		Oleaje	Celda litoral
		Viento	Celda litoral
	Precipitaciones	Sistema ambiental	
	Cambio climático	Sistema ambiental	
	Aspectos Bióticos	Ambientes marinos	Sistema ambiental
		Vegetación marina	Sistema ambiental
Fauna marina		Sistema ambiental	
Aspectos Socioeconómicos	Contexto Regional	Municipio de Solidaridad	
<b>Análisis Ambiental</b>	<b>Diagnóstico Ambiental</b>		
	Condición Ambiental	Vegetación marina	Sistema Ambiental
		Fauna marina	
		Ambientes marinos	

## 4.2. DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)

### 4.2.1. Sistema Ambiental Regional del Proyecto

La guía para la elaboración de una manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional (MIA-R), de acuerdo al Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, indica en su Artículo 13, Fracción IV, que la MIA deberá contener la *descripción del sistema ambiental regional, así como el señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región.*

Para delimitar el sistema ambiental del presente Proyecto se consideraron en el análisis y evaluación los siguientes criterios:

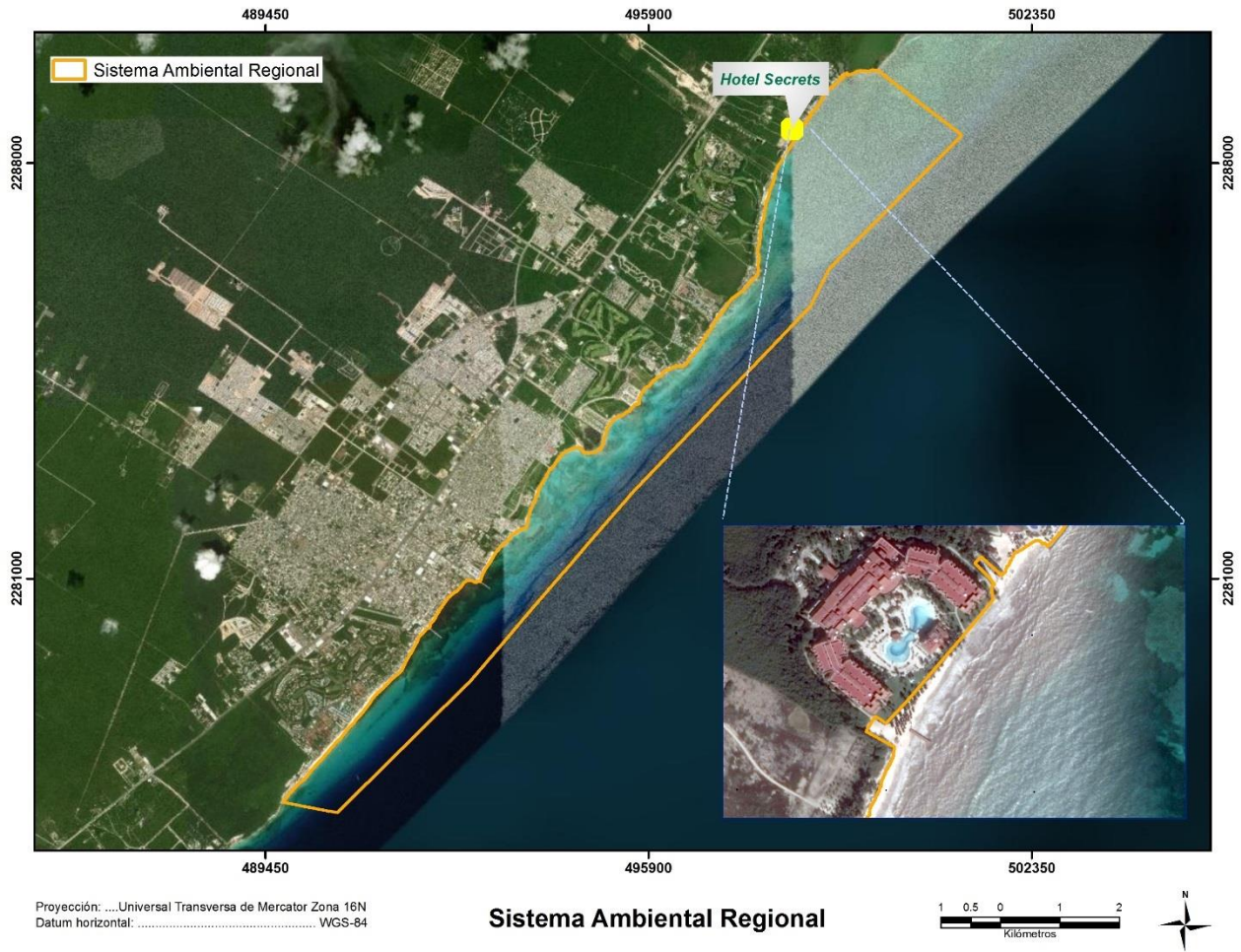
- Medio abiótico.
  - Estudios de caracterización de la dinámica costera: Topobatimetría, corriente, marea, oleaje, viento, precipitaciones.
  - Limitantes físicas ubicadas en el área de estudio y que representen barreras naturales frente a la propagación o dispersión de algún impacto definido para cada uno de los componentes del medio.
- Medio biótico: Estudio de caracterización ambiental del medio marino.
- Marco jurídico.
  - Normativos: Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas.
  - Planeación: Programas de Ordenamiento Ecológico y Programas de Desarrollo Urbano.
- Área de influencia: Entendiéndose como el “espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el Proyecto y que alterará algún elemento ambiental” (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, MIA Regional).

De acuerdo a lo anterior, los límites y principales criterios empleados para definir el SAR del Proyecto son:

- Al norte, la distribución de los ambientes marinos presentes en el área, en los que su desarrollo se ve definido por el gran aporte de agua dulce subterránea proveniente del continente, mismo que origina una interrupción en la unidad fisiográfica costera reconocida como Punta Maroma – Punta Bete y limita el desarrollo de una estructura arrecifal de gran tamaño (Juárez, J., *et. al.*, 2006).
- Al noreste, este y sureste, la cota batimétrica de 40 m, así como el límite este de la subzona de Uso Público Playa del Carmen y Tulum-Sian Ka'an, de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.
- Al sur, los hábitats marinos y cobertura bentónica definidos por la CONABIO (2017).
- Al noroeste, oeste y suroeste la franja costera donde se realizará el trabajo de recuperación de playa y, la línea de costa, que supone la división entre el ambiente terrestre y el marino, determinado a partir de la fotografía aérea georeferenciada de 2017, tomando como referencia la pleamar máxima.

El SAR cuenta con una superficie de 1900.52 hectáreas, que en su mayoría corresponden a una superficie marina (99.95%), el otro 0.04% considera el área definida para las obras y actividades temporales designadas para el patio de maniobras en la zona costera. La configuración del SAR se presenta en la Figura 4.1.

Figura 4.1. Sistema ambiental regional.



### 4.3. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTLA REGIONAL

En este apartado se describen y analizan los elementos abióticos, bióticos y sociales que integran el SAR, para contar con una visión clara (estado inicial de referencia) de las condiciones que conforman el entorno del área donde se ubicará el Proyecto, que facilite la evaluación de los impactos ambientales y permita establecer las apropiadas medidas de mitigación.

### 4.3.1. Factores abióticos

La información a continuación, describe los diferentes componentes del medio abiótico que van de lo general a lo particular, para la mejor comprensión de la zona de estudio, los aspectos que se abordan se presentan a continuación:

- Fisiografía
- Clima
- Geología y geomorfología
- Edafología
- Hidrología e hidrogeología
- Corriente marina
- Análisis de línea de costa
- Topobatimetría
- Marea
- Análisis de información de huracanes
- Oleaje
- Viento
- Precipitación
- Cambio climático

Se adjunta al presente informe el Anexo 4.1 y 4.2 para consulta a detalle de los estudios de topobatimetría y oleaje.

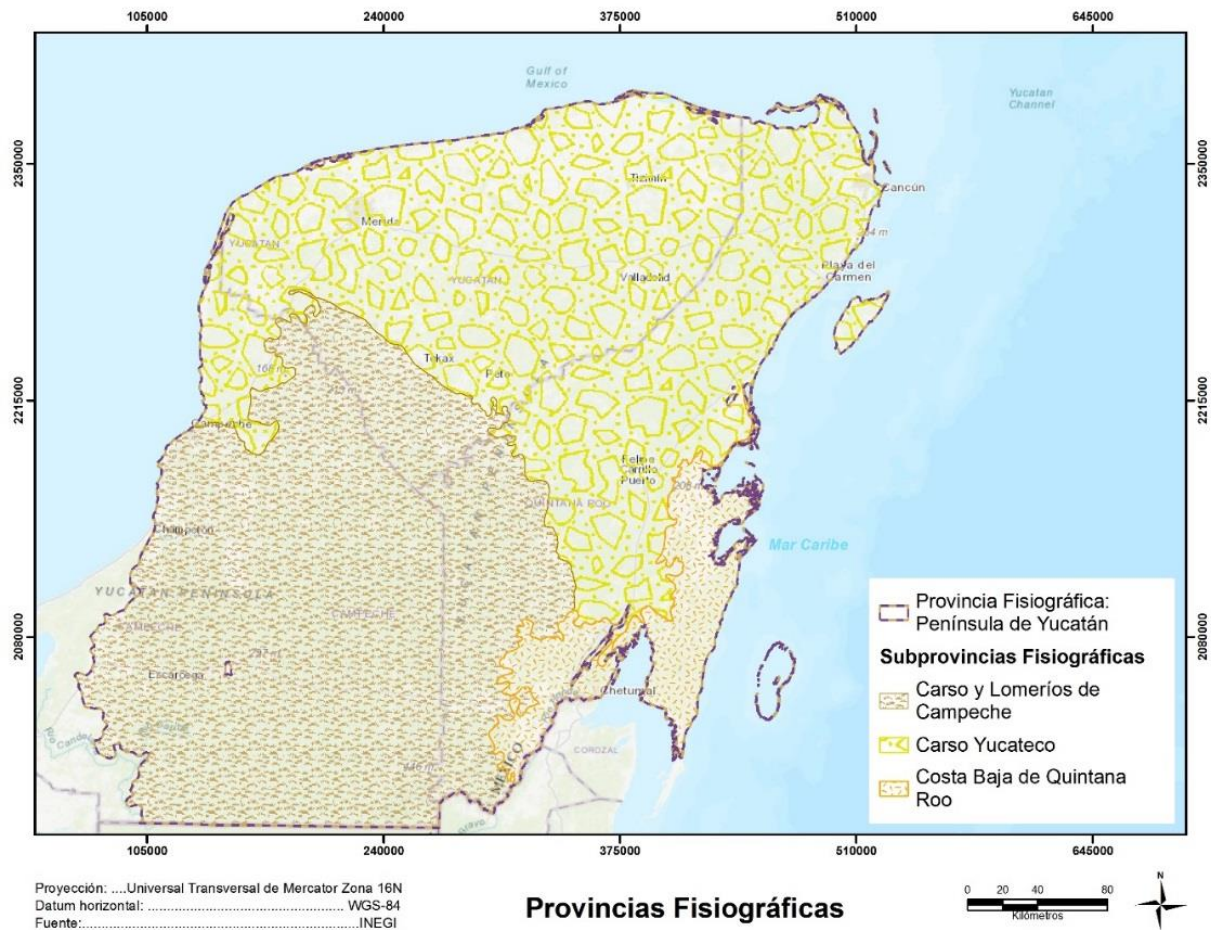
#### 4.3.1.1. Fisiografía

El área del SAR queda comprendida en la provincia fisiográfica XI Península de Yucatán (Figura 4.2), que se caracteriza por ser una gran plataforma de rocas calcáreas marinas que ha venido emergiendo del mar Caribe desde hace millones de años. Cuenta con una altitud promedio de 50 m.s.n.m. y sólo es en el centro-sur pueden encontrarse elevaciones de hasta 350 m (INEGI, 2015).

Esta provincia comprende a su vez tres subprovincias: 1) Carso y Lomeríos de Campeche, 2) Carso Yucateco y 3) Costa Baja de Quintana Roo.

De acuerdo a su ubicación, el SAR se encuentra dentro de la subprovincia denominada Carso Yucateco, la cual ocupa la porción nororiental. Desde el punto de vista geomorfológico es una losa calcárea, con ligera pendiente hacia el oriente y relieve ondulado; se alternan crestas y depresiones. Se distingue por su topografía kárstica, presenta desde pequeños huecos hasta grandes depresiones, cenotes o dolinas; casi toda su extensión carece de sistemas de drenaje superficial (Pozo, et al, 2011).

Figura 4.2. Provincia fisiográfica Península de Yucatán (Cervantes-Zamora, 1990).



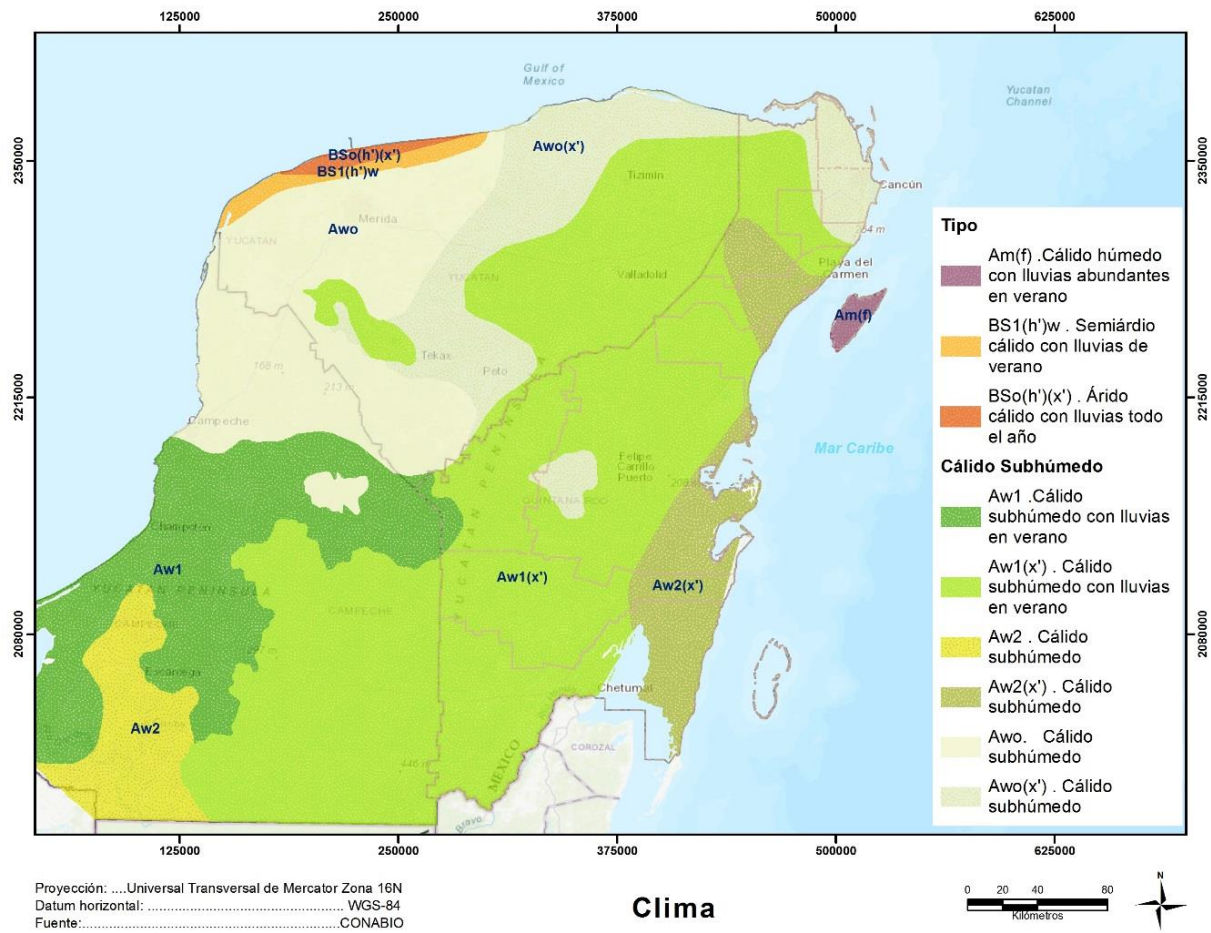
#### 4.3.1.2. Climatología

El clima es un componente ambiental determinante en la adaptación, distribución y productividad de los seres vivos (FAO, 1981; Critchfield, 1983, citados por Serrano-Altamirano, et al, 2007). Para evaluar las disponibilidades o limitantes climáticas de una región es imprescindible caracterizar cuantitativamente el comportamiento de los diversos elementos del clima, los elementos más utilizados son la temperatura (principalmente la media) y la precipitación. El resultado del tratamiento estadístico de ambas variables ha sido las clasificaciones climáticas (Orellana, 2009).



Para la península de Yucatán la distribución de los climas está regida principalmente por las interacciones de los factores climáticos que inciden sobre la región. Por su localización dominan durante todo el año los vientos alisos, predominando la dirección este-sureste. Durante el verano y parte del otoño invaden la región los ciclones tropicales que se forman en los mares Caribe y de las Antillas. Existe una temporada lluviosa bien definida que abarca de mayo a octubre, con lluvias regulares del tipo de aguacero, con precipitación abundante (mayor de 60 mm mensuales), con excepción de la franja litoral del Golfo de México la cual recibe lluvia moderada. La temperatura media anual es, en promedio, de 26°C, la variación espacial en la península es poco marcada y no hay diferencias mayores de 1°C. Los climas predominantes son los subhúmedos con régimen de lluvias de verano Aw y con régimen intermedio Ax'(w), excepto a lo largo de una angosta franja del litoral del norte de Yucatán en donde son secos BS0 y BS1 (Vidal, 2005) (Figura 4.3).

Figura 4.3. Climas de la península de Yucatán.



#### 4.3.1.2.1. Tipo de clima

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificado por García, la unidad climática registrada para el SAR es de tipo Aw2(x') (Figura 4.4), que se caracteriza por ser un tipo de clima cálido subhúmedo, con temperatura media anual mayor a 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Las precipitaciones del mes más seco se encuentran entre 0 y 60 mm; las lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual (García, 1998).

Figura 4.4. Clima del sistema ambiental regional (García, 1998).



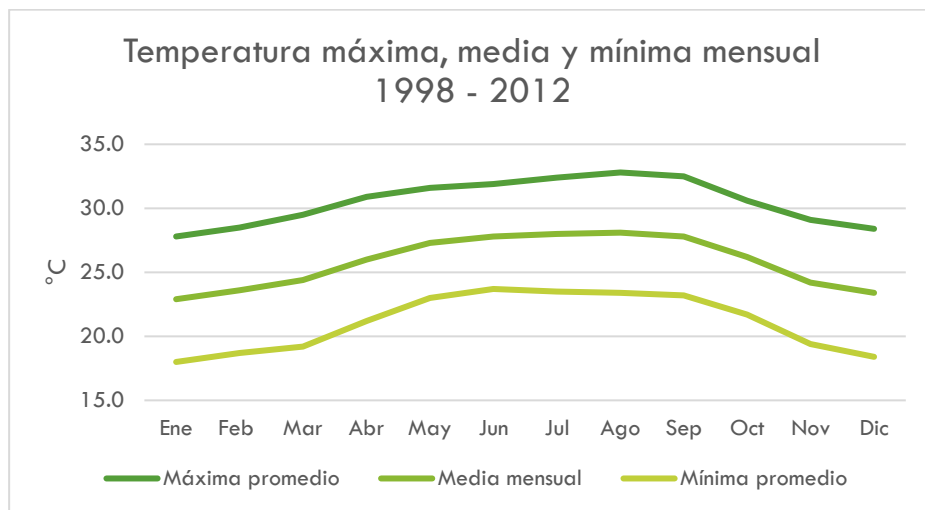
#### 4.3.1.2.2. Temperatura

Las temperaturas registradas para el SAR tomando como referencia los datos de la estación meteorológica 23163 de la Comisión Nacional del Agua (CNA), ubicada en Playa del Carmen, con relación al promedio de la media mensual, en un período de 14 años (1998 – 2012), indican que este parámetro se registra en 25.9°C, el mes más caluroso lo registra agosto con una temperatura máxima promedio de 32.8°C, y el mes de enero se registra como el más frío con una temperatura mínima promedio de 18.0°C.

**Tabla 4.2. Datos históricos (1998 – 2012) de temperatura máxima y mínima promedio y media mensual para el área donde se localiza el SAR (estación meteorológica 23163, CONAGUA, 2018).**

Temperatura (°C)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Máxima promedio	27.8	28.5	29.5	30.9	31.6	31.9	32.4	32.8	32.5	30.6	29.1	28.4
Media mensual	22.9	23.6	24.4	26.0	27.3	27.8	28.0	28.1	27.8	26.2	24.2	23.4
Mínima promedio	18.0	18.7	19.2	21.2	23.0	23.7	23.5	23.4	23.2	21.7	19.4	18.4

**Figura 4.5. Datos históricos (1998 – 2012) de temperatura máxima y mínima promedio y media mensual para el área donde se localiza el SAR (estación meteorológica 23163, CONAGUA, 2018).**



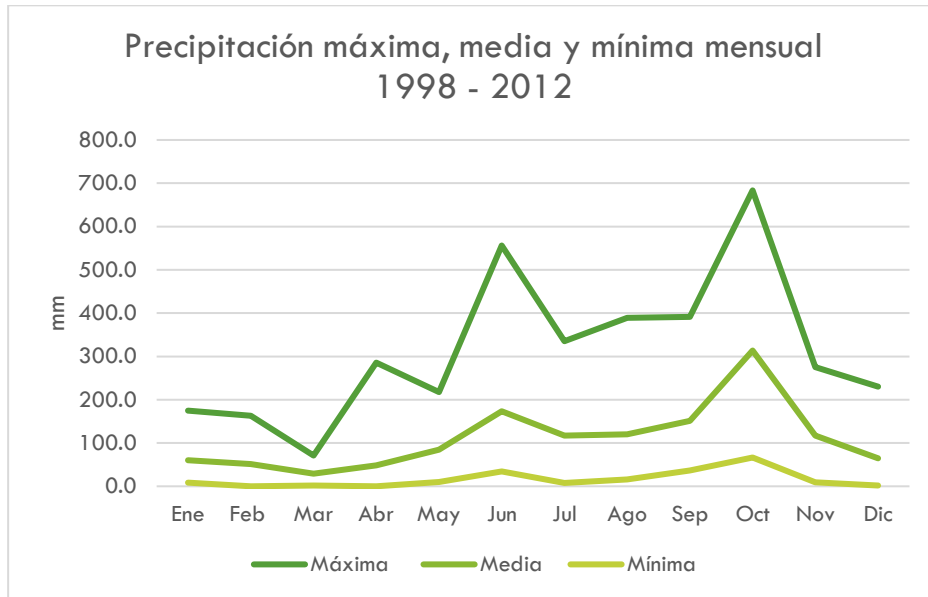
#### 4.3.1.2.3. Precipitación

Con respecto a la precipitación pluvial, la estación meteorológica 23163 indica, para el periodo comprendido entre 1998 – 2012, una media de precipitación total mensual de 111 mm, con un acumulado de 1,331.9 mm. Los meses que han registrado las máximas precipitaciones son junio en 2004 y octubre en 2011 con 556.0 y 683.5 mm respectivamente. Los meses que registran las mínimas precipitaciones son febrero y abril de 1999, ambas con 0 mm.

**Tabla 4.3. Datos históricos (1998 – 2012) de la precipitación total mensual para el área donde se localiza el SAR (estación meteorológica 21163, CONAGUA, 2018).**

Precipitación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máxima</b>	174.9	162.7	71.0	286.0	218.0	556.0	335.0	388.8	391.6	683.5	275.1	230.0
<b>Media</b>	60.1	51.0	29.2	48.3	84.5	173.4	117.3	119.8	151.2	313.6	117.4	65.0
<b>Mínima</b>	8.5	0.0	2.0	0.0	10.2	34.4	7.6	15.5	36.3	66.5	9.0	1.5

Figura 4.6. Datos históricos (1998 – 2012) de la precipitación total mensual para el área donde se localiza el SAR (estación meteorológica 21163, CONAGUA, 2018).



#### 4.3.1.2.4. Eventos hidrometeorológicos

De acuerdo a la temporalidad, la península de Yucatán es afectada año tras año por diversos fenómenos meteorológicos. Los nortes o frentes fríos son característicos de noviembre a abril, en la época invernal. En los meses de abril y mayo (época de estiaje), se observa un período relativamente seco. Desde el mes de mayo y hasta octubre, la situación meteorológica en la región se ve fuertemente influenciada por la presencia de ondas tropicales que traen un potencial de humedad importante y que constituyen la temporada anual de lluvias, que son del tipo tropical (Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2002).

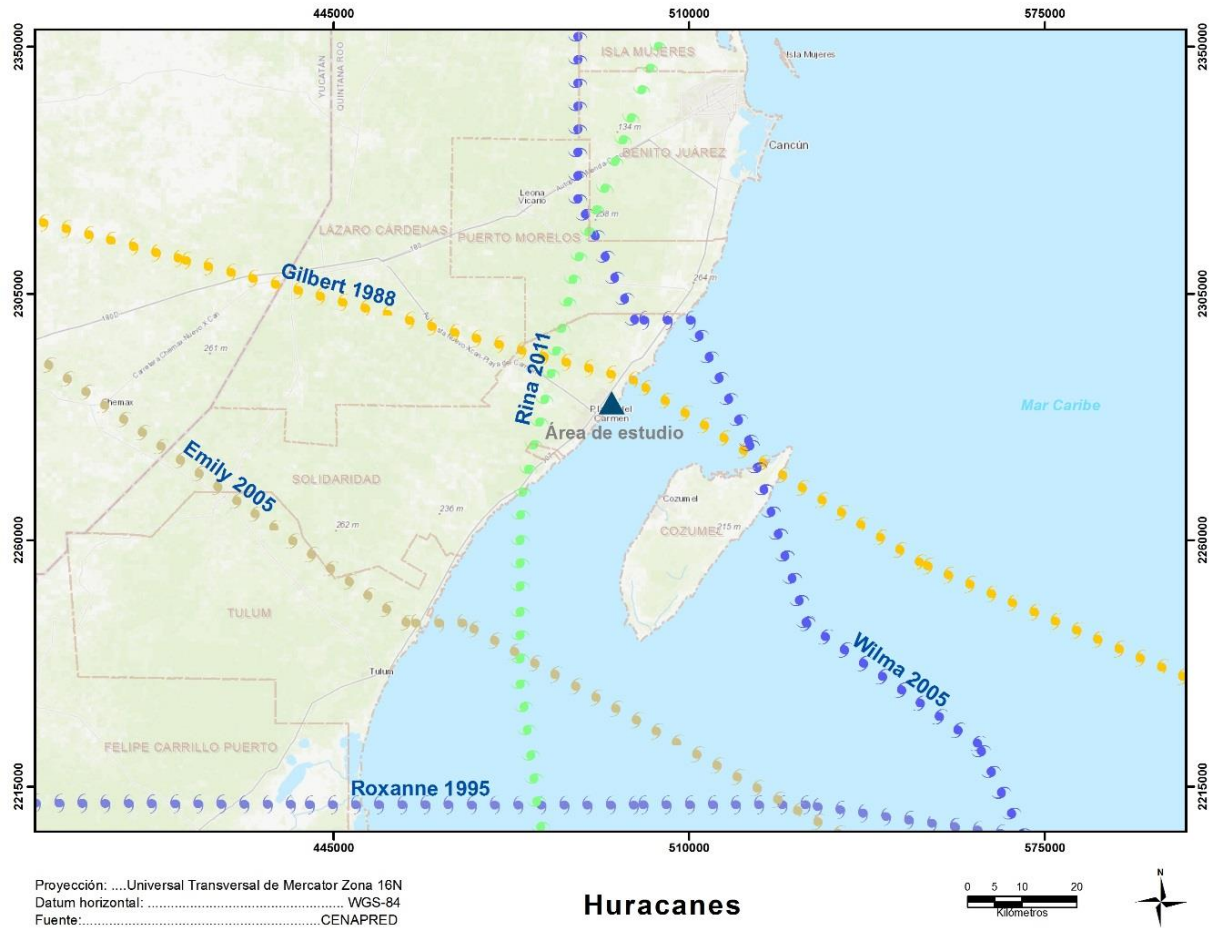
#### *Huracanes*

La región se localiza dentro del área de incidencia de ciclones tropicales que se forman cada año en el Mar Caribe y en el Océano Atlántico, durante el verano y parte del otoño. En la Figura 4.7, se puede observar las trayectorias que siguieron algunos de los huracanes que han pasado por Quintana Roo o cerca y han tenido algún impacto en la región.

Por su ubicación, la península de Yucatán es afectada de modo directo o indirecto por la mayoría de los huracanes que se forman en el Caribe Occidental. La mayor parte de éstos entran por la costa oriental de la península de Yucatán, es en Quintana Roo donde impactan con mayor fuerza. Entre los huracanes más importantes están Janet en 1955, Carmen en 1974, Hallie en 1966, Dorothy en 1970, Eloise en 1975, Gilberto en 1988 y Ópalo, Roxane en 1995 y Wilma en 2005.

Estudios recientes han mostrado que hay una relación entre los vientos que generan la circulación Madden-Julian y la actividad ciclónica del Caribe occidental con un retraso de dos semanas aproximadamente. Algunos estudios muestran un incremento de 400% en la actividad ciclónica del Caribe y Golfo de México cuando la época ciclónica coincide con apariciones del fenómeno de Madden-Julian (PEOT, 2002). Otro factor que influye la actividad ciclónica es la variabilidad en el comportamiento global de la temperatura inducidos por El Niño en el Pacífico y su contraparte atlántica La Niña.

Figura 4.7. Registro histórico de huracanes en la región.



#### 4.3.1.3. Geología y geomorfología

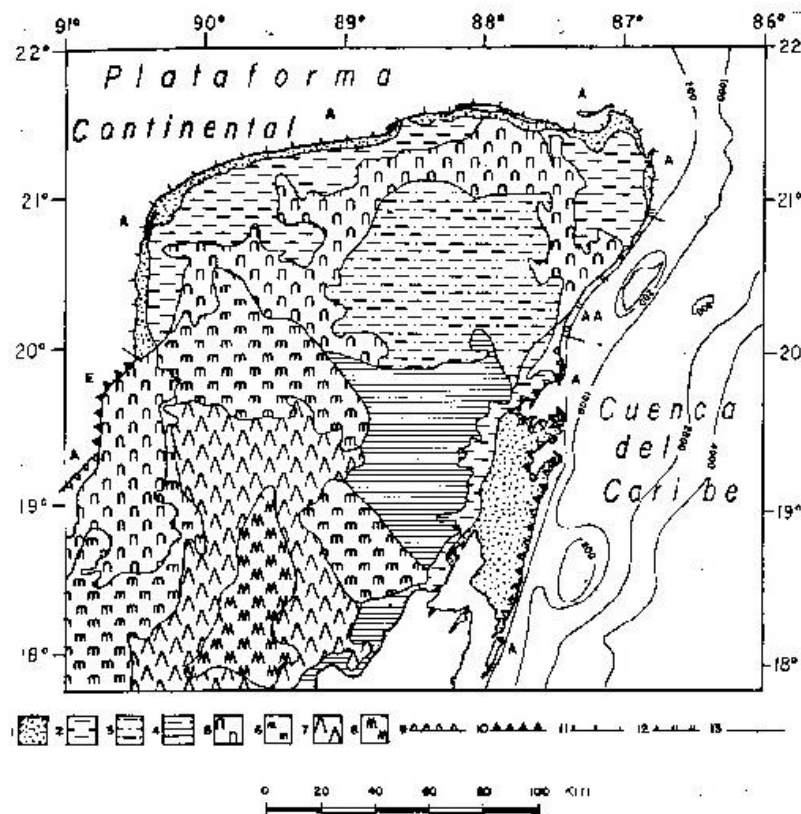
La provincia Plataforma de Yucatán se localiza en el sector sur del Golfo de México, y la parte emergida constituye la península de Yucatán. La plataforma tiene una amplia extensión y ha constituido un elemento tectónicamente estable durante buena parte del Mesozoico y Cenozoico, a partir de la apertura en el Jurásico Medio y formación del Golfo de México.

La plataforma está formada por rocas sedimentarias cretácicas, que presentan una secuencia sub-horizontal de carbonatos y evaporitas. Encontrándose sobre este basamento una acumulación de capa gruesa de sedimentos marinos del Paleozoico Tardío, seguido por sedimentación continental del Jurásico, que a su vez subyacen a un depósito extenso de evaporitas que corresponden a una cuenca carbonatada limitada por arrecifes del Cretácico Temprano (Aguayo, et al., 1980).

La península de Yucatán muestra dos unidades morfológicas principales: La primera se ubica al norte y predominan las planicies y las rocas sedimentarias neogénicas; en el sur, las planicies alternan con lomeríos de hasta 400 m.s.n.m. en rocas sedimentarias oligocénicas (Lugo, et al, 1992).

La topografía tiene poco contraste en altitud, con una suave e imperceptible inclinación de sur a norte. Carece de una red fluvial, el escurrimiento es casi totalmente subterráneo, lo que ha dado origen a un gran sistema de formas kársticas en las que se incluyen a los cenotes y sistemas de cuevas.

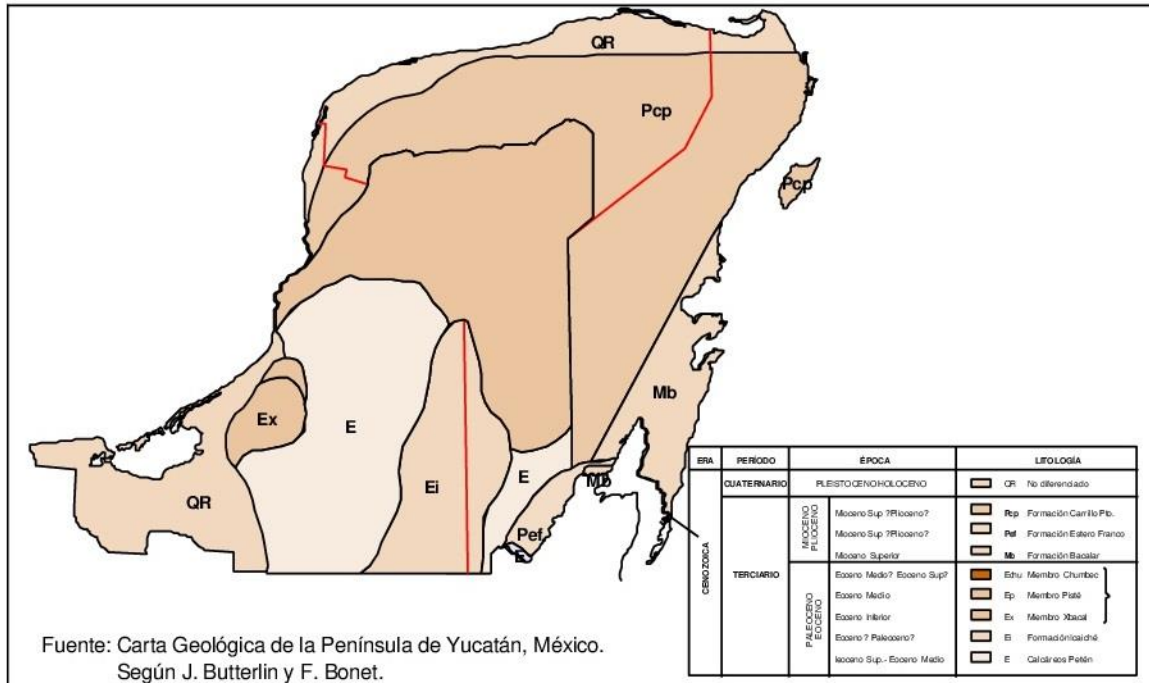
**Figura 4.8. Morfología de la península de Yucatán.** 1-Planicie de acumulación marina, formada principalmente en el Holoceno. Planicies estructurales: 2-casi horizontal, de hasta 10 m de altitud, marginal a la costa; 3-casi horizontal, de 10-20 m de altitud; 4-casi horizontal, en localidades con lomeríos, altitud de 20-50 m; 5-planicie con lomeríos, marginal a la costa, elevada, 10-50 m; 6-planicies y lomeríos con altitud de 50-100 m. Lomeríos: 7-menor de 100 a 200 m de altitud; 8-mayores de 200 a 350 m de altitud. Dinámica de la línea de costa: 9-en retroceso hacia el continente, por sumersión o por ascenso del nivel del mar; 10-avance hacia el mar por emersión y/o por acumulación deltaica; 11-avance hacia el mar por depósitos litorales; 12-neutral o no diferenciada; 13-Procesos dominantes en la costa: A, acumulación; AA, acumulación y abrasión (erosión marina); E, erosión (Lugo-Hubp, et al, 1992).



### 4.3.1.3.1. Litología

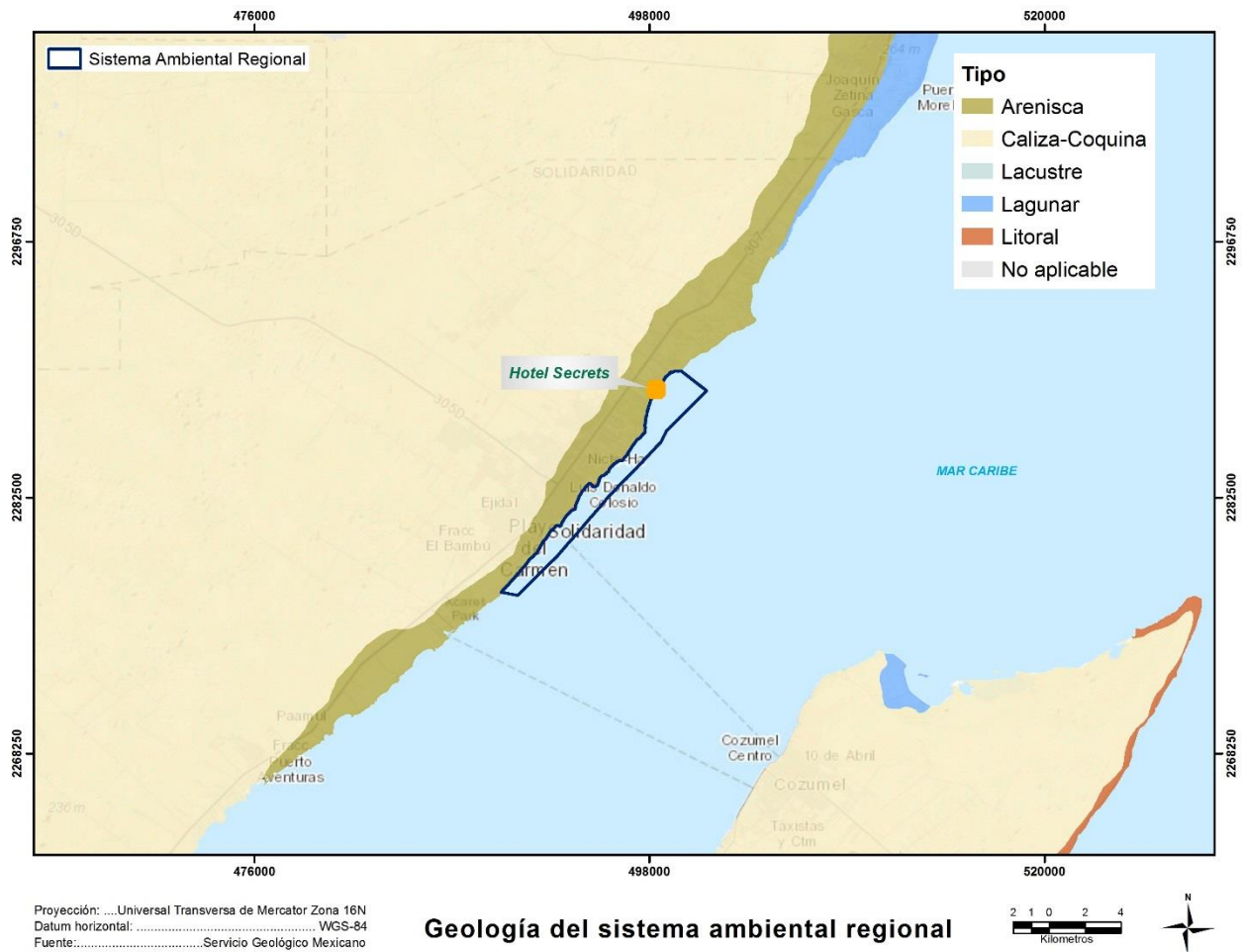
Desde el punto de vista estratigráfico se presenta una columna que varía desde el Paleoceno hasta el Cuaternario. Esta columna incluye, en orden ascendente, las formaciones Chichén Itzá e Icaiche del Paleoceno-Eoceno; las formaciones Bacalar; Estero Franco y Carrillo Puerto del Mioceno Superior, Plioceno y las calizas con moluscos del Pleistoceno-Holoceno (INEGI, 1990).

Figura 4.9. Carta geológica de la península de Yucatán, México (Butterlin y Bonet, 1963; tomada de CONAGUA, 2015).



La unidad estratigráfica que corresponde al período terciario, que se observa en el SAR, se encuentra identificada dentro de la Formación Carrillo Puerto, en la que los niveles inferiores corresponden a coquinas de más o menos un metro de espesor, cubiertas por calizas duras. La alteración de estas calizas por el intemperismo origina arcillas lateríticas. Los niveles superiores están representados por calizas blancas duras y masivas. Los echados observados son débiles o nulos, con orientación NNE. Estas rocas mantienen una alta permeabilidad y porosidad, ya que se encuentran fracturas y contienen abundantes quedades de disolución (UQROO, 2004).

Figura 4.10. Unidades litológicas del área contigua al SAR.



#### 4.3.1.4. Edafología

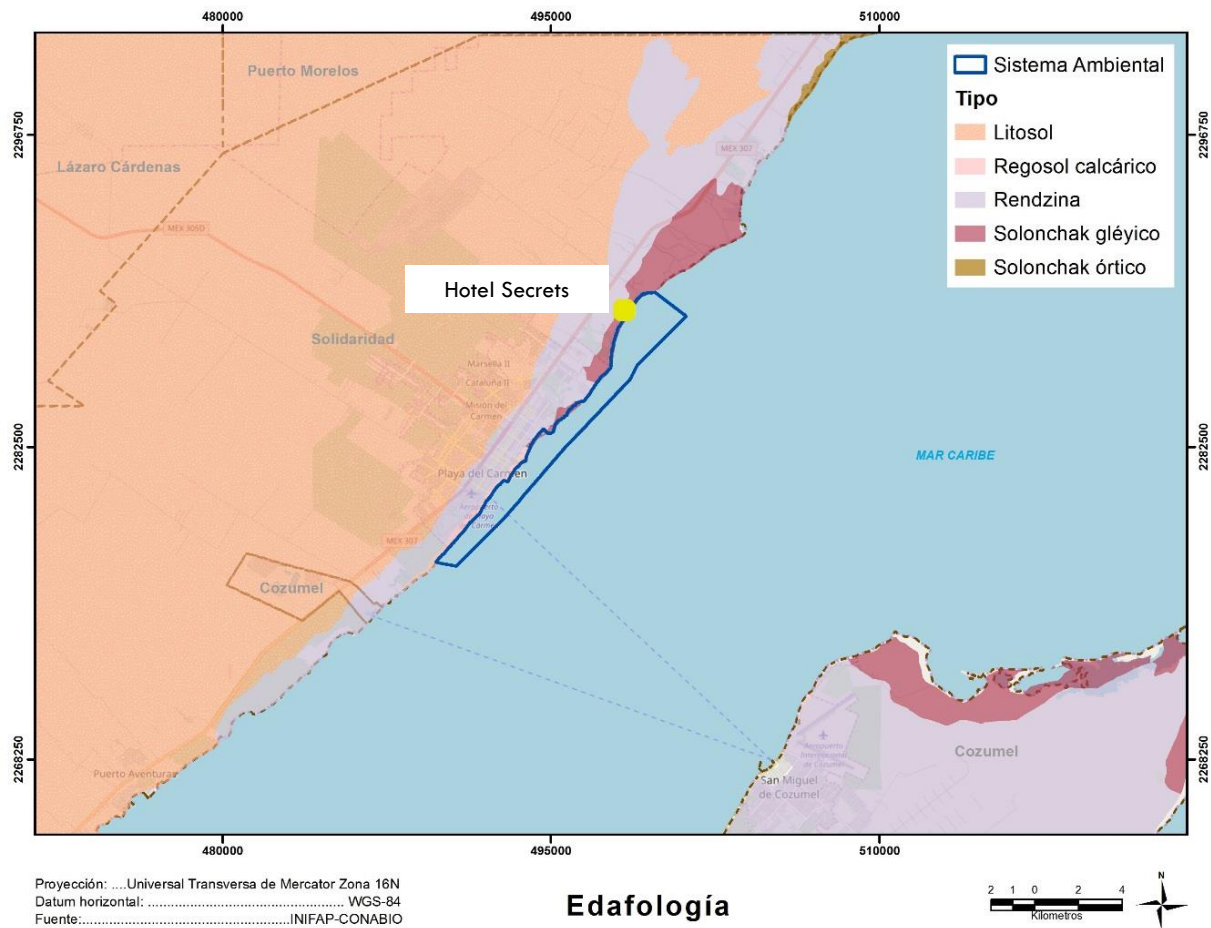
En Quintana Roo existen doce de los treinta grupos de suelos principales, reconocidos por la Base Referencial Mundial para el Recursos del Suelo (WRB, 2000). Cuatro grupos abarcan el 85.5% de la superficie estatal: Leptosol, Vertisol gléyico, Phaeozem y Luvisol crómico (Pozo, et al, 2011).

En el municipio de Solidaridad existen 5 tipos de suelos, siendo predominante el Leptosol, estando presente en el 94.52% de la superficie del municipio, lo sigue el Phaeozem con el 24.7%, el Solonchak con el 1% el Arenosol con el 0.42% y el Histosol con el 0.3% (INEGI, 2009).



De acuerdo con la clasificación de la FAO/UNESCO los tipos de suelos aledaños al SAR son Rendzina, Solonchak Gléyco y Regosol Calcárico (Figura 4.11). Los suelos tipo Rendzinas se caracterizan por ser suelos someros, que contienen una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Generalmente las rendzinas son suelos arcillosos y poco profundos, por debajo de los 25 cm. Los suelos tipo Solonchak se caracterizan por ser suelos con alto contenido de sales, que se presentan en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas costeras. Los suelos tipo Regosol son suelos que tienen poco desarrollo; en general son claros o pobres en materia orgánica y se parecen bastante a la roca que les da origen.

Figura 4.11. Tipo de suelo presente en el área costera contigua al SAR.



#### 4.3.1.5. Hidrología

De acuerdo a las regiones hidrológicas establecidas para México, el SAR se ubica dentro de la región XII Península de Yucatán (RHA XII PY), región hidrológica 32, cuenca A. Esta región hidrológica abarca además del estado de Quintana Roo parte de Yucatán y Campeche. En Quintana Roo comprende la porción norte y cubre un área equivalente a 31.7% del estado (Figura 4.12) (INEGI, 2002).

Para esta región hidrológica, como ocurre en casi toda la península, no existen corrientes superficiales, el escurrimiento encontrado es totalmente subterráneo dada la permeabilidad de la roca caliza (karst), y constituye el espacio donde se encuentra la mayor parte de los varios cientos de cenotes de la península. Muchos de ellos se hallan alineados, signo de la presencia de corrientes subterráneas (Kauffer, 2011).

Entre los factores más importantes para la formación de karst en la cuenca de la península de Yucatán encontramos las rupturas de roca que controlan la posición de las formas kársticas, en especial las formaciones subterráneas, que constituyen casi en su totalidad el karst encontrado en la cuenca (Lugo – Hubp, *et al*, 1992).

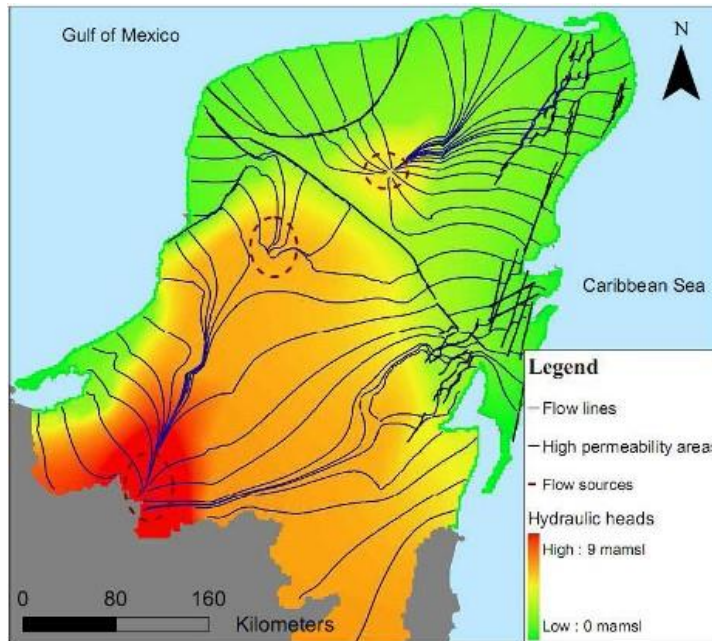
Figura 4.12. Regiones hidrológicas que componen la región XII Península de Yucatán (CONAGUA, 2015).



Estudios realizados señalan que, de la precipitación pluvial registrada, el 85% se evapora y el 15% se infiltra al acuífero a través de las fracturas, oquedades y los conductos kársticos de calizas. La recarga del acuífero se da principalmente en los meses de mayo a octubre y se encuentra asociada al periodo de lluvias de mayor intensidad.

El agua subterránea fluye de las zonas de mayor precipitación hacia la costa, siguiendo diferentes trayectorias de flujo, controladas por el desarrollo o evolución del karst profundo. La descarga natural del acuífero se realiza a través de manantiales y en forma difusa hacia el mar, alimentando a los esteros y lagunas costeras (Batllori y Febles, 2002).

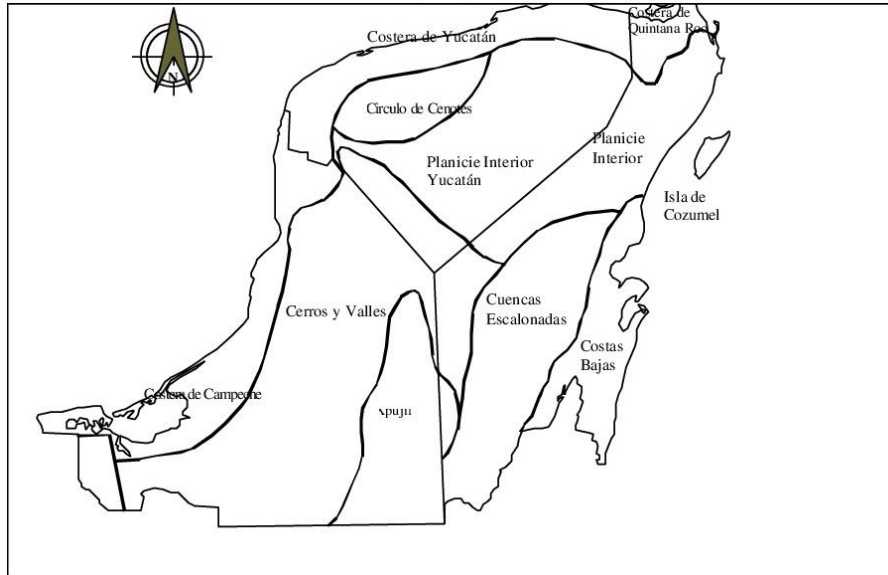
Figura 4.13. Modelo del flujo general del agua en los ríos subterráneos de la península de Yucatán (Charvet, 2009).



#### 4.3.1.6. Hidrogeología

Se considera a la península de Yucatán como una unidad regional denominada Acuífero Península de Yucatán, conformada por trece unidades hidrogeológicas, tres ubicadas en Campeche, cuatro en Yucatán y seis en Quintana Roo, que corresponden a: Cerros y Valles, Cuencas Escalonadas, Costas Bajas, Costera e Isla de Cozumel y Planicie Interior (Figura 4.14).

Figura 4.14. Ubicación de las unidades hidrogeológicas de la península de Yucatán.



El SAR se encuentra dentro de la región hidrogeológica denominada Planicie Interior, conformada por rocas calizas de origen marino pertenecientes al Terciario de la Formación Carrillo Puerto. Las calizas presentan gran fracturamiento, alta disolución y permeabilidad, por lo que constituye un buen acuífero. El funcionamiento hidrogeológico se caracteriza por un flujo subterráneo radial, desde la zona interior continental hacia la zona de borde (Doering y Butler, 1974). Las entradas al acuífero se realizan por precipitación directa y aportes subterráneos desde otras cuencas. Las salidas tienen lugar por evapotranspiración en su mayoría y descargas al mar. El nivel freático se mantiene prácticamente constante durante todo el año, por lo que la variación en el almacenamiento resulta imperceptible, estando en equilibrio las entradas y las salidas.

#### 4.3.1.7. Factores abióticos del medio marino

Para conocer la dinámica costera actual del área del Proyecto y generar un modelo matemático de simulación dinámica, al cual fue integrada la información recabada en campo, se realizaron los estudios hidrográficos elementales tales como el levantamiento topobatimétrico, el análisis del comportamiento de la corriente, marea y oleaje, los resultados obtenidos se muestran en los siguientes apartados y pueden ser consultados a detalle en los Anexos 4.1 y 4.2 a, b y c, de este capítulo.

##### 4.3.1.7.1. Corrientes marinas

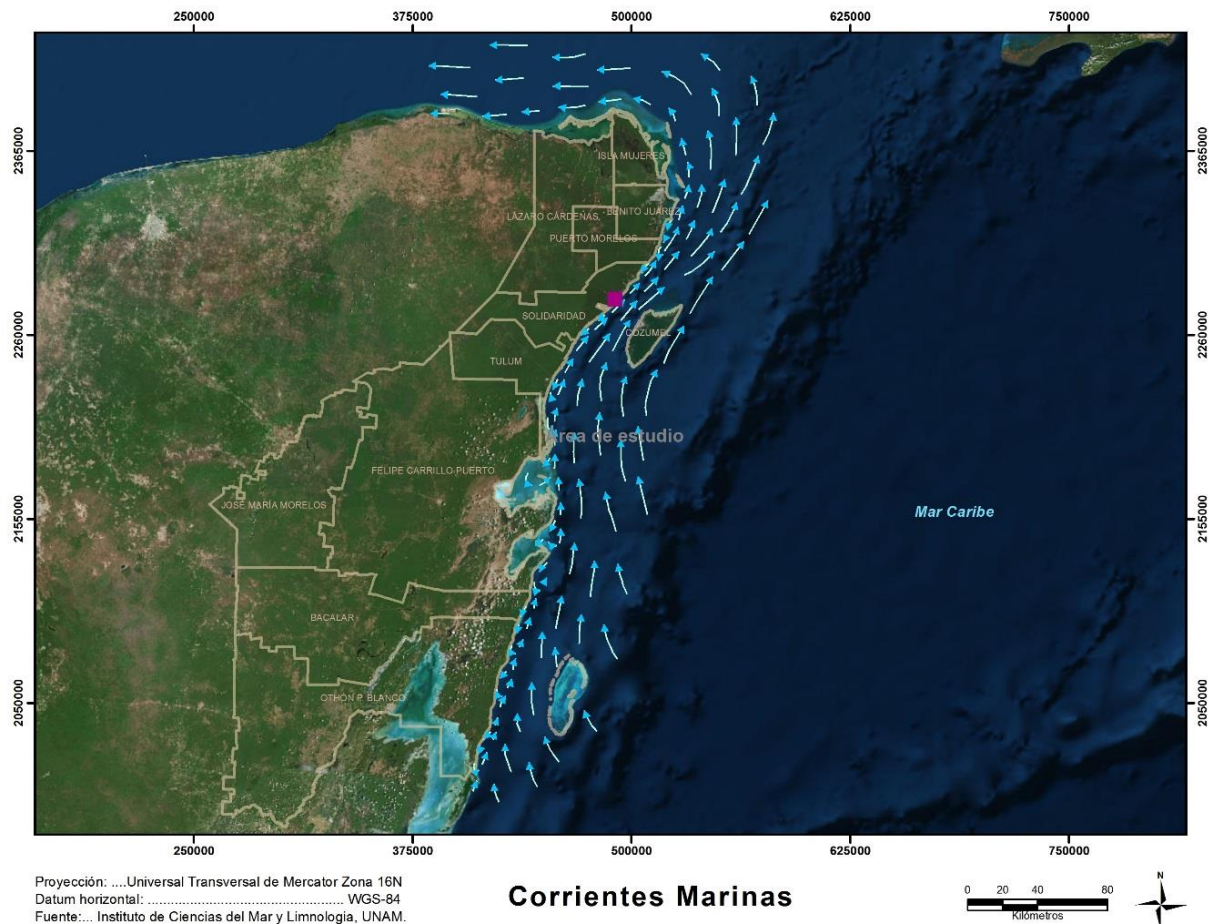
El SAR está dominado por la Corriente del Caribe, la cual se forma por la confluencia de tres corrientes procedentes del norte y del sur del Atlántico – la Ecuatorial del Norte, la de Brasil y de las Guayanas (Morales, 2004).

La corriente del Caribe corre de sur a norte, en forma paralela a la línea de costa, frente al estado de Quintana Roo, está caracterizada por aguas cálidas y salinas, que al pasar por el Canal de Yucatán reciben el nombre de Corriente de Yucatán. Presenta un flujo de 25 a 35 millones de m<sup>3</sup>/s, con una velocidad promedio de 80 cm/s en la superficie, y hasta 150 cm/s a una profundidad de 300 m (Reyes, 2005).

El transporte de agua posee un ciclo estacional bien marcado, reportándose las mayores fluctuaciones en la parte sur. De igual forma se observa un ciclo intraestacional con periodos entre 1 y 3 meses. Los valores máximos del transporte ocurren de febrero a agosto, los mínimos son de septiembre a diciembre.

Un aspecto importante de la circulación superficial del Mar Caribe, es la presencia permanente de remolinos de mesoescala que pasan por la región advectados por el flujo medio en dirección noroeste. Algunos de estos remolinos se originan en la región ecuatorial en la retroflexión de la Corriente del Norte de Brasil y logran pasar a través de los canales entre las Antillas Menores hacia el interior del Caribe. Una vez dentro del Caribe se reorganizan y son advectados hacia el Canal de Yucatán donde determinan en gran medida la estructura y variabilidad de la Corriente de Yucatán (CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA. 2007).

Figura 4.15. Patrones de corrientes del estado de Quintana Roo.



#### 4.3.1.7.1.1. Morfología y celda litoral

#### 4.3.1.7.1.2. Celda litoral

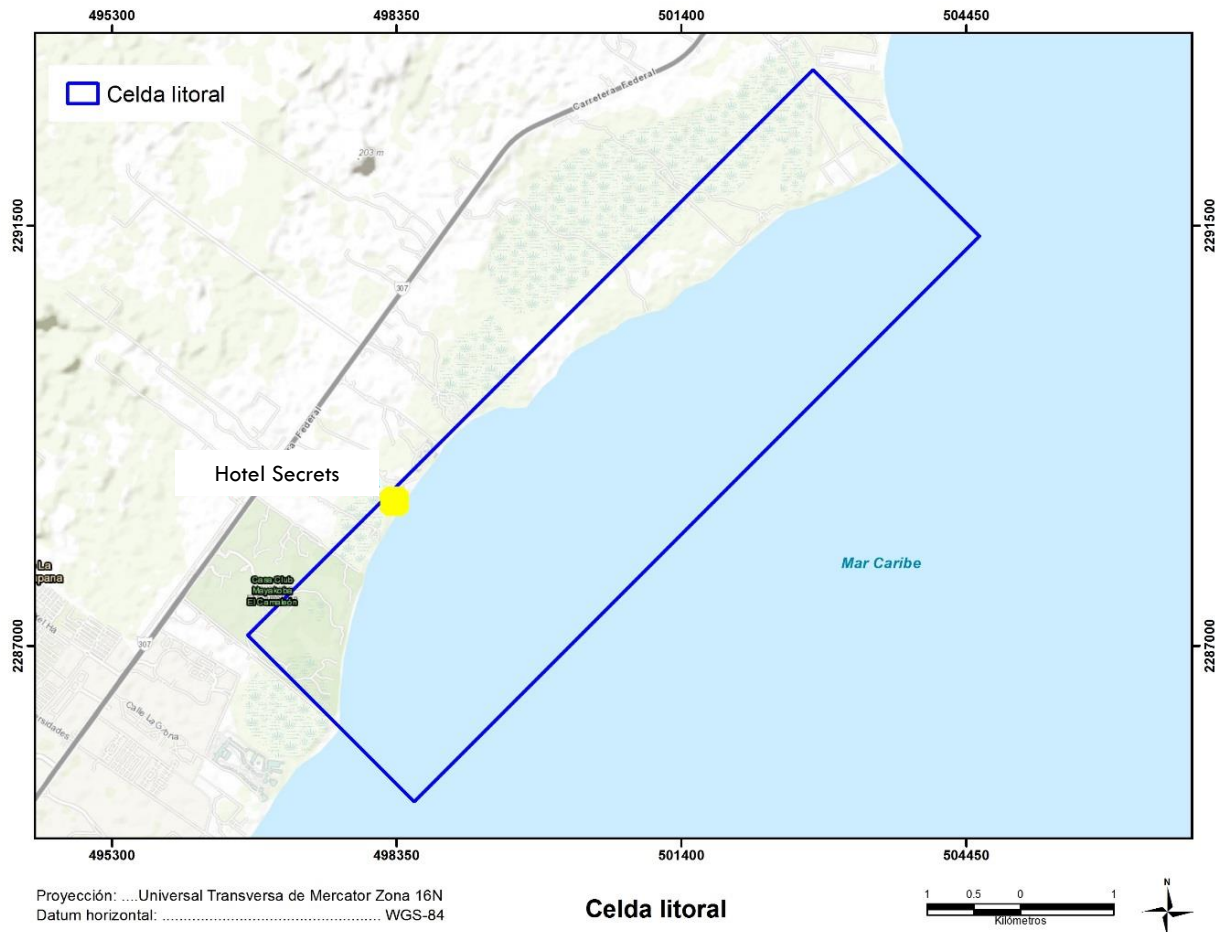
La península de Yucatán es considerada tectónicamente estable y con orografía plana. Este tipo de orografía ocasiona la ausencia de flujos superficiales promoviendo que el agua se filtre hacia el subsuelo dificultando el aporte de sedimentos de tierra a mar. Una de las características más representativas de la costa norte de Quintana Roo son sus playas color azul turquesa compuestas de sedimento calcáreo compuesto por oolitas (esferas calcáreas de 2 mm de diámetro o menos) las cuales por sus características de color y textura impulsan el turismo y economía del estado. Este mismo turismo hace posible el desarrollo de las zonas urbanas las cuales han crecido sobre suelos y rocas sedimentarias del Cuaternario y el Neógeno, en playas y llanuras; sobre áreas donde originalmente había suelos denominados Leptosol, Arenosol y Solonchak; sobre formaciones de rocas calcáreas de alta permeabilidad donde el agua de lluvia se filtra rápidamente y fluye a través de ríos o interconexiones subterráneas; y sobre terrenos previamente ocupados por selvas, manglar y tular (INEGI, 2009).

Debido a que el desarrollo del Proyecto se localiza en una zona costera, es imprescindible evaluar la fragilidad del sitio para implementar adecuaciones a la infraestructura, para que este pueda enfrentar los procesos naturales con el menor deterioro posible.

Se conoce como celda litoral a las unidades básicas en las que se divide el litoral desde el punto de vista del movimiento longitudinal de sedimentos, con fuentes y sumideros propios, dentro de las cuales el transporte litoral de sedimentos está limitado o contenido (Patsch & Griggs, 2006). Los límites de las celdas litorales son determinados fácilmente cuando la costa es interrumpida por promontorios que sobresalen en la costa, cañones submarinos, bahías o estuarios (Anfuso, 2004).

En el caso de la región que engloba la zona del Proyecto, la celda litoral quedó limitada por las puntas rocosas identificada como Punta Maroma y Punta Bete (Figura 4.16), mismas que son claramente sobresalientes en el litoral de playa como fronteras de regiones de playa con distinto patrón de circulación de sedimentos. Esto último observado por cambios brusco de la orientación de la línea de costa y características principales de las playas. La extensión del litoral de playa que abarca la celda es de alrededor de 9.5 km. En esta región fueron analizados los procesos hidrodinámicos y morfológicos que tienen lugar por la acción del clima marítimo.

Figura 4.16. Región de la celda litoral a la que pertenece la zona de Proyecto (Fuente de imagen: Google Earth).

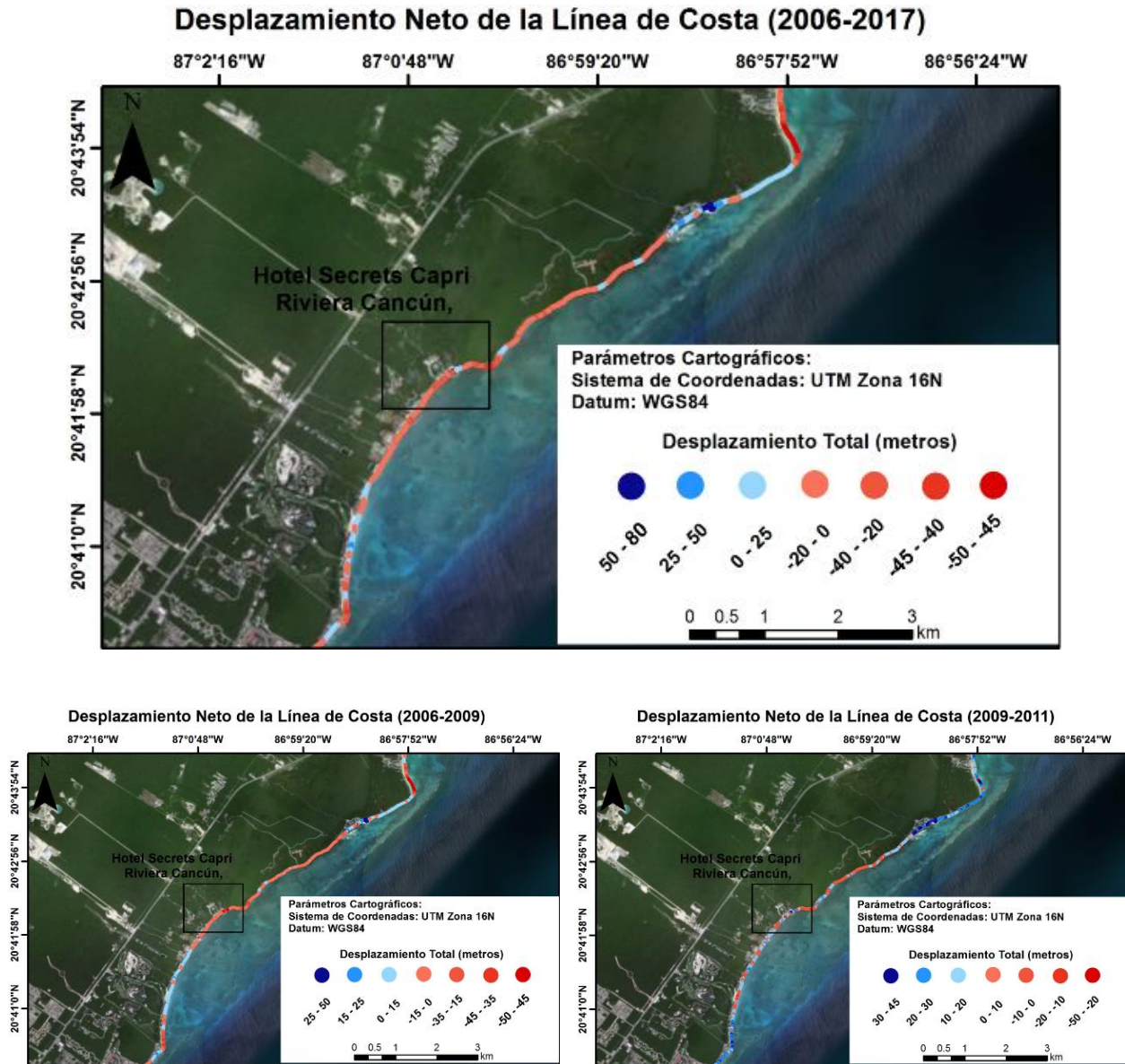


#### 4.3.1.7.1.3. Análisis de la línea de costa

A continuación, se presenta el análisis de la evolución de la línea de costa, en un periodo comprendido de 2006 a 2017. En la Figura 4.17 se presenta el diagnóstico de la evolución de la línea de costa en la región que ocupa la celda litoral del Proyecto y en la Figura 4.18, se representa, a modo de detalle, el desplazamiento de la costa en la zona de Proyecto durante este periodo.

El análisis del cambio de la línea de costa se realizó a partir de 7 imágenes satelitales obtenidas de Google Earth. Se observa retroceso de la línea de costa en prácticamente toda la extensión del litoral y en la mayoría de los periodos intermedios analizados desde el año 2006 a 2017 (Figura 4.17). Estos procesos se relacionan con la variabilidad y desplazamiento de Punta Maroma hacia el sur, que se ha producido con los años, dando lugar a una zona costera con mayor exposición a la acción del oleaje. En la zona de Proyecto (Figura 4.18), el análisis de cambio de línea de costa muestra la predominancia de pérdida de playa seca en los distintos periodos analizados de 2006 a 2017, con un retroceso de línea de costa de 15 a 20 m en la mayor parte del litoral que ocupa el predio, del año 2006 a 2017, alcanzando valores de hasta 24 m en las secciones de playa más afectadas.

Figura 4.17. Registro del cambio de la línea de costa en la celda litoral definida para el Proyecto, periodos 2006 -2017 (en azul, ganancia de playa; en rojo, pérdida de playa).





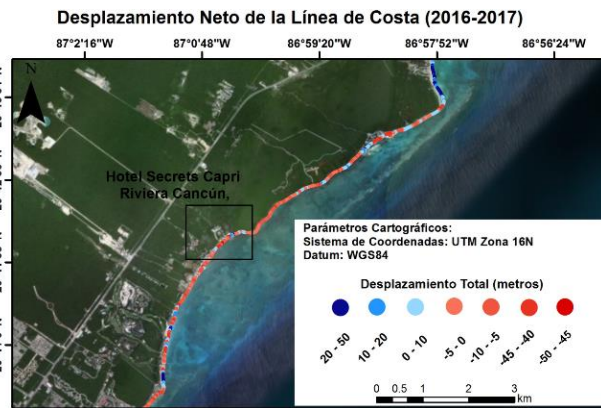
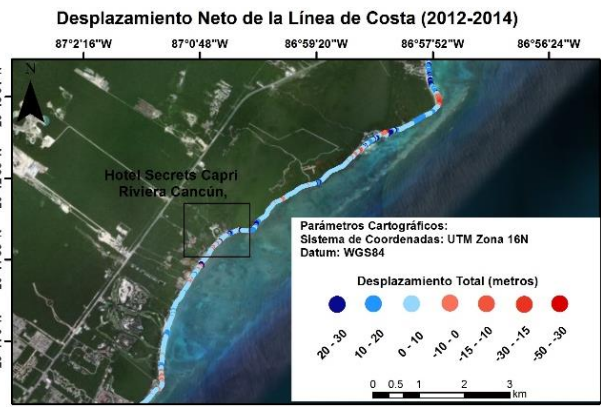
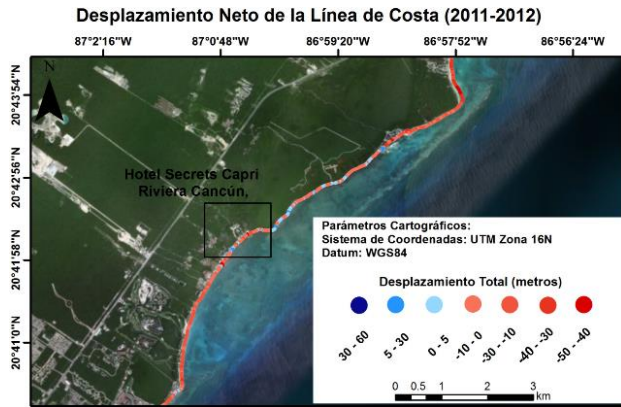
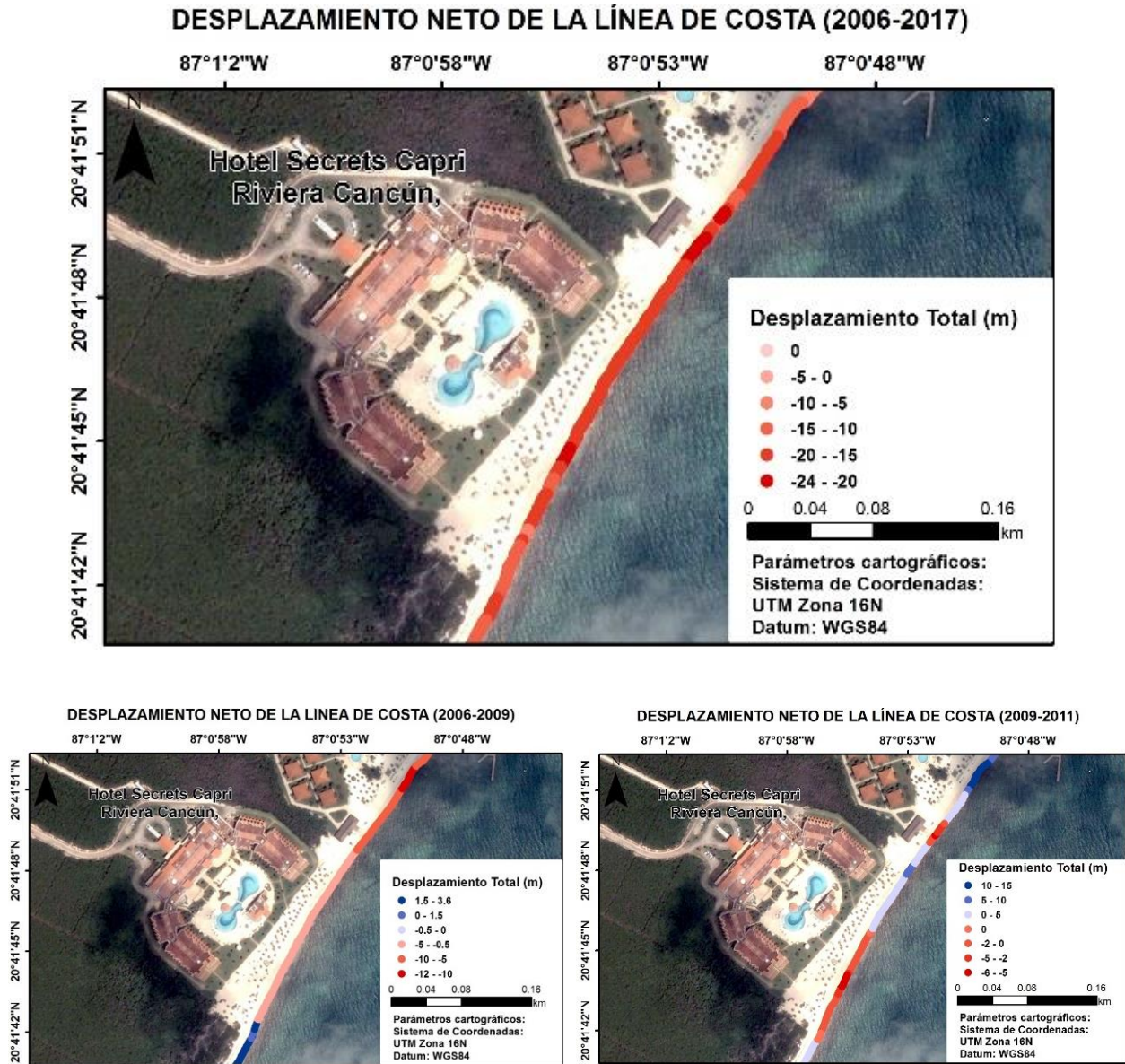
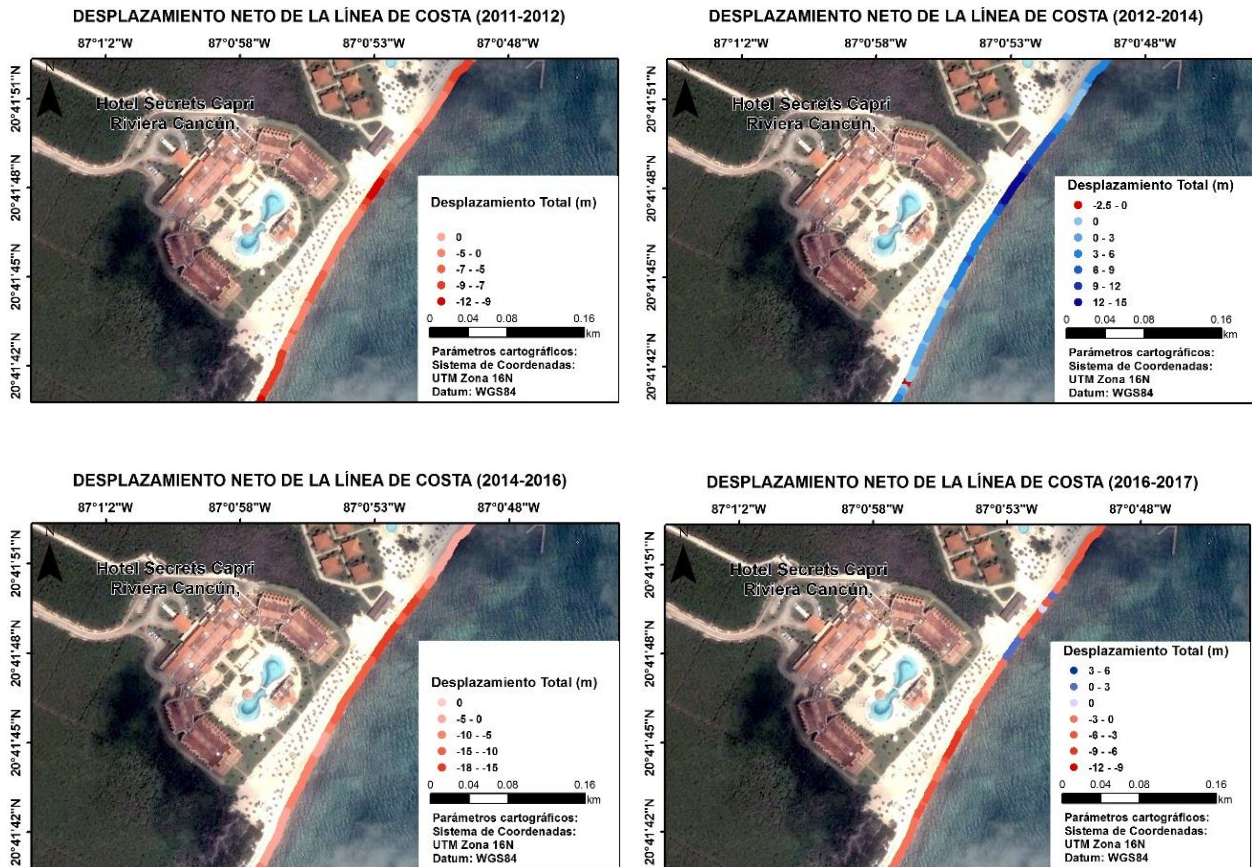


Figura 4.18. Registro del cambio de la línea de costa, acercamiento al área del Proyecto, periodos 2006 - 2017 (en azul, ganancia de playa; en rojo, pérdida de playa).



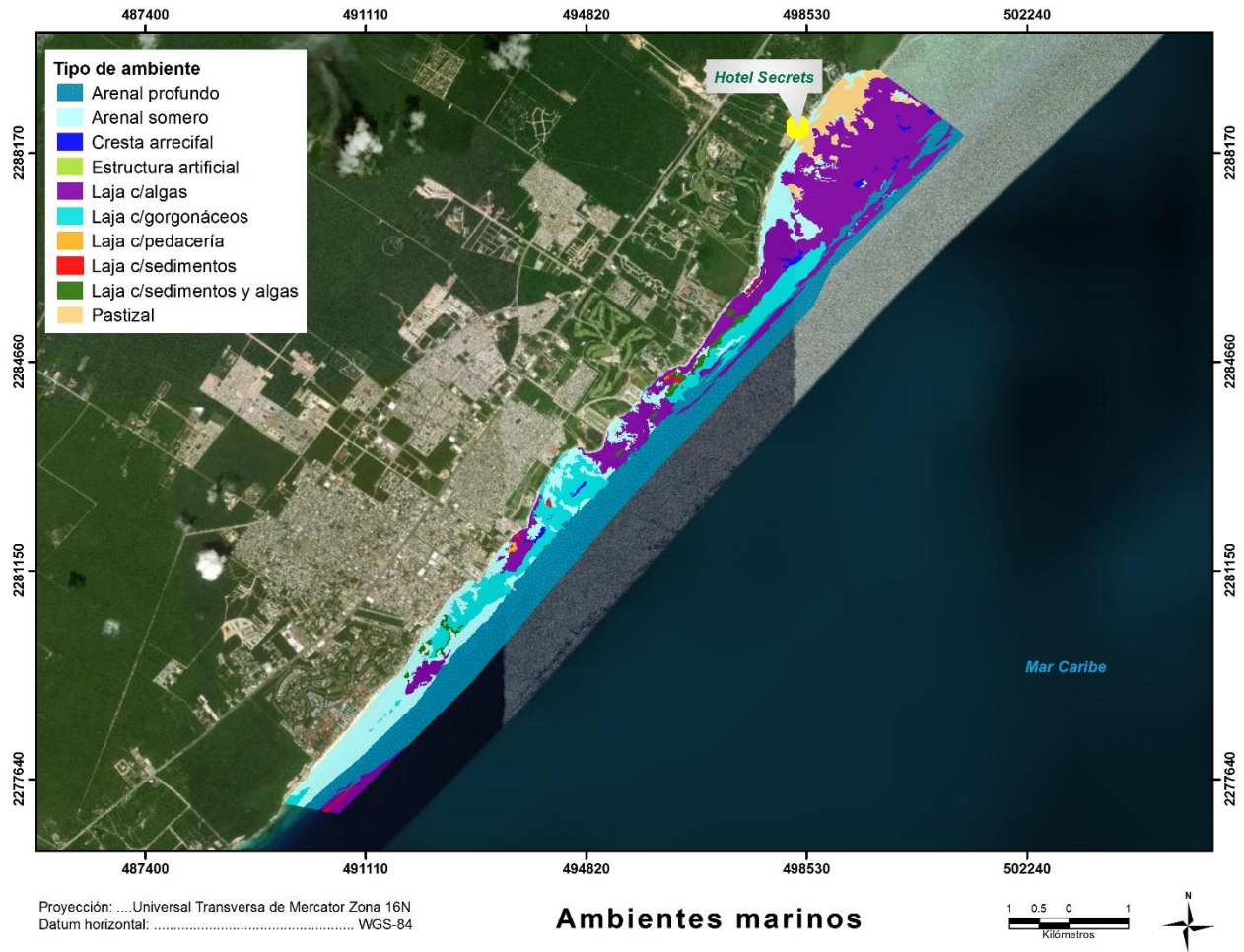


#### 4.3.1.7.2. Topobatemetría

El levantamiento de la información se realizó del 03 al 07 de septiembre de 2018, para ello se utilizó una ecosonda monohaz que fue colocada en una embarcación de bajo calado conectada un GPS diferencial y se hicieron transectos perpendiculares a la costa a cada 20 m. Para fines de este estudio y modelaje, el área total muestreada abarcó un poco más de 5.3 km lineales, la longitud de cada transecto se extendió hasta el cantil, el cual se encuentra alrededor de 500 m de la costa.

La información recolectada fue grabada y procesada en un programa de hidrografía, la batimetría se complementó con lecturas de elevación tomadas en la playa con equipo de topografía. Finalmente se generaron curvas de nivel y se exportó la información a un plano en formato de AutoCAD (DWG) (Figura 4.19).

Figura 4.19. Topobatimetría general del ambiente marino.



#### 4.3.1.7.3. Prospección de bancos de arena

Se realizaron buceos de exploración sobre el banco identificado como propicio para la extracción de sedimentos, ubicado frente a la playa denominada Playa Mamitas, en el centro urbano de Playa del Carmen, municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Las mediciones se realizaron mediante el uso de un tubo de cobre de metro y medio de largo conectado a una válvula y una manguera neumática acoplados a la salida de baja presión del equipo de buceo autónomo, el tubo se clavó en la arena y al accionar la válvula el aire liberado abre paso al tubo posibilitando la penetración de la arena hasta la roca, golpeándola y permitiendo medir su grosor.

Figura 4.20. Exploración de grosor de estrato de sedimento en el banco de arena frente a Playa Mamitas.



El banco de arena a utilizarse fue identificado como Mamitas 3, ubicado a aproximadamente 8 km al suroeste del Proyecto (Figura 4.21 y Figura 4.22), su superficie fue estimada en 45,839 m<sup>2</sup>, los grosores de arena en él van de 1 m a 1.5 m y se estima que tiene un volumen aproximado de 58,600 m<sup>3</sup> (Anexo 4.2). Las profundidades leídas sobre el banco se registraron entre 10 a 15 m.

Figura 4.21. Ubicación del banco de arena identificado como propicio para la extracción.

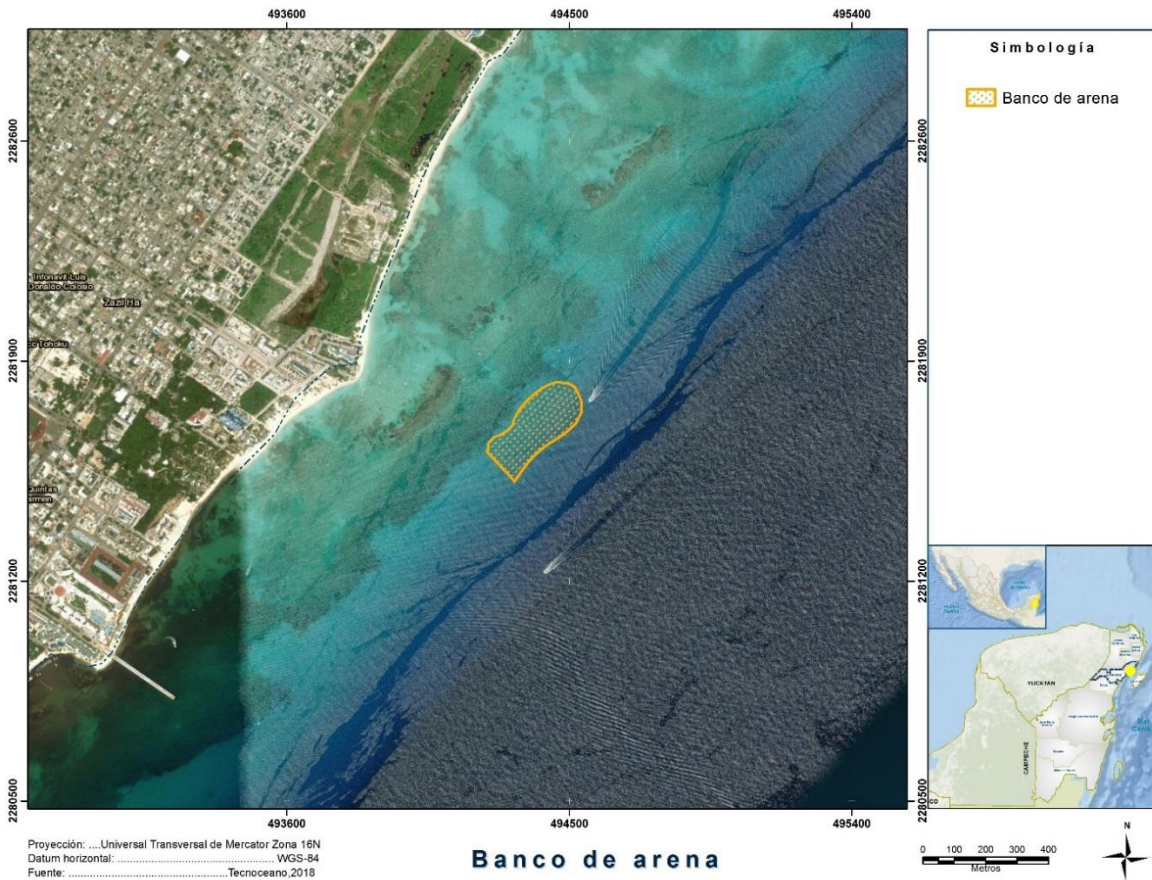


Figura 4.22. Cuadro de construcción del banco de arena Mamitas 3.

CUADRO DE CONSTRUCCION						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S	
EST	PV				Y	X
				1	2,281,611.9048	494,236.7724
1	2	S 43°23'41.31" E	129.905	2	2,281,517.5111	494,326.0199
2	3	N 34°37'47.60" E	30.629	3	2,281,542.7139	494,343.4256
3	4	N 35°47'43.57" E	43.318	4	2,281,577.8494	494,368.7619
4	5	N 42°04'53.05" E	29.081	5	2,281,599.4329	494,388.2513
5	6	N 50°10'00.20" E	45.769	6	2,281,628.7506	494,423.3979
6	7	N 56°10'37.30" E	39.084	7	2,281,650.5061	494,455.8678
7	8	N 57°06'48.36" E	31.983	8	2,281,667.8721	494,482.7254
8	9	N 48°50'11.82" E	50.057	9	2,281,700.8200	494,520.4100
9	10	N 26°46'24.86" E	43.317	10	2,281,739.4931	494,539.9228
10	11	N 02°06'49.23" W	30.754	11	2,281,770.2264	494,538.7885
11	12	N 21°48'29.12" W	21.018	12	2,281,789.7406	494,530.9802
12	13	N 26°20'07.05" W	29.450	13	2,281,816.1339	494,517.9156
13	14	N 56°04'35.23" W	18.311	14	2,281,826.3530	494,502.7214
14	15	N 67°37'36.39" W	10.253	15	2,281,830.2558	494,493.2399
15	16	N 86°41'57.25" W	19.367	16	2,281,831.3709	494,473.9049
16	17	N 86°30'05.03" W	18.803	17	2,281,832.5184	494,455.1371
17	18	S 70°25'07.83" W	19.581	18	2,281,825.9559	494,436.6884
18	19	S 64°20'09.68" W	24.073	19	2,281,815.5300	494,414.9900
19	20	S 51°25'53.16" W	37.591	20	2,281,792.0937	494,385.5988
20	21	S 47°58'23.96" W	30.039	21	2,281,771.9831	494,363.2847
21	22	S 39°42'02.80" W	33.097	22	2,281,746.5185	494,342.1429
22	23	S 30°59'05.50" W	32.163	23	2,281,718.9450	494,325.5850
23	24	S 19°33'28.83" W	14.682	24	2,281,705.1100	494,320.6700
24	25	S 25°37'23.10" E	5.907	25	2,281,699.7839	494,323.2245
25	26	S 42°49'26.21" W	27.397	26	2,281,679.6899	494,304.6017
26	27	S 58°20'24.47" W	30.361	27	2,281,663.7544	494,278.7593
27	28	S 73°35'03.38" W	16.910	28	2,281,658.9756	494,262.5390
28	29	S 47°54'04.65" W	24.635	29	2,281,642.4600	494,244.2600
29	30	S 25°20'33.58" W	7.756	30	2,281,635.4500	494,240.9400
30	31	S 01°35'56.79" E	13.975	31	2,281,621.4800	494,241.3300
31	32	S 24°59'07.49" W	9.896	32	2,281,612.5100	494,237.1500
32	1	S 31°57'53.93" W	0.713	1	2,281,611.9048	494,236.7724

**SUPERFICIE = 45,839.162 m<sup>2</sup>**

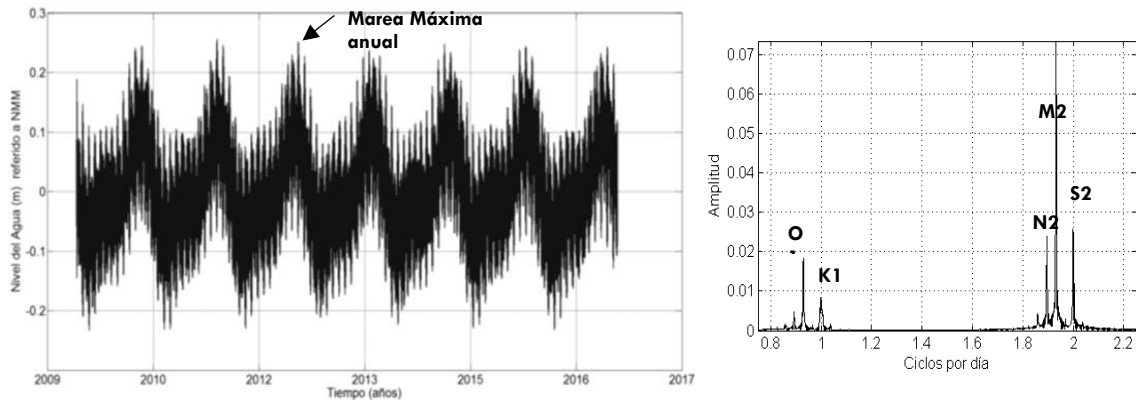
#### 4.3.1.7.4. Clima marítimo y atmosférico

Las generalidades del clima marítimo y atmosférico del área del Proyecto y sus alrededores, se realizó mediante el análisis de más de 3 décadas de datos de oleaje y viento obtenidos del nodo ubicado en las coordenadas 21° N y 86° W del modelo *Wavewatch III* (WW III) de la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). Además, se incluye un análisis armónico y estadístico de una serie de marea de la estación de Isla Mujeres, Quintan Roo obtenida por medio del predictor de marea MAR V basado en registros históricos de estaciones mareográficas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la secretaria de Marina y Centro de Investigación Científica y Estudios Superiores de Ensenada (CICESE).

##### 4.3.1.7.4.1. Marea

La marea en la región del Proyecto es clasificada como mixta semidiurna (González-Leija, y otros, 2013). Las variaciones regulares son de poca amplitud (aproximadamente 0.30 m) sin embargo, las variaciones anuales pueden hacer que el agua alcance los 0.23 m por arriba del nivel medio del mar (NMM), es decir una marea con amplitud de hasta ~0.50 m.

**Figura 4.23. Variaciones interanuales del nivel medio del mar (izquierda) y análisis espectral de la marea (derecha) Datos provenientes del predictor de marea MAR V de la estación de Isla Mujeres, Quintana Roo. Software desarrollado por CICESE.**



Al hacer un análisis armónico mediante transformadas de Fourier para obtener el espectro de la serie anual de marea (año 2017), encontramos que existen 5 componentes armónicas esenciales (M2, S2, N2, O2 y K1) para poder describir movimiento del agua, mismas componentes que cita el trabajo del desarrollo de una base de datos de las constituyentes de la marea (Spargo, Westerink, Luettich, & Mark, 2004).

4.3.1.7.4.2. Análisis de información de huracanes

Con el fin de identificar que tormenta y/o huracán ha generado el oleaje, viento o sobreelevación del nivel del mar con mayor intensidad cerca del área de interés, se compararon los registros de las trayectorias de los huracanes que han pasado en un radio no mayor a 100 km de la zona del Proyecto con centro en la coordenada 20.70° N, -87.01° W con los datos oceanográficos de la estación ubicada a 21° N y 86° W del modelo de propagación de oleaje Wavewatch III de la NOAA. El historial de los huracanes provino de las bases de datos del Centro Nacional de Huracanes de la NOAA mientras que la información de las trayectorias se obtuvo de la compañía de información tecnológica global *Unisys Weather*.

**Tabla 4.4. Registro de huracanes categoría 2 a 5 cuya trayectoria pasó dentro de un radio de 100 km a la redonda del Proyecto.**

CATEGORIA	NOMBRE	FECHA INICIO					FECHA FIN					
H5	GILBERT	8	-	Sep	-	1988	A	20	-	Sep	-	1988
H4	EMILY	11	-	Jul	-	2005	A	21	-	Jul	-	2005
H4	CHARLIE	12	-	Ago	-	1951	A	23	-	Ago	-	1951
H4	UNNAMED	16	-	Sep	-	1933	A	25	-	Sep	-	1933
H4	WILMA	15	-	Oct	-	2005	A	26	-	Oct	-	2005
H3	SIN NOMBRE	6	-	Ago	-	1903	A	16	-	Ago	-	1903
H3	SIN NOMBRE	20	-	Ago	-	1909	A	28	-	Ago	-	1909
H3	SIN NOMBRE	23	-	Ago	-	1938	A	29	-	Ago	-	1938
H2	SIN NOMBRE	6	-	Oct	-	1852	A	11	-	Oct	-	1852
H2	SIN NOMBRE	24	-	Sep	-	1857	A	30	-	Sep	-	1857
H2	SIN NOMBRE	6	-	Sep	-	1865	A	14	-	Sep	-	1865
H2	SIN NOMBRE	26	-	Sep	-	1873	A	10	-	Oct	-	1873
H2	SIN NOMBRE	4	-	Ago	-	1880	A	14	-	Ago	-	1880
H2	SIN NOMBRE	20	-	Jul	-	1887	A	28	-	Jul	-	1887
H2	SIN NOMBRE	11	-	Sep	-	1887	A	22	-	Sep	-	1887
H2	SIN NOMBRE	27	-	Sep	-	1893	A	5	-	Oct	-	1893
H2	SIN NOMBRE	22	-	Ago	-	1895	A	30	-	Ago	-	1895
H2	SIN NOMBRE	12	-	Ago	-	1916	A	20	-	Ago	-	1916
H2	ROXANNE	07	-	Oct	-	1995	A	21	-	Oct	-	1995
H2	SIN NOMBRE	11	-	Oct	-	1922	A	22	-	Oct	-	1922
H2	SIN NOMBRE	23	-	Ago	-	1942	A	1	-	Sep	-	1942
H2	CARLA	3	-	Sep	-	1961	A	16	-	Sep	-	1961
H2	BEULAH	5	-	Sep	-	1967	A	22	-	Sep	-	1967
H2	IDA	4	-	Nov	-	2009	A	11	-	Nov	-	2009

La base de datos de huracanes con trayectoria menor a un radio de 100 km mostró un total de 63 eventos de los cuales 24 de ellos alcanzaron la categoría huracán, donde 1 evento fue CAT 5 (Gilbert 1988), 4 eventos fueron CAT 4 (Wilma 2005, Charlie 1951, Emily 2005, Sin nombre 1933), 3 eventos fueron CAT 3, 16 eventos CAT 2 y 4 eventos CAT 1.



Figura 4.24. Trayectoria de las tormentas y huracanes que han pasado en un radio no mayor de 100 km a la redonda del sitio de estudio desde 1960.

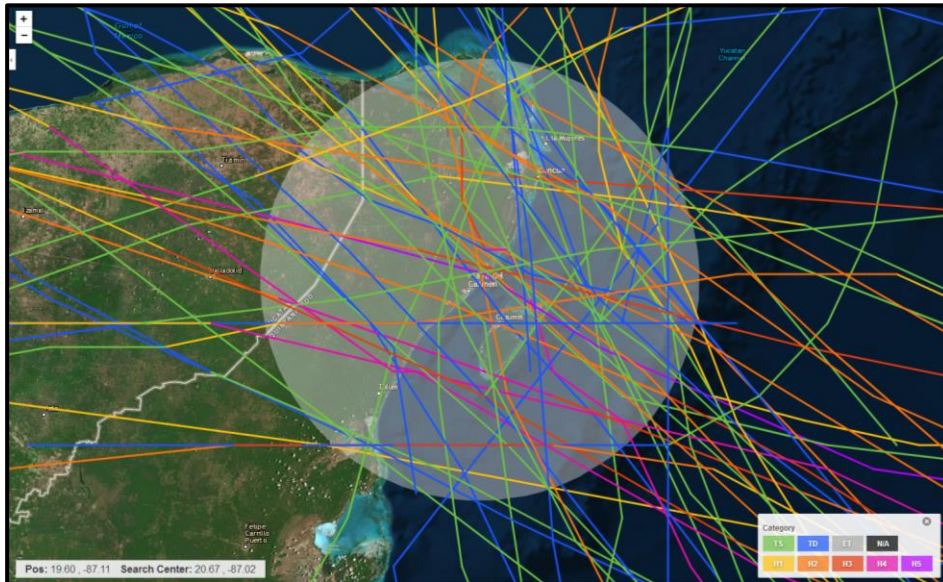
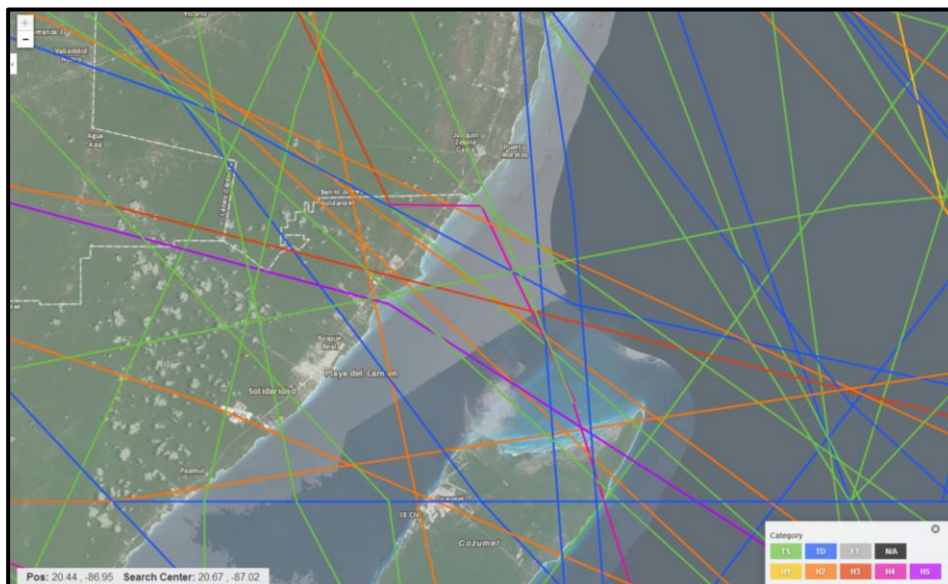
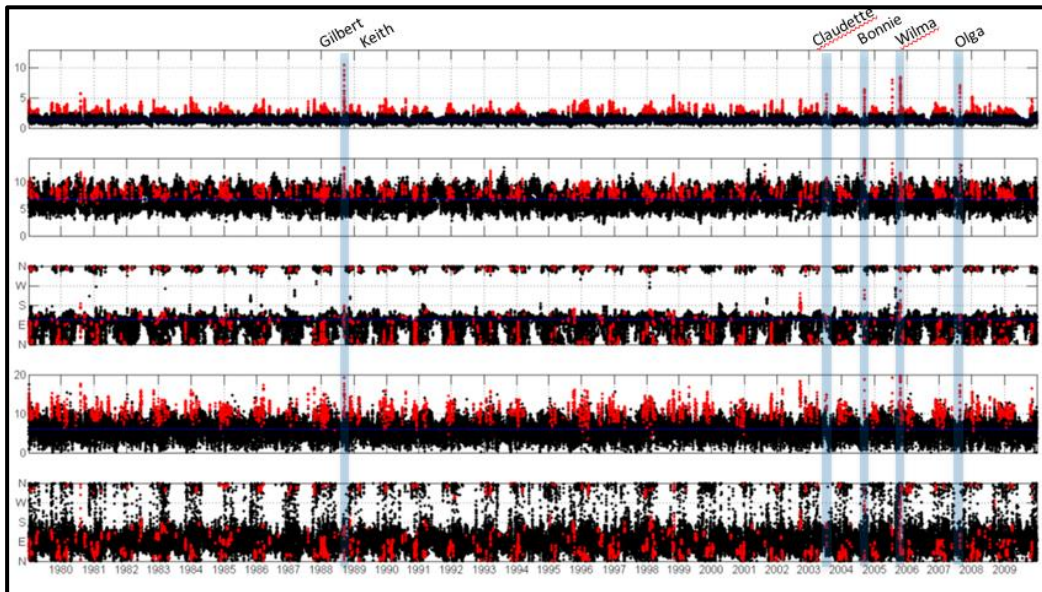


Figura 4.25. Acercamiento de la trayectoria de huracanes que han pasado a un radio no mayor de 100 km a la redonda del sitio de estudio desde 1960 a la fecha.



Utilizando la base de datos de análisis del modelo de propagación de oleaje *Wavewatch III* de la NOAA con nodo  $21^{\circ}$  N y  $86^{\circ}$  W ubicada a aproximadamente 95 km mar adentro del Proyecto (Figura 4.26), se procedió a realizar una búsqueda del oleaje generado por los eventos de huracanes listados en la tabla anterior.

Figura 4.26. Altura, periodo y dirección de ola y dirección y magnitud de viento (datos provenientes de la estación 21° N, 86° W del modelo WW III).



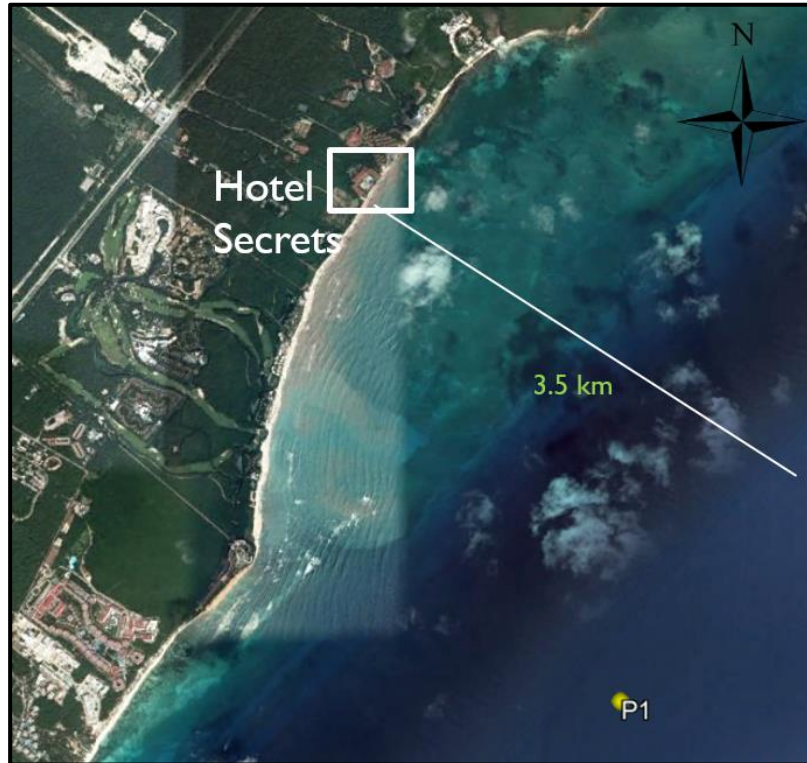
Entre los eventos más sobresalientes está el huracán Gilberto y Wilma. Tanto el huracán Gilberto como el huracán Wilma (R. Silva Casarin, I. Mariño Tapia, C. Enriquez Ortiz, E. Mendoza Baldwin, E. Escalante Mancera y F. Ruiz Rentería 2006), reportaron vientos de 82.3 m/s con presiones de 888 y 882 mb respectivamente. Aunque la presión más baja la reportó Wilma, la base de datos de la estación de oleaje de la NOAA reportó que el huracán Gilberto logró generar olas de 10.4 m de alturas mientras que Wilma solamente reportó olas de 9.5 m de altura (seguramente debido a las distancias entre huracán y estación de monitoreo). A pesar de esto y hasta el momento Wilma es el huracán que ha reportado los peores daños, pues el ojo del huracán, permaneció varias horas sobre la costa de Quintana Roo causando destrucción sobre los frentes de playa y la zona hotelera de Cancún.

Además, las pocas estaciones meteorológicas que lograron recabar datos, reportaron una acumulación de 1.07 m de agua por precipitación (Silva Casarín, y otros, 2012), acumulación que se registra en un año de eventos.

#### 4.3.1.7.4.3. Condiciones océano climatológicas

Se analizaron las condiciones de oleaje y nivel del mar que con frecuencia alcanzan el área y, por tanto, pueden afectar la región que engloba la zona de Proyecto. El oleaje se analizó a partir de la base de datos de la NOAA, modelo *Wavewatch III* (<ftp://polar.ncep.noaa.gov/pub/history/waves/>) de un punto disponible (punto P1) frente al área de estudio en coordenadas 87.16°W 20.5°N, a una distancia aproximada de 3.5 km de la línea de costa y profundidad superior a 50 m (Figura 4.27).

Figura 4.27. Ubicación de la base de datos de *Wavewatch III*.



#### 4.3.1.7.4.3.1. Oleaje

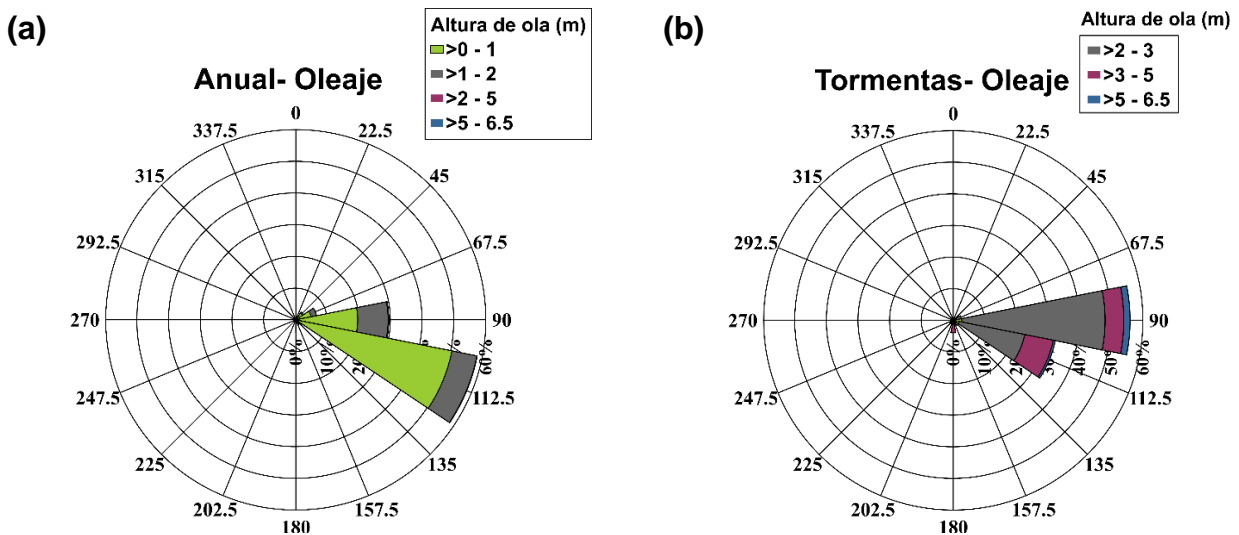
En total, se determinaron 10 escenarios de oleaje que pueden representar las características del oleaje por su frecuencia de ocurrencia. Estos son definidos por los parámetros de altura de ola (H), periodo de oleaje (T), dirección de procedencia del oleaje y sobreelevación del nivel del mar por marea de tormenta (Tabla 4.5). Para el análisis de la respuesta futura de la playa una vez implementadas las medidas de protección, se consideró una condición adicional desfavorable que contempla la sobreelevación del nivel del mar, estimada por el fenómeno de cambio climático (*huracán + escenario cambio climático* en Tabla 4.5).

Tabla 4.5. Parámetros del oleaje que definen los escenarios de simulación.

Escenario de simulación	Altura de ola H (m)	Periodo de oleaje T (s)	Dirección de procedencia del oleaje	Sobreelevación del nivel del mar (m)
Calma o no tormenta	1	6	E	0
		8		
		6		
		8		
Tormentas	2	8	ENE (Norte)	0
			E (Tormenta del Este)	0
			ESE (Surada)	0
			SE (Surada)	0
Huracán	4	12	ESE	0.5
Huracán + escenario cambio climático	4	12	ESE	1.5

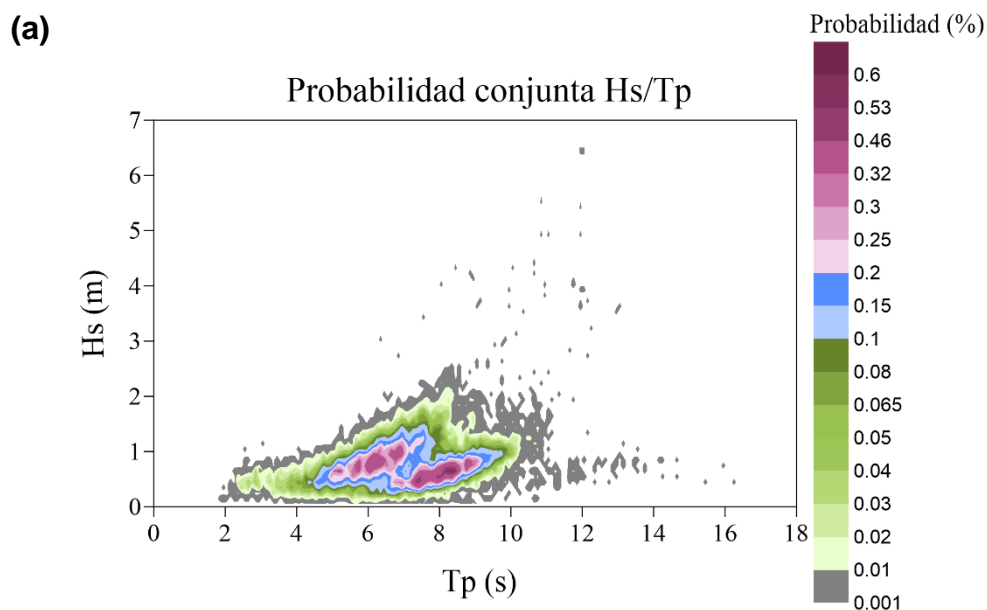
En la Figura 4.28 se representan las rosas de oleaje, las cuales muestran la predominancia en el año de una altura de ola significativa inferior a 2 m (conocido como oleaje en calma o 'no tormenta'), de direcciones este y este-sureste (Figura 4.28 a). En cuanto a las tormentas, las rosas de oleaje permiten observar la predominancia de olas en direcciones este y este-sureste (Figura 4.28 b).

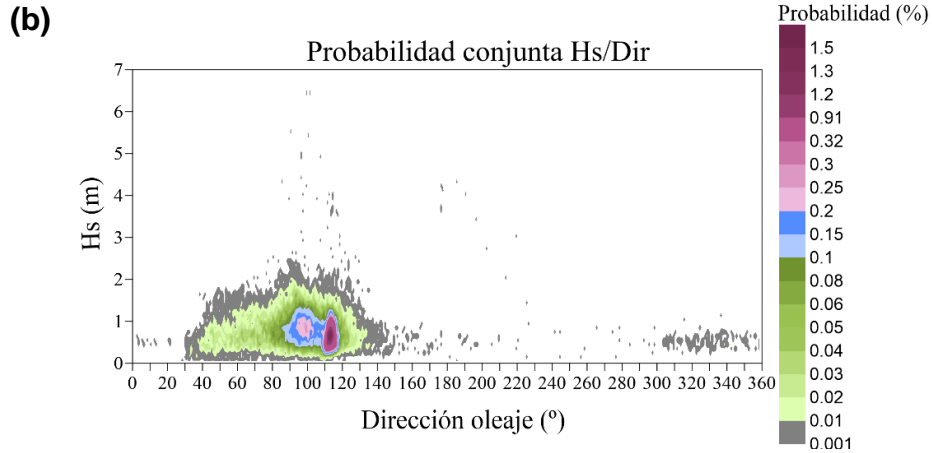
Figura 4.28. Rosas de oleaje: (a) Anual (condiciones de calma y tormenta); (b) condiciones de tormenta.



El análisis de probabilidad conjunta de los parámetros del oleaje (altura de ola, periodo y dirección), representados en la Figura 4.29, permiten establecer la combinación de parámetros que con mayor frecuencia se presentan en la región.

Figura 4.29. Probabilidad conjunta de altura de ola (Hs), periodo de oleaje (Tp) y dirección del oleaje (Dir): (a) Probabilidad conjunta Hs/Tp; (b) probabilidad conjunta Hs/Dir.

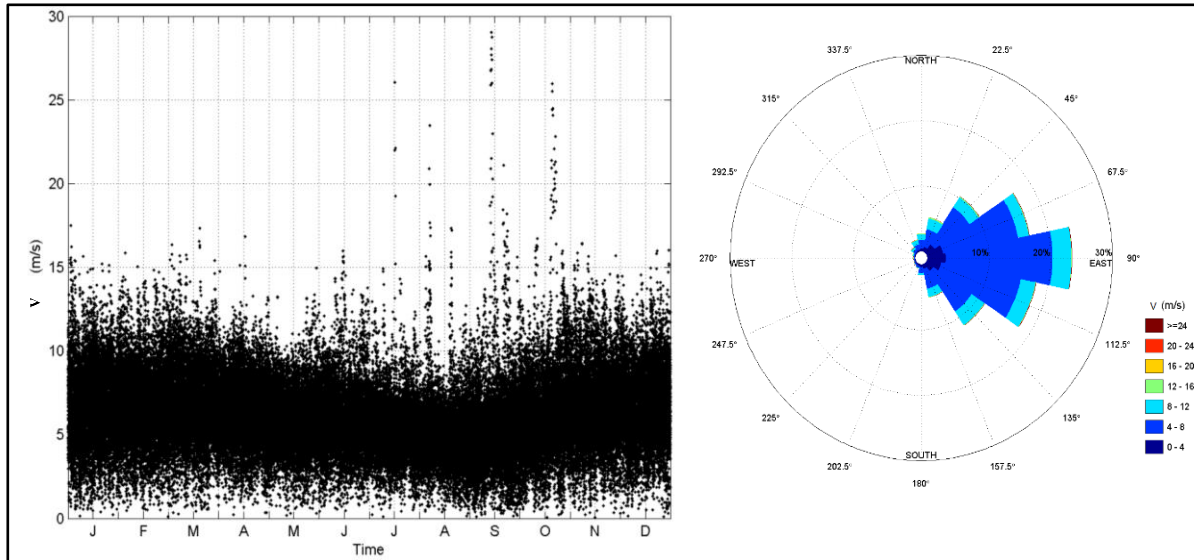




#### 4.3.1.7.4.3.2. Viento

El viento en aguas abiertas fue variable con direcciones preferentes del este, noreste y sureste con velocidades promedio de 6.16 m/s sin embargo, durante los meses de agosto a octubre se presentaron vientos máximos de hasta 30 m/s atribuidos a paso de tormentas tropicales. Al igual que el oleaje, durante los meses de octubre a marzo se presentaron eventos esporádicos de viento proveniente del norte con velocidades más intensas de lo normal (eventos denominados Nortés). Si además consideramos que el viento extremo es todo aquel viento que excede 2 veces la desviación estándar más el promedio de la velocidad (10.54 m), encontramos que solo el 3% de los datos se consideran viento de tormenta.

Figura 4.30. Distribución anual de altura significativa (panel izquierdo y rosa de vientos (panel derecho)).



4.3.1.7.4.4. Periodos de retorno de 50 y 100 años

Una vez caracterizada la zona se calculó el periodo de retorno de la altura significativa del oleaje mediante un ajuste de máximos anuales GEV. La distribución de valores extremos generalizada (GEV) descrita por Coles (2001), se representa por la siguiente ecuación.

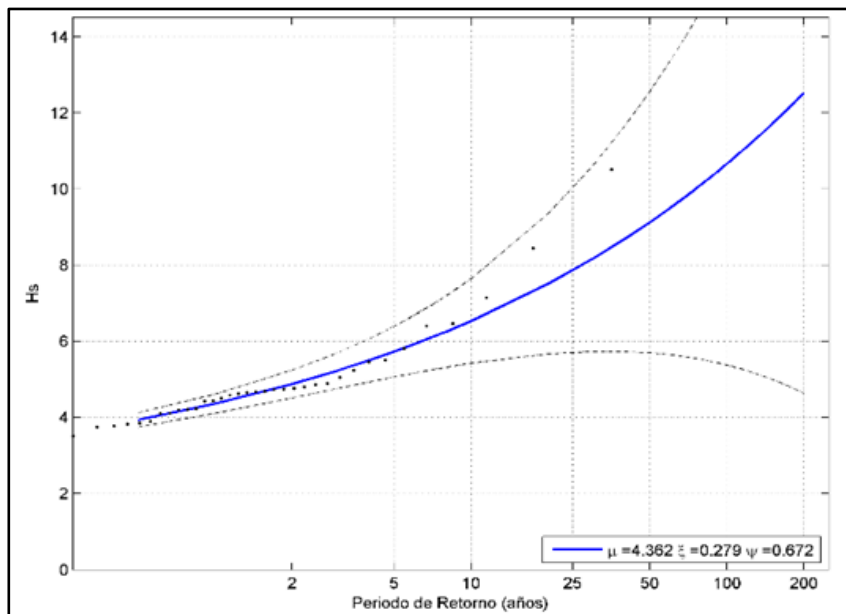
Donde  $\mu$  es el parámetro de ubicación,  $\sigma$  es el parámetro de escala,  $\xi$  es el parámetro de forma y  $z$  la muestra.

Al aplicar la GEV a las series de datos, se estimó la posibilidad de que cada 25, 50 y 100 años se produzcan tormentas capaces de generar oleajes de 10, 12.5 y 15 m de altura respectivamente sobre aguas profundas.

Tabla 4.6. Altura respectiva a los años.

Periodo de retorno (años)	Hs (m)
5	6.8
10	7.6
25	10.0
50	12.3
100	15.0

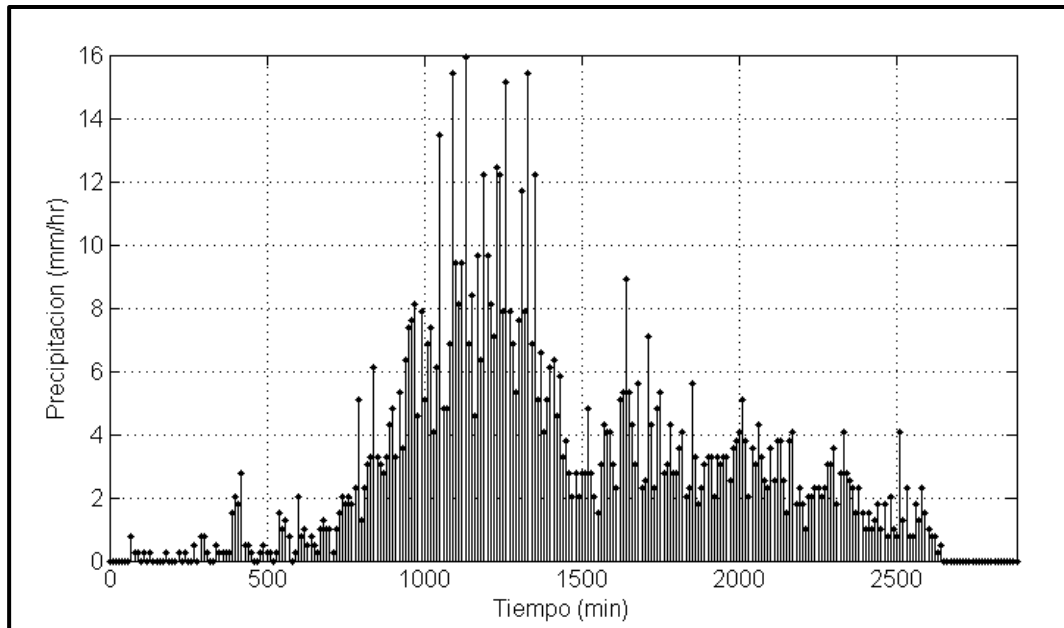
Figura 4.31. Periodo de retorno de altura de ola mediante ajuste por máximos anuales.



#### 4.3.1.7.4.5. Precipitaciones

Para tener un estimado del tirante de agua que puede llegar a acumular la lluvia en condiciones extremas, se evaluaron series temporales de precipitación de las estaciones meteorológicas automáticas (EMAS) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Se utilizó el registro de 20 años de precipitación con datos espaciados a cada 10 minutos desde 1990 a 2010 de la estación meteorológica del Aeropuerto de la ciudad de Cancún para generar un análisis de lluvia.

Figura 4.32. Precipitación extrema producida por el huracán Wilma 2005.

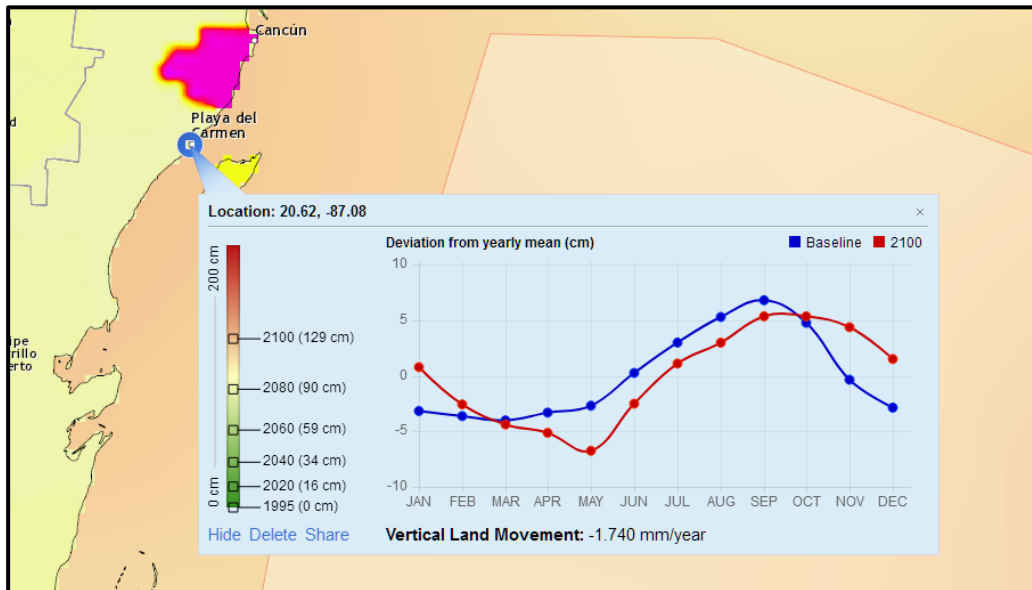


Los datos indicaron una acumulación anual promedio de 1071 mm una intensidad de lluvia normal de hasta 70 mm/hr e intensidad extraordinaria de 111 mm/hr en un periodo corto de 2 horas, sin embargo, durante el paso del huracán Wilma se registró una acumulación de más de 1070 mm en un lapso de 2 días. Es decir, durante el paso del huracán Wilma llovió lo que comúnmente llueve en un año.

#### 4.3.1.7.5. Cambio climático

Tal como su nombre lo indica, el cambio climático es una alteración en la variabilidad natural del clima ocasionado por las actividades antropogénicas. Como respuesta al cambio acelerado del clima, se esperan alteraciones globales sobre todos los ecosistemas; veranos más cálidos, eventos extremos más frecuentes y de mayor intensidad; y un aumento sobre el nivel del mar ocasionando la pérdida de terrenos cerca de la zona costera. Si bien no es posible frenar el cambio climático, diversos países han redoblado esfuerzos y han desarrollado sus propios modelos para predecir escenarios a futuro y poder adaptarse a tales eventos.

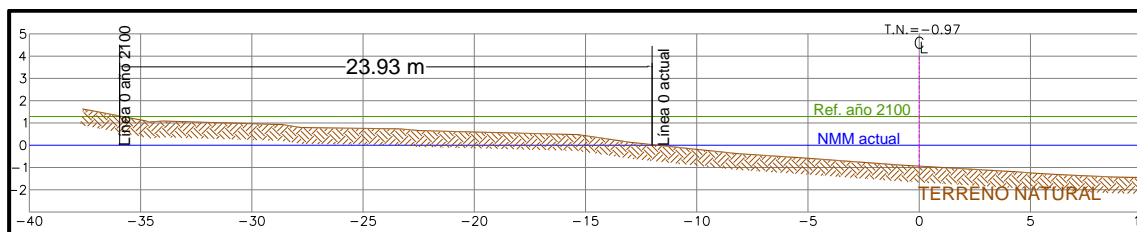
Figura 4.33. Incremento del nivel del mar debido al cambio climático y movimiento de placas tectónicas (referencia [www.climsystems.com](http://www.climsystems.com)).



Una de las compañías privadas en evaluar el riesgo y adaptación al cambio climático, CLIM Systems, ha desarrollado un modelo que proyecta el aumento del nivel del mar para el año 2,100 tomando como línea base el año de 1995. Esta proyección está basada en el reporte de la Quinta Asamblea de la IPPC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) y muestra los resultados de combinar 28 modelos generales de circulación global que consideran la emisión de gases por efecto invernadero, así como el movimiento de placas tectónicas sobre el plano vertical.

Para la región del Caribe, el modelo reporta que para el año 2100, la zona de Playa del Carmen tendrá un incremento del nivel del mar de 1.27 m de altura con respecto al año de 1995 (Figura 4.34). Aunque 1.27 m pareciera poco, debido al bajo relieve de la zona, esta distancia en la vertical en varios sitios se ha traducido en la pérdida parcial de propiedad. En la Figura 4.34, hemos referenciado el nivel del mar actual (línea azul) y el nivel del mar estimado para el año 2100 (línea roja) con respecto al año 1995, 1.27 m más con respecto al nivel actual, en donde se puede observar que el nivel del agua alcanza cierto nivel del terreno actual del Proyecto.

Figura 4.34. Nivel del espejo de agua (nmm) y aumento del nivel del agua (+1.29) esperado para e año 2100 (nmm) sobre un perfil actual del Proyecto.



De acuerdo a la figura anterior, el decrecimiento de línea de costa en el año 2100 sería de 23.93 m de acuerdo a la topografía actual del perfil costero.



### 4.3.2. Aspectos Bióticos

En los siguientes apartados se describen los aspectos bióticos que interactúan en la zona del Proyecto, cabe señalar que las obras y actividades que el Proyecto llevará a cabo en la porción terrestre del SAR, serán realizadas en áreas que registran vegetación inducida o sin vegetación, por tal motivo no se realiza la descripción de la vegetación terrestre y únicamente se caracteriza la vegetación acuática en el ambiente marino. De igual manera, de acuerdo a información documental consultada en *OBIS-SEAMAP*<sup>1</sup>, no se cuenta con registro de anidación de tortugas marinas en la playa, relacionado muy posiblemente con el grado de erosión que presenta, al no ofrecer las condiciones ideales como hábitat para la anidación de tortugas marinas.

A continuación, se presentan los principales resultados del estudio de caracterización ambiental marina que se realizó para conocer la condición del SAR y del área marina en alcance del Proyecto, y que constituye la información de base para la presentación de la manifestación de impacto ambiental y como información de referencia y comparación para posteriores estudios en caso de que resulte autorizado el presente Proyecto. El informe en extenso puede consultarse en el Anexo 4.3 a y b que acompaña a este capítulo.

#### 4.3.2.1. Sistema Ambiental Regional Marino

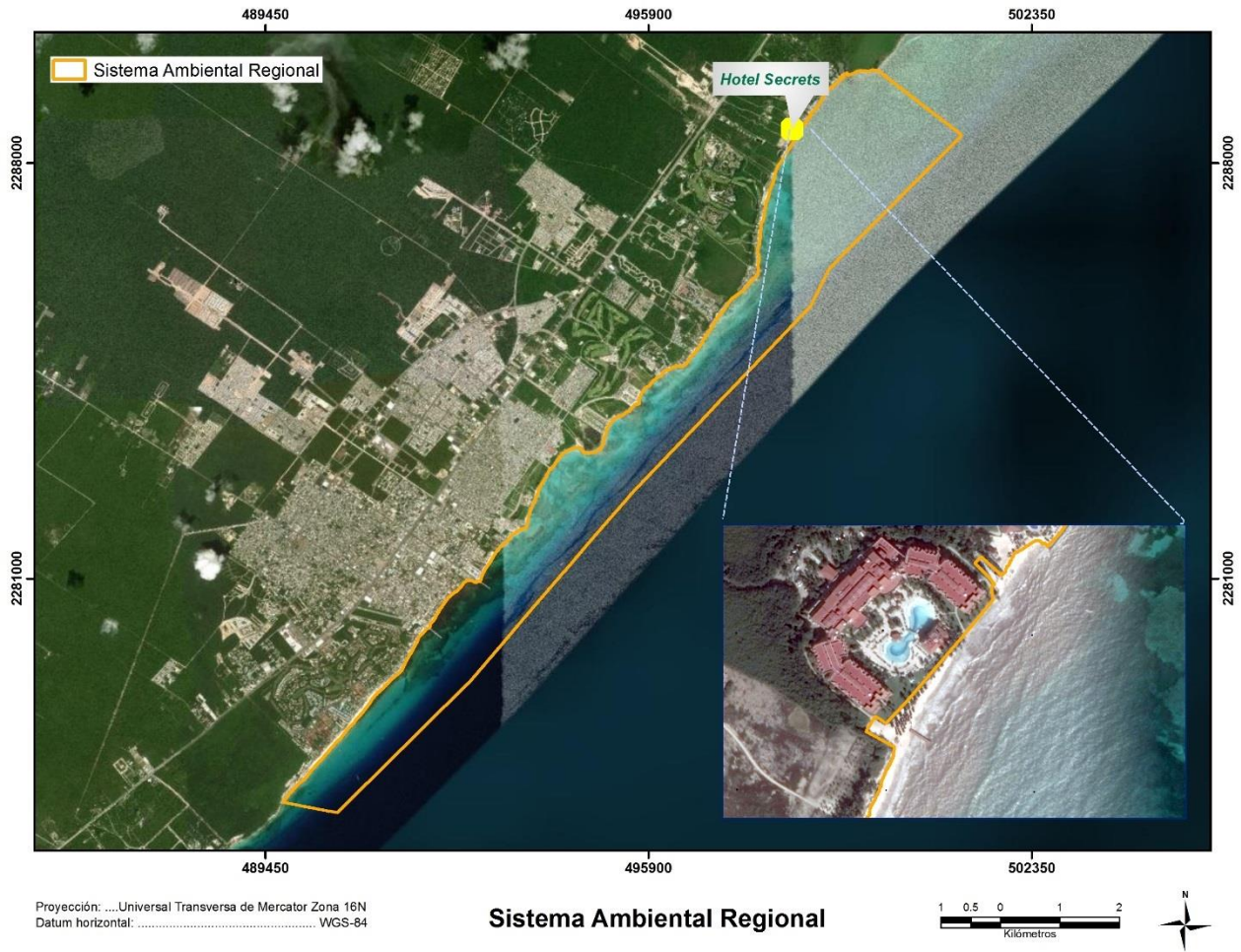
Durante los días 18, 19, 25 y 26 de agosto y 01, 02, 08, 09, 15 y 16 de septiembre de 2018 se realizó la caracterización del ambiente marino del sistema ambiental regional (SAR). El estudio permitió conocer la estructura del sistema, la descripción de los ambientes que lo integran, el grado de integridad ecológica, las características geomorfológicas y tipo de biota marina presente.

El polígono del SAR cuenta en su parte marina con una superficie de 1899.66 hectáreas y abarca una distancia lineal de 15.7 km de frente de playa (Figura 4.35).

---

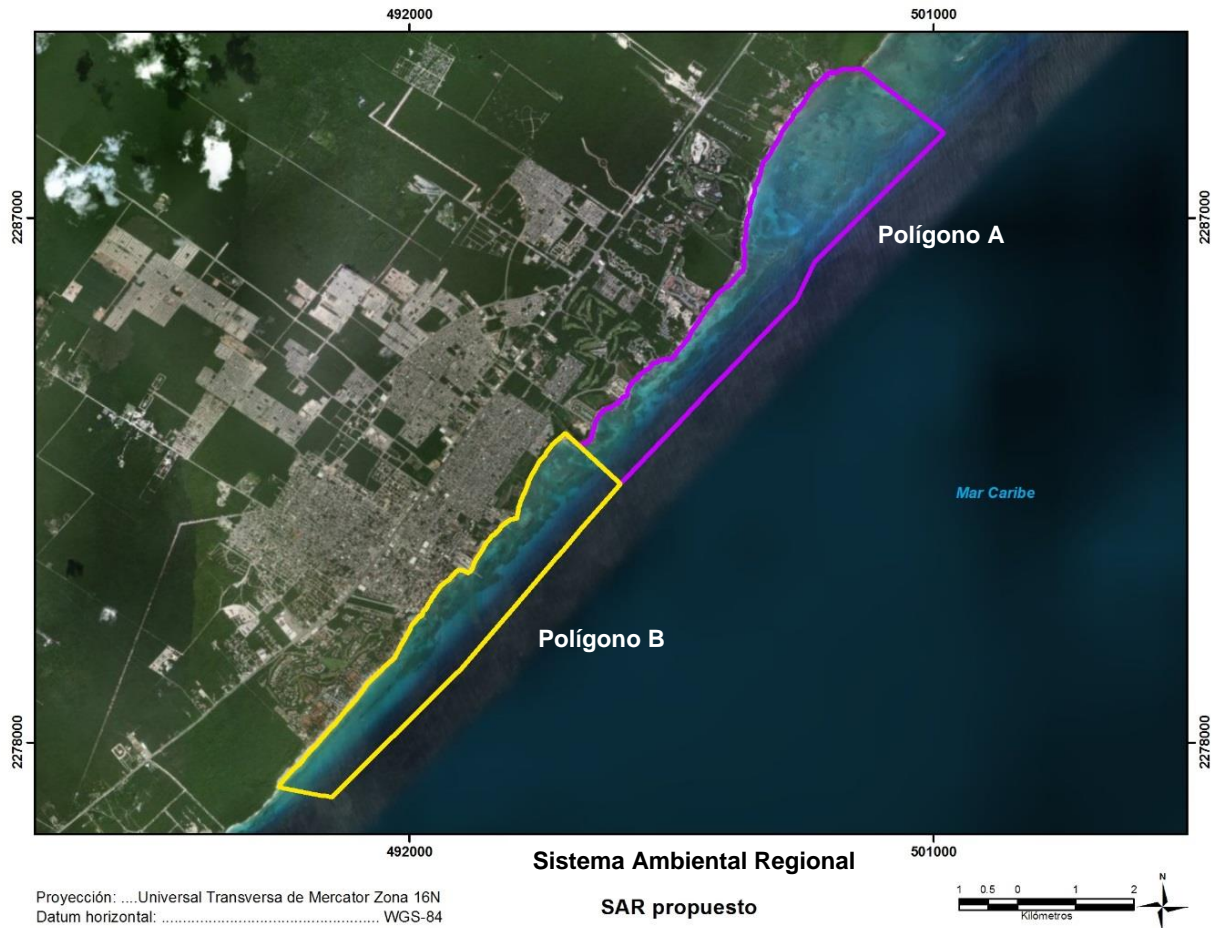
<sup>1</sup> El Sistema de Información Biogeográfica del Océano y Análisis Ecológico Espacial de Poblaciones de Megavertebrados (*OBI SEAMAP*), es una base de datos en línea con referencia espacial, que agrega datos de observación de mamíferos marinos, aves marinas, tortugas marinas, rayas y tiburones de todo el mundo. <http://seamap.env.duke.edu/>.

Figura 4.35. Sistema ambiental regional.



El SAR para efectos del estudio de caracterización ambiental fue dividido en 2 polígono denominados A (porción norte) y B (porción sur), siendo el primero donde se desarrollarán las obras y actividades relacionadas con la construcción de la infraestructura de protección costera (rompeolas) y el depósito de arena en la franja costera; y el segundo donde se realizará la extracción de arena en el banco marino (Figura 4.36).

Figura 4.36. Sistema ambiental regional, secciones A y B.



El estudio contempló el análisis de los datos obtenidos para un total de 92 transectos de muestreo en todo el SAR: 62 para el polígono A y 30 para el polígono B. Adicionalmente los días 17 y 18 de noviembre de 2018, se realizó un muestreo para caracterizar la biota conspicua y la infauna presente en los bancos de arena identificados propicios para extracción de sedimentos. El área de estudio factible para la extracción de arena constó de ocho polígonos, sus coordenadas y ubicación se presentan en la Figura 4.37 y Tabla 4.7.

Figura 4.37. Polígonos de los potenciales bancos de arena identificados como posibles sitios de extracción de sedimento (línea amarilla). Los puntos rosas señalan los sitios donde se llevaron a cabo los transectos para el muestreo de biota conspicua.

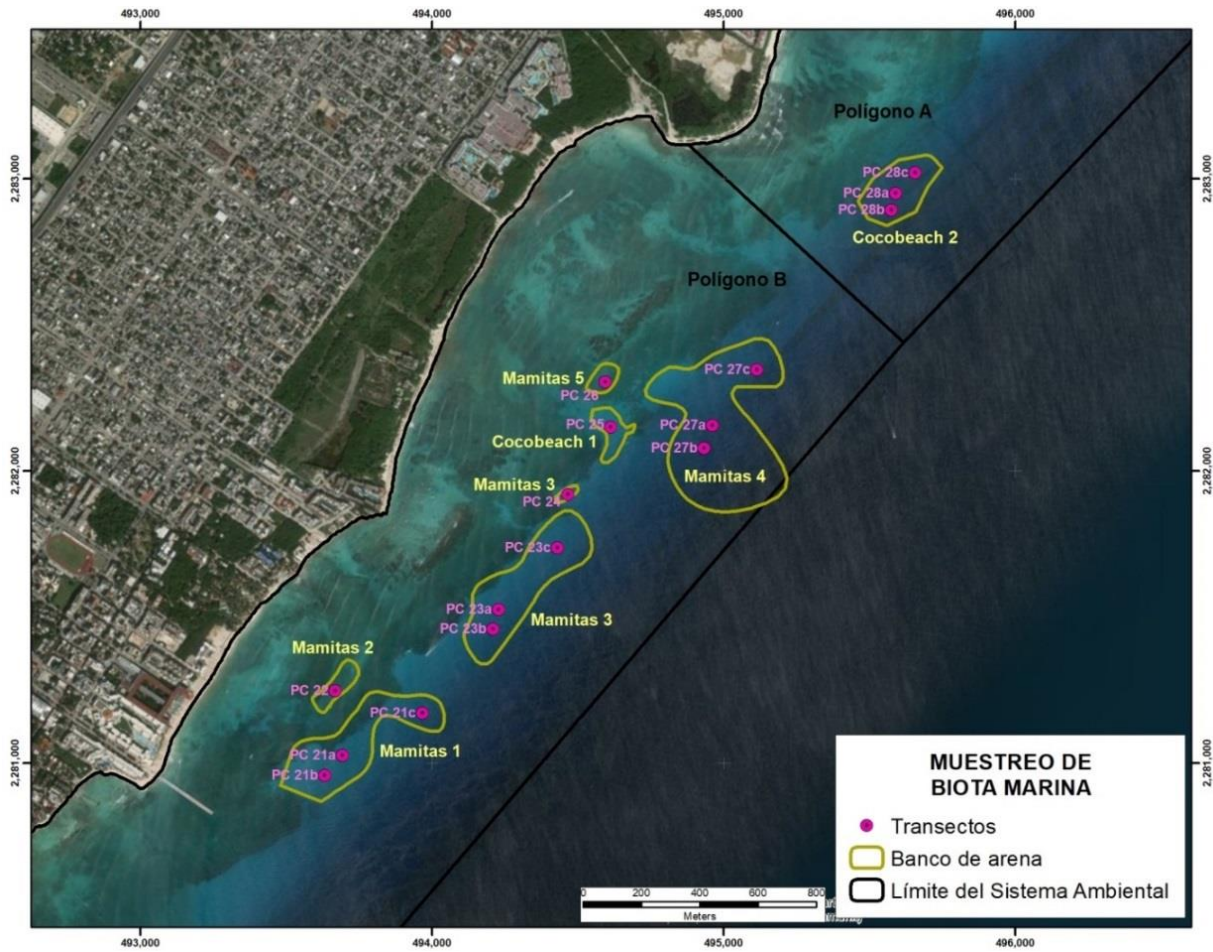


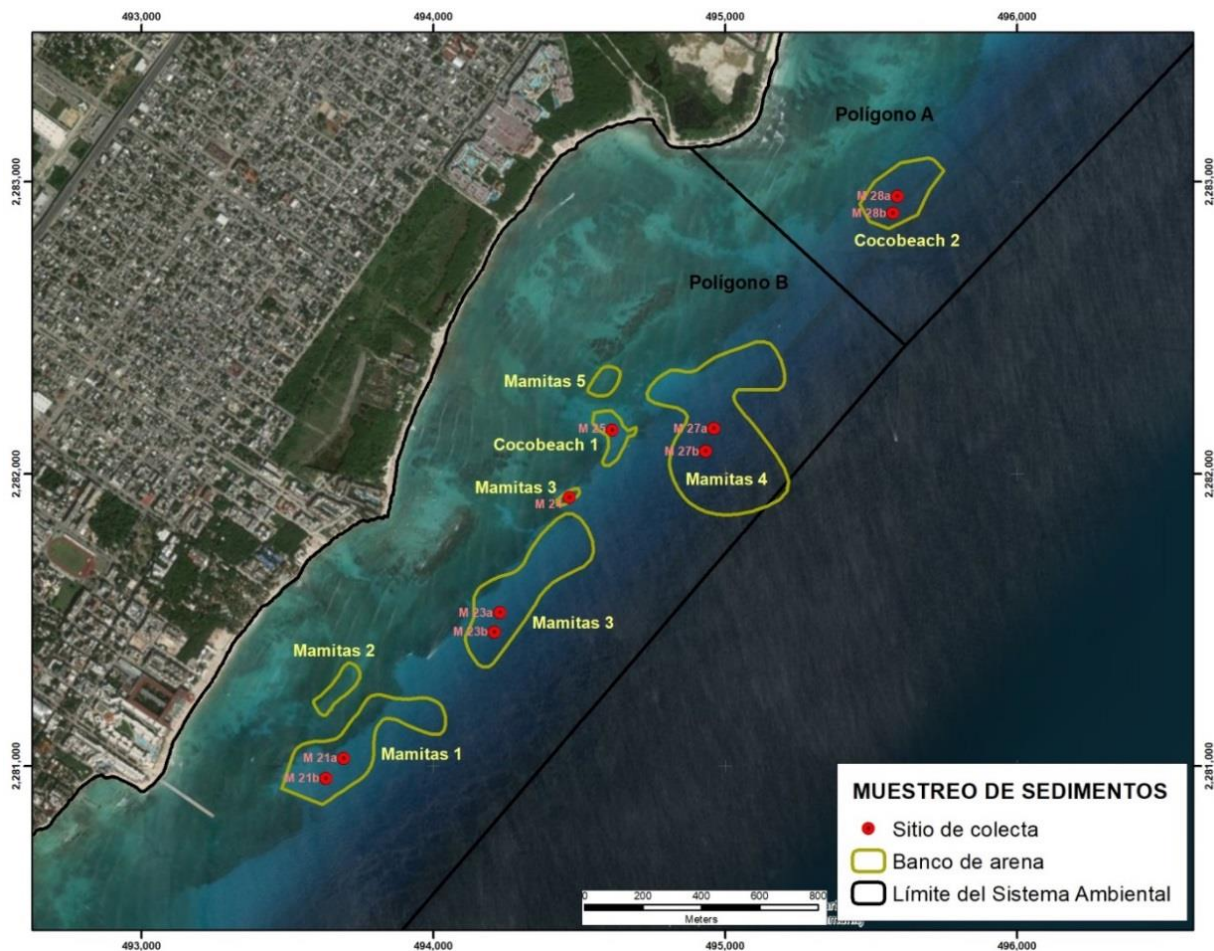
Tabla 4.7. Referencia geográfica de los transectos de muestreo para caracterizar la biota, ictiofauna e infauna presente en los bancos de arena.

Banco	Transecto	X_COORD	Y_COORD
Mamitas 1	PC 21a	493,694.00	2,281,026.00
	PC 21b	493,632.00	2,280,957.00
	PC 21c	493,967.00	2,281,170.00
Mamitas 2	PC 22	493,669.00	2,281,247.00
Mamitas 3	PC 23a	494,228.00	2,281,524.00
	PC 23b	494,209.00	2,281,458.00
	PC 23c	494,431.00	2,281,736.00
Mamitas 3 somero	PC 24	494,466.00	2,281,919.00
Cocobeach 1	PC 25	494,614.00	2,282,149.00
Mamitas 5	PC 26	494,594.00	2,282,304.00
Mamitas 4	PC 27a	494,962.00	2,282,155.00

Banco	Transecto	X_COORD	Y_COORD
	PC 27b	494,934.00	2,282,077.00
	PC 27c	495,115.00	2,282,346.00
	PC 28a	495,591.00	2,282,950.00
<b>Cocobeach 2</b>	PC 28b	495,575.00	2,282,892.00
	PC 28c	495,657.00	2,283,020.00

De manera complementaria se llevó a cabo una colecta de sedimentos para el análisis de infauna, en 10 sitios dentro de los bancos de arena, su ubicación y referencia geográfica se presentan en la Figura 4.38 y Tabla 4. 8.

**Figura 4.38. Polígonos de los bancos de arena identificados como sitios potenciales para la extracción de sedimento (línea amarilla). Los puntos rojos muestran los sitios donde se llevó a cabo la colecta de sedimentos para muestreo de infauna.**



**Tabla 4. 8. Referencia geográfica de los sitios de colecta de sedimentos para caracterizar la infauna presente en los bancos de arena.**

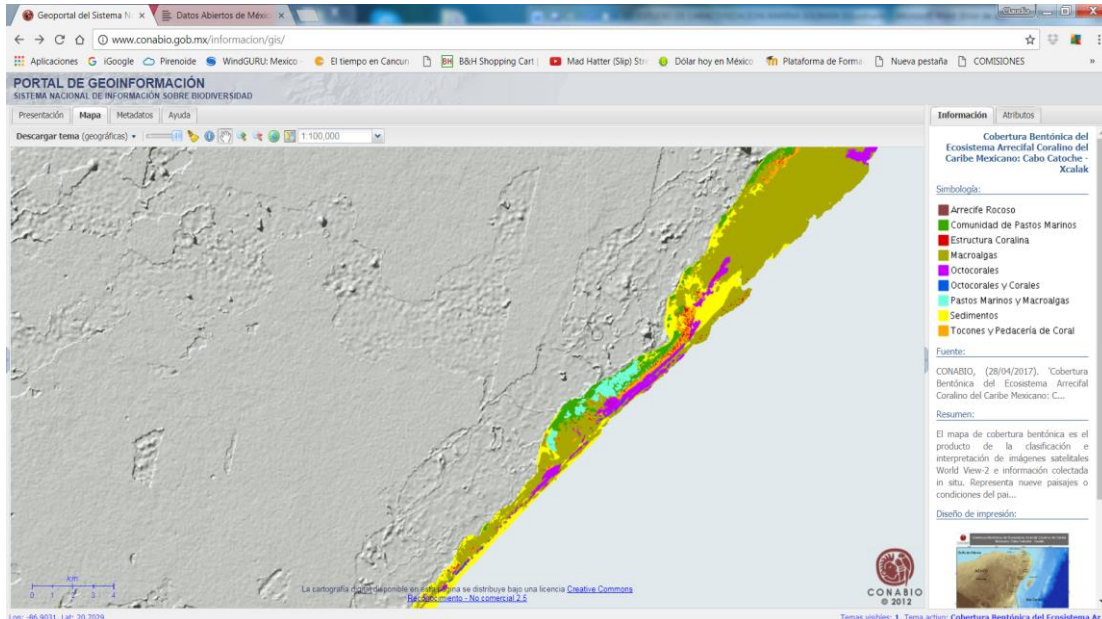
Banco	Sitio de colecta	X_COORD	Y_COORD
<b>Mamitas 1</b>	M 21a	493,694.00	2,281,026.00
	M 21b	493,632.00	2,280,957.00
<b>Mamitas 3</b>	M 23a	494,228.00	2,281,524.00
	M 23b	494,209.00	2,281,458.00
<b>Mamitas 3 somero</b>	M 24	494,466.00	2,281,919.00
<b>Cocobeach 1</b>	M 25	494,614.00	2,282,149.00
<b>Mamitas 4</b>	M 27a	494,962.00	2,282,155.00
	M 27b	494,934.00	2,282,077.00
<b>Cocobeach 2</b>	M 28a	495,591.00	2,282,950.00
	M 28b	495,575.00	2,282,892.00

#### 4.3.2.2. Metodología

##### 4.3.2.2.1. Ambientes marinos

Para definir los principales tipos de ambientes reconocidos en el área de estudio, se realizó un análisis de fotografía aérea y del mapa de cobertura bentónica del ecosistema arrecifal coralino del Caribe Mexicano, publicado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (Figura 4.39). Este mapa de cobertura bentónica es el producto de la clasificación e interpretación de imágenes satelitales *World View-2* e información colectada in situ. Representa nueve paisajes o condiciones del paisaje arrecifal. Los paisajes se caracterizan por la cobertura del bentos, arreglo tridimensional del relieve y zona del arrecife, a partir de la línea de costa hasta los 20 m de profundidad (CONABIO, 2017). A partir de esta información se realizó una prospección subacuática, para verificar el tipo de sustrato y comunidad bentónica dominantes, estableciendo puntos referenciados geográficamente. Para el registro del patrón de zonación y delimitación de las subzonas identificadas, se realizaron recorridos mediante arrastre de buceo libre; para la toma de datos de profundidad, tipo de ambiente, comunidad bentónica dominante y listado de especies de los principales grupos taxonómicos, se realizaron muestreos en sitios puntuales en toda el área de estudio.

Figura 4.39. Mapa de cobertura bentónica del ecosistema arrecifal coralino en el portal de la CONABIO<sup>2</sup>.



#### 4.3.2.2.2. Análisis de comunidad

Para el análisis de las comunidades de biota marina se determinaron los siguientes atributos: Composición específica, riqueza, abundancia, diversidad y distribución. Los principales grupos taxonómicos analizados fueron: escleractínios (corales duros), gorgonáceos (corales blandos), ictiofauna (peces), vegetación marina (macroalgas y pastos marinos) e invertebrados (anélidos, anémonas, coralimorfos, crustáceos, equinodermos, esponjas, moluscos y zoántidos).

El registro de la información se llevó a cabo siguiendo los métodos convencionales con los que se han caracterizado los arrecifes del Caribe Mexicano (Gutiérrez, et al., 1993b, 1995; Lara, et al, 1994a, 1994b, Padilla, et al, 1994), empleando transectos de cadena de 20 m de longitud (sensu Loya, 1972) (Figura 4.40), como referencia para estimar la composición específica, distribución, abundancia y diversidad de los taxa de organismos arrecifales, de acuerdo a los siguientes criterios (Tabla 4. 9).

<sup>2</sup> Fuente :

[http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/coberturagw.xml?\\_httpcache=yes&\\_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc\\_html.xsl&\\_indent=no](http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/coberturagw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no).

Figura 4.40. Muestreo mediante uso de cuadrantes y transectos.

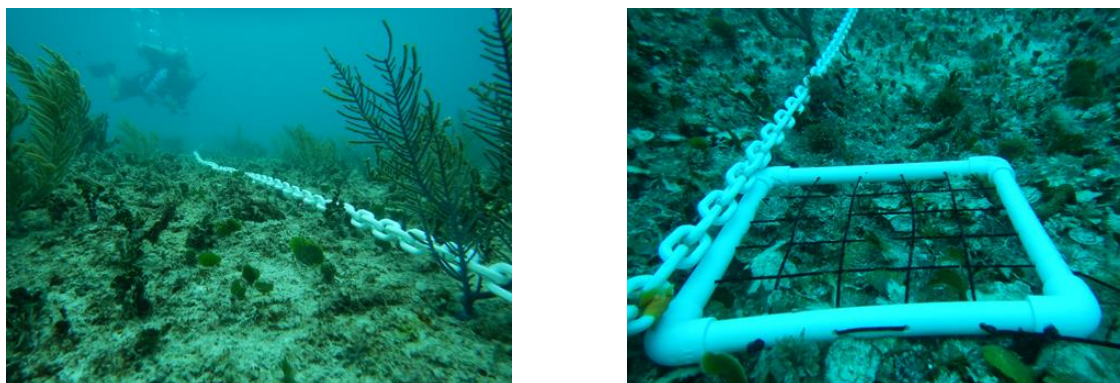


Tabla 4. 9. Técnicas de muestreo por grupo taxonómico para la caracterización de la biota marina en el área de estudio.

Grupo taxonómico	Técnica de muestreo
Escleractinios (corales duros)	Se estimó el tamaño de las colonias que se encontraron debajo del transecto, y se registró la especie y su condición de salud.
Gorgonáceos (corales blandos)	Se registró el número de individuos por especie observados a 1 m de distancia por cada lado del transecto, registrando también la categoría de edad de cada individuo.
Ictiofauna (peces)	Se registró el número de individuos por especie observados a 1 m de distancia por cada lado del transecto, registrando también la talla de cada individuo.
Vegetación marina (pastos marinos y algas)	Se colocaron cuadrantes de 25 cm <sup>2</sup> divididos en cuadros de 5x5 cm, a cada 5 m a lo largo del transecto. Se registró la cobertura a partir del número de cuadros de 5x5 cm ocupados por cada especie.
Invertebrados marinos (anélidos, anémonas, coralimorfos, crustáceos, equinodermos, esponjas, moluscos y zoántidos)	Se registró el número de individuos por especie observados a 1 m de distancia por cada lado del transecto.

La identidad taxonómica de los organismos registrados durante el muestreo se determinó *in situ*. Para los escleractinios se utilizaron las claves y guías de campo Smith (1972), Greenberg y Greenberg (1977), Castañares y Soto (1982), Zlatarsky y Martínez (1982), Colin (1988) y Humann (1993a). Para gorgonáceos las claves de Cairns (1977), Bayer (1961), Bayer, et al. (1983) y Humann (1993a). Para algas se usó la clave visual de Littler et al. (1989) y la de Humman (1993a). Para peces se emplearon las claves de Chaplin (1972), Greenberg y Greenberg (1977) y Stokes (1984).

Adicionalmente se hicieron mediciones para estimar el tamaño de los organismos y se hicieron anotaciones respecto a la condición que guardan, para detectar mortalidad o algún otro tipo de daño, así como de la morfología de las colonias.

#### 4.3.2.2.3. Análisis de la comunidad en los bancos de arena

El análisis de las comunidades de biota marina en los bancos de arena se realizó mediante la determinación de la composición específica, distribución y abundancia de cuatro elementos bióticos principales: a) biota béntica: anémonas, equinodermos, esponjas, moluscos y gorgonáceos, b) vegetación marina: macroalgas y pastos marinos, c) ictiofauna: peces y, d) infauna: anelida, sipuncula, cephalorhyncha, mollusca, equinodermata, crustácea.

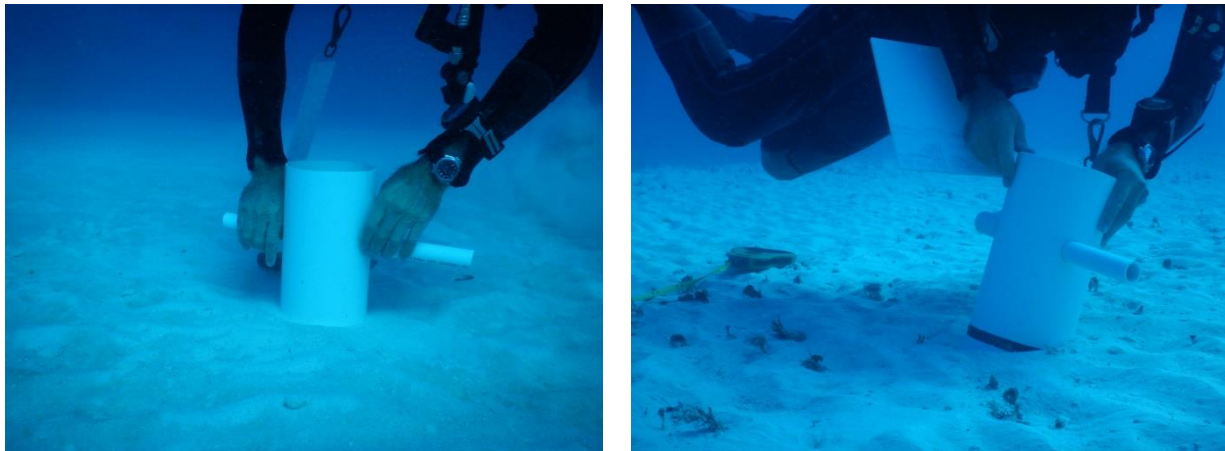


Para los muestreos de fauna bentónica e ictiofauna se emplearon las técnicas descritas en Gutiérrez, et al., 1993b, 1995; Lara, et al, 1994a, 1994b, 1994; y Padilla, et al, 1994), usando transectos de línea de 50 m de longitud (sensu Loya, 1972; modificado por Porter, 1972) como referencia para estimar la composición específica, distribución, abundancia y diversidad de los taxa de organismos estudiados. El método de muestreo se aplicó según el grupo taxonómico. Para la biota bentónica se registró el número de organismos por especie que se encontraron a 2 metros a cada lado del transecto, abarcando un área muestreada de 200 m<sup>2</sup> por transecto. Para los peces se registró el número de peces por especie que se observaron a lo largo del transecto y sobre la columna de agua. En el caso de la vegetación marina se utilizó un cuadrante de 25 x 25 cm dividido en 25 cuadros de 25 cm<sup>2</sup> cada uno y se contó el número de cuadros por especie para estimar la cobertura, teniendo una muestra de seis cuadrantes por cada transecto; cubriendo un área de 3,750 cm<sup>2</sup> en cada uno.

La identificación de especies se llevó a cabo in situ para la biota bentónica, vegetación marina e ictiofauna; y en el caso de la infauna se realizó en laboratorio posteriormente. La identificación de especies se apoyó con diferentes guías de campo (Colin, 1988; Greenberg y Greenberg, 1977; Humman, 1989; 1993; Jones y McCormick, 2002; Littler et al., 1989; Stokes, 1984; Zea, 1987).

En el estudio de la infauna se utilizó un nucleador de PVC, que fue sumergido en el sedimento para la toma de una muestra de aproximadamente 3,534 cm<sup>3</sup> (3.5 litros) de volumen de sedimento. Para cada transecto de muestreo fueron tomadas dos muestras (Figura 4.41).

**Figura 4.41. Toma de muestra de sedimento para el estudio de infauna.**



Cada muestra fue procesada en laboratorio mediante un sistema de resuspensión de sedimentos por flujo continuo de agua para separar la fauna de organismos intersticiales de la arena (Figura 4.42).

Figura 4.42. Sistema de filtración para colecta de invertebrados intersticiales de la infauna y muestras de sedimento obtenidas.



Los organismos recolectados fueron depositados en frascos de plástico, fijados con formol al 5%, y etiquetados; posteriormente fueron identificados y clasificados empleando un microscopio de disección (Figura 4.43).

Figura 4.43. Separación de organismos de la infauna y su posterior identificación y clasificación.



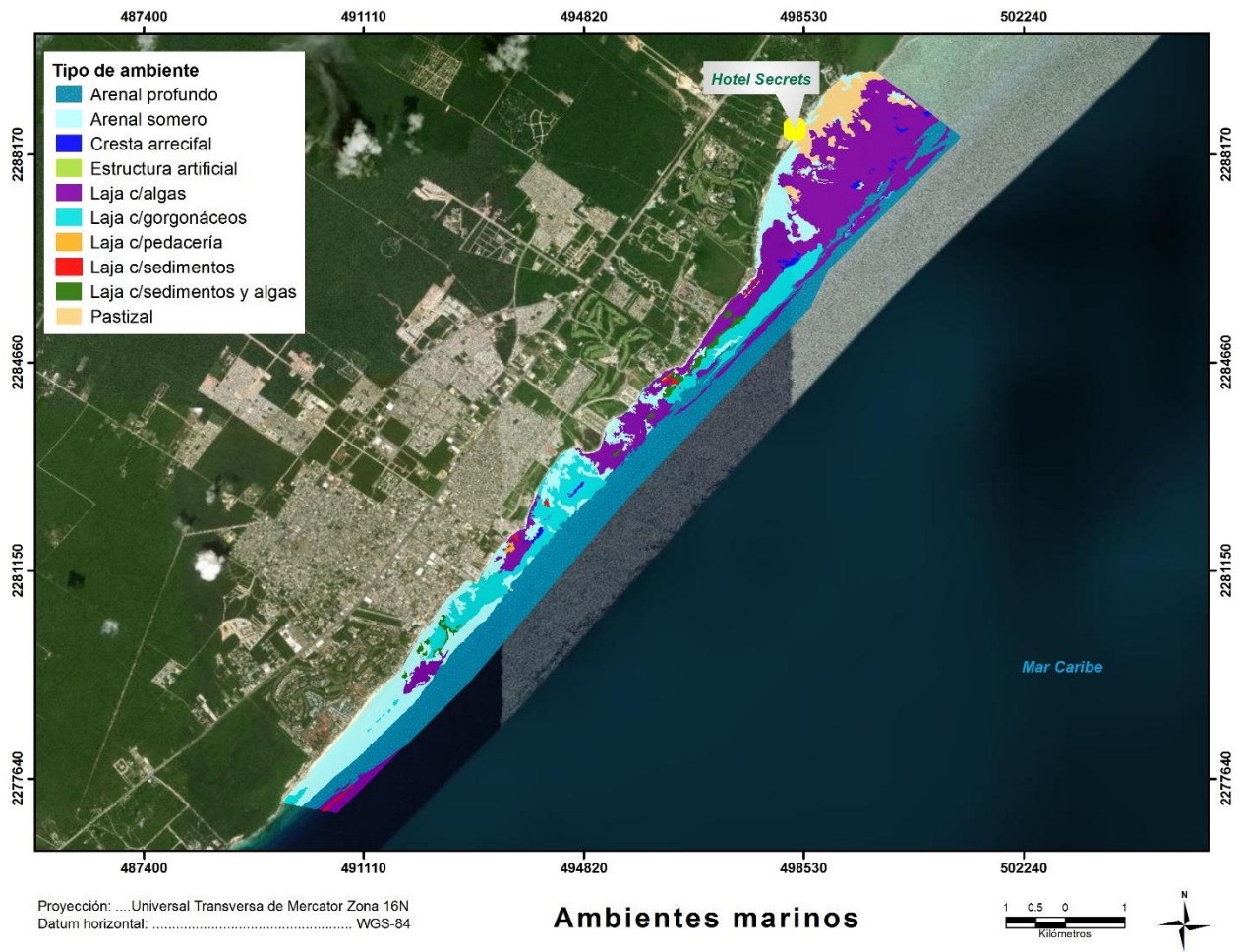
Los análisis que se llevaron a cabo para la caracterización de la biota fue la elaboración de listados de especies en donde se puede apreciar la composición de especies en cada uno de los sitios muestreados, con una estimación de abundancia relativa por sitio.

### 4.3.2.3. Resultados del SAR

#### 4.3.2.3.1. Ambientes marinos

Con la información recabada se realizó un mapa de ambientes para el SAR, con la intención de identificar posibles áreas con vegetación, y otros tipos de fondo diferentes a la arena. De acuerdo al tipo de sustrato, estructura geomorfológica, profundidad, relieve y la biota marina predominante, para el SAR se reconocieron 10 tipos de ambientes marinos (Figura 4.44 y Tabla 4. 10. Ambientes marinos del SAR). Estos ambientes están relacionados con el patrón de zonación arrecifal descrito para la zona de estudio ((Gutiérrez, et al., 1993b, 1995; Lara, et al, 1994a, 1994b, Padilla, et al, 1994).

Figura 4.44. Mapa de ambientes del SAR.



**Tabla 4. 10. Ambientes marinos del SAR**

Proyecto/Ambientes marinos	Sección A	Sección B	Total
	Superficie (m <sup>2</sup> )		
Arenal profundo	2682972.64	3377400.94	6060373.58
Arenal somero	978211.51	2057362.88	3035574.39
Cresta arrecifal	89301.08	61339.49	150640.57
Estructura artificial	4041.32	2481.72	6523.04
Laja c/algas	5504093.18	667496.88	6171590.06
Laja c/gorgonáceos	858661.62	1515863.28	2374524.9
Laja c/pedacera	836.58	15146.82	15983.4
Laja c/sedimentos	25238.67	32691.78	57930.45
Laja c/sedimentos y algas	178338.91	86831.22	265170.13
Pastizal	845115.99	13180.29	858296.28
<b>Total</b>	<b>11166811.50</b>	<b>7829795.30</b>	<b>18996606.80</b>

#### 4.3.2.3.2. Caracterización de la biota marina

##### 4.3.2.3.2.1. Distribución y composición de especies

Para el SAR se registró un total de 18 especies de corales duros (escleractinios), 2 especies de hidrocolares, 22 especies de corales blandos (gorgonáceos), 58 especies de peces (ictiofauna), 82 especies de vegetación marina (macroalgas y pastos marinos) y 52 especies de invertebrados (anélidos, anémonas, coralimorfos, crustáceos, equinodermos, esponjas, moluscos y zoántidos) (Tabla 4.11).

**Tabla 4.11. Composición taxonómica de las especies registradas durante la caracterización marina.**

Clase	Especie	
	No.	%
Corales duros	18	7.70
Hidrocorales	2	0.86
Corales blandos	22	9.40
Peces	58	24.78
Vegetación marina (macroalgas y pastos marinos)	82	35.04
Invertebrados (anélidos, anémonas, coralimorfos, crustáceos, equinodermos, esponjas, moluscos y zoántidos)	52	22.22
<b>Total</b>	<b>234</b>	<b>100</b>

4.3.2.3.2.2. Especies de interés particular

En el SAR se encontraron 4 especies bajo la categoría sujetas a protección especial (Pr) en la NOM-059-SEMARNAT-2010, 2 especies de corales escleractinios: *Acropora palmata* y *Acropora cervicornis*; y 2 especies de gorgonáceo: *Plexaura homomalla* y *Plexaurella dichotoma* (Figura 4.45). El nivel de protección de cada especie, así como el tipo de ambiente y abundancia en el que se encontraron se muestran en la Tabla 4.12.

**Figura 4.45. Especies sujetas a protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010 presentes en el área de estudio. *Acropora palmata* (arriba izq.), *Acropora cervicornis* (arriba dcha.), *Plexaura homomalla* (abajo izq.) y *Plexaurella dichotoma* (abajo dcha.).**



**Tabla 4.12. Especies presentes en el área de estudio que se encuentran sujetas a protección especial (Pr) en la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Taxa	Especie	Nivel de protección	Ambiente y sección (abundancia)
Corales	<i>Acropora palmata</i>	Pr	Cresta - Sección Bahía (Presencia fuera del transecto)
	<i>Acropora cervicornis</i>	Pr	Cresta - Sección Bahía (Presencia fuera del transecto)
Gorgonáceos	<i>Plexaura homomalla</i>	Pr	Cresta - Sección Bahía (Común) Laja con algas - Sección Costa (Rara) Laja con gorgonáceos - Sección Costa (Escasa)
	<i>Plexaurella dichotoma</i>	Pr	Laja con algas - Sección Bahía (Escasa) Laja con gorgonáceos - Sección Bahía (Escasa)

Taxa	Especie	Nivel de protección	Ambiente y sección (abundancia)
			Arenal profundo – Sección Costa (Escaso) Laja con algas – Sección Costa (Rara) Laja con gorgonáceos - Sección Costa (Rara)

También se cuenta con el registro de dos especies de corales duros y tres de pasto marino (Tabla 4.13), incluidas en el proyecto de modificación del anexo normativo III, lista de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, publicado el 13 de agosto de 2018 y aprobado el 14 de noviembre de 2019. **Cabe señalar que el anexo normativo III, para la especie de pasto marino *Halodule wrightii*, restringe su protección a las siguientes áreas geográficas: “poblaciones del Sistema Arrecifal Veracruzano, Laguna la Mancha, Arrecife Isla Lobos, Arrecife Tuxpan y Laguna Tamiahua (Veracruz) y Canal del Infiernillo (Sonora)”.**

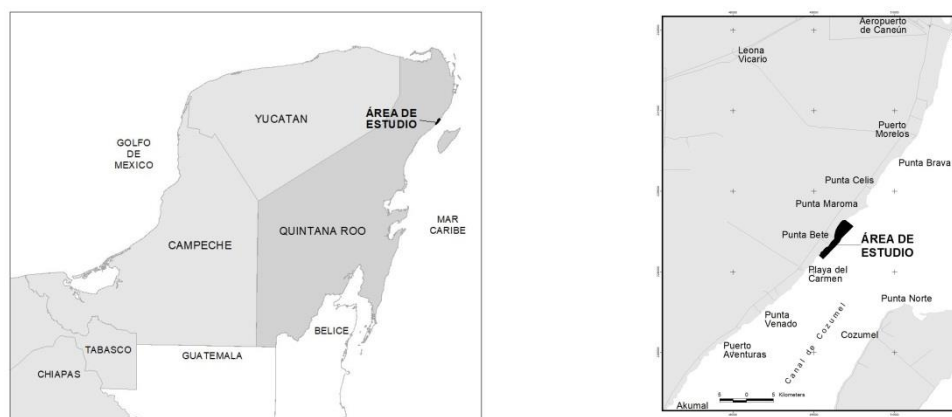
Tabla 4.13. Especies de pasto marino incluidas en el Proyecto de Modificación del Anexo Normativo III, lista de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Pr = sujeta a protección especial. A = amenazada.

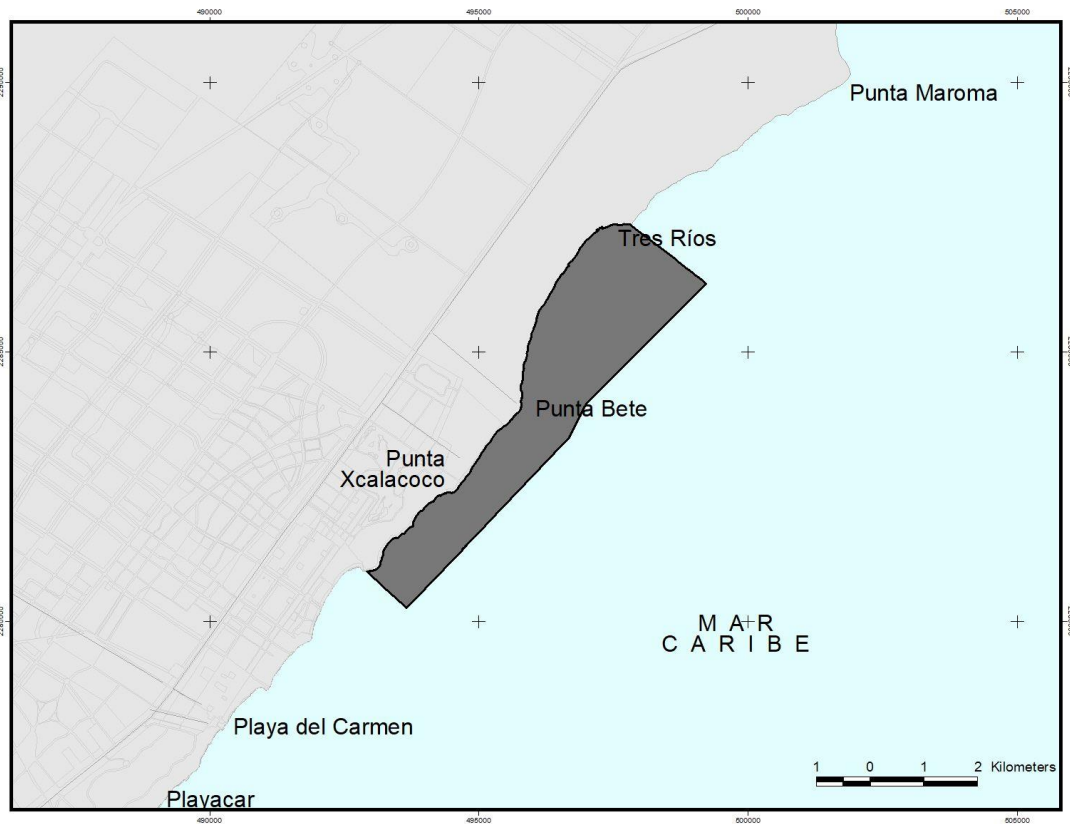
Género	Especie	Estatus
<i>Halodule</i>	<i>wrightii</i>	A
<i>Syringodium</i>	<i>filiforme</i>	A
<i>Thalassia</i>	<i>testudinum</i>	Pr
<i>Orbicella</i>	<i>annularis</i>	A
<i>Orbicella</i>	<i>faveolata</i>	A

#### 4.3.2.4. Resultados Polígono A

Durante los días 25 y 26 de agosto y 01, 02, 08 y 09 de septiembre del 2018 se llevó a cabo la caracterización del ambiente marino del Polígono A del SAR (Figura 4.46), el cual cuenta con una superficie de 1,116.68 hectáreas y abarca una distancia lineal de 8.1 km de frente de playa.

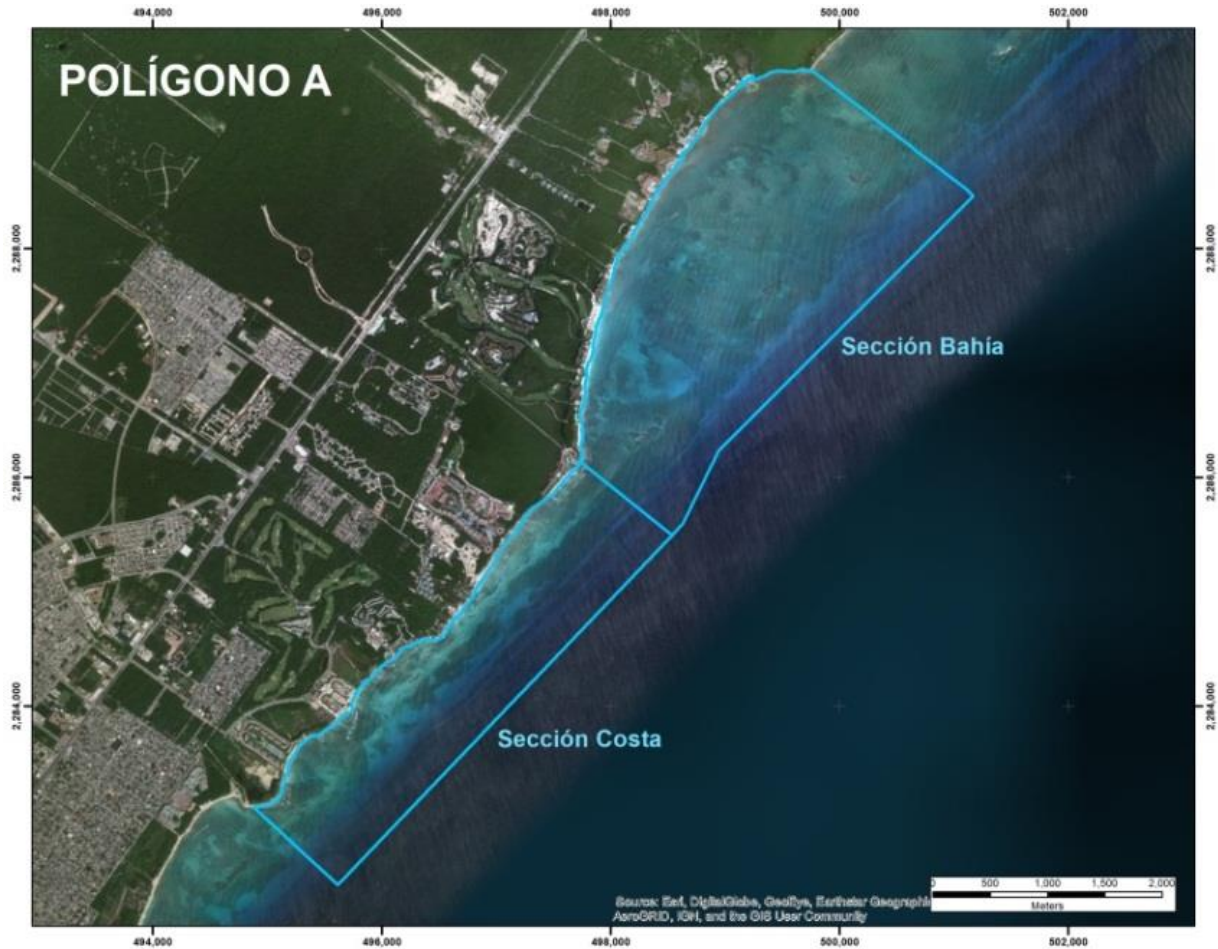
Figura 4.46. Sistema ambiental regional, Polígono A.





El polígono A del SAR para efectos del estudio de caracterización ambiental fue dividido en 2 secciones denominadas Bahía (porción norte) y Costa (porción sur) (Figura 4.47).

Figura 4.47. Polígono A del SAR: secciones Bahía y Costa.



Se establecieron un total de 62 transectos de muestreo: 17 para la sección Bahía y 45 para la sección Costa (Figura 4.48 y Tabla 4.4).



Figura 4.48. Ubicación de los sitios de muestreo en el polígono A del SAR.



Tabla 4.14. Referencia geográfica de los sitios de muestreo, polígono A del SAR.

Sección	Ambiente	Abreviatura	ID	X_COORD	Y_COORD
Bahía	Arenal profundo	Ap	9	500605	2288291
			15	498587	2286158
	Arenal somero	As	10	498665	2286969
	Cresta arrecifal	C	5	499364	2287627
			7	500112	2288611
			8	500435	2288402
			11	498399	2286427
	Laja c/algas	La	16	498238	2286369
			2	498295	2287645
			4	499068	2287804
			6	499708	2287268
	Laja con gorgonáceos	Lg	14	498625	2286120
			12	499368	2286971
	Laja con pedacería	Lp	17	497813	2286641
Pastizal	P	1	498376	2287446	
		3	498532	2288358	
		13	499044	2288929	
Costa	Ap	22	497860	2285368	
		41	496825	2284377	

Sección	Ambiente	Abreviatura	ID	X_COORD	Y_COORD
			42	496863	2284270
			57	495695	2283126
			58	495738	2282982
			59	495537	2282967
			60	495553	2282818
	Arenal somero	As	38	495414	2283713
			44	495483	2283417
			45	495226	2283377
	Estructura artificial	Ea	56	496264	2284449
	Laja con algas	La	18	497628	2285620
			19	497775	2285787
			20	497921	2285953
			21	497895	2285346
			26	497384	2285689
			27	496822	2284901
			30	496567	2284572
			31	496712	2284469
			33	495650	2283696
			34	495756	2283527
			35	495409	2283042
			36	495771	2283487
			43	495663	2283281
			51	496357	2284537
			52	496322	2284507
			55	496130	2284385
			91	497697	2285699
			92	497844	2285868
	93	497993	2286036		
	Laja con gorgonáceos	Lg	23	497914	2285502
			24	497810	2285406
			25	497698	2285523
			29	496664	2284254
			32	496379	2284200
	Laja con sedimentos	Ls	37	495570	2283026
			47	496402	2284294
			50	496270	2284464
	Laja con sedimentos y algas	Lsa	53	496192	2284385
			28	497278	2285503
			40	496624	2284558
46			496461	2284389	
48			496295	2284204	
Pastizal	P	49	496246	2284429	
		54	496149	2284379	
			39	495264	2283480

#### 4.3.2.5. Descripción de ambientes marinos

Como ya fue mencionado, en el apartado de resultados del SAR, en el polígono A, se reconocieron 10 tipos de ambientes marinos, en la Figura 4.49 y la Tabla 4.15 se muestra la zonificación definida, así como la superficie que abarca cada ambiente.

Figura 4.49. Mapa de ambientes, polígono A del SAR.

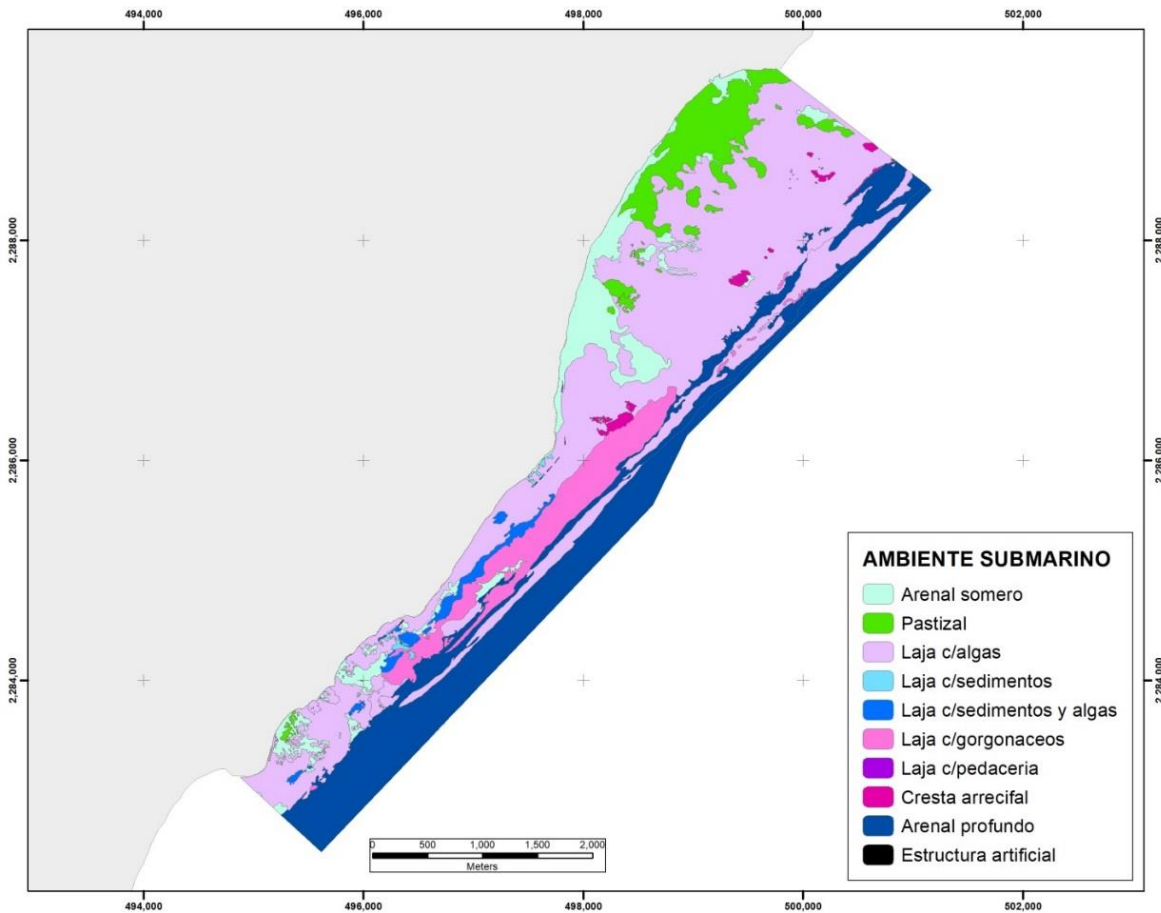


Tabla 4.15. Superficie por tipo de ambiente en el polígono A del SAR.

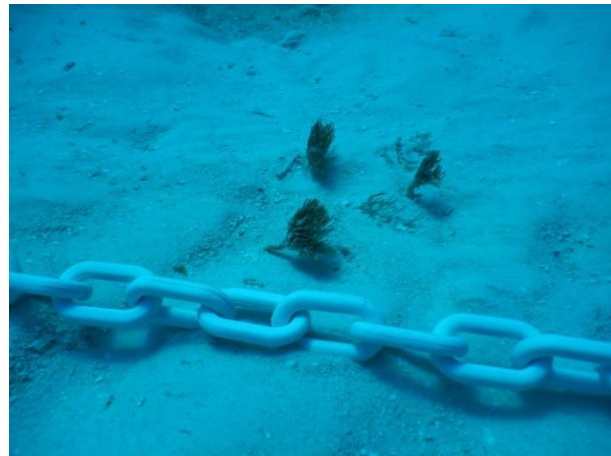
Ambiente	Abreviación	Superficie	
		ha	%
Arenal somero	As	97.82	8.76
Pastizal	P	84.51	7.57
Laja c/algas	La	549.93	49.25
Laja c/sedimentos	Ls	2.52	0.23
Laja c/sedimentos y algas	Lsa	17.83	1.60
Laja c/gorgonáceos	Lg	85.87	7.69
Laja c/pedacera	Lp	0.08	0.01
Cresta arrecifal	C	8.50	0.76
Arenal profundo	Ap	269.21	24.11
Estructura artificial	Ea	0.40	0.04

#### 4.3.2.5.1. Sección Bahía

##### 4.3.2.5.1.1. Arenal profundo (Ap)

El ambiente del arenal profundo en la sección Bahía forma una franja estrecha y discontinua en la parte más profunda del polígono que se definió como SAR para el estudio. El sustrato es de arena fina, con una comunidad biótica prácticamente nula. Solamente se registraron algunos ejemplares de gasterópodos de la especie *Strombus raninus*, y masas ovígeras de moluscos. También se registró la presencia muy escasa de algas verdes de crecimiento erecto de la especie *Penicillus dumetosus*. La profundidad en este tipo de ambiente es de 13 a 16 metros (Figura 4.50).

**Figura 4.50. Arenal profundo en la sección Bahía. Se observa el sustrato de arena fina (arriba izq.), macroalgas de la especie *Penicillus dumetosus* (arriba dcha.), un molusco de la especie *Strombus raninus* (abajo izq.) y una masa ovígera de un molusco (abajo dcha.).**



#### 4.3.2.5.1.2. Arenal somero (As)

El ambiente de arenal somero en la sección Bahía se encuentra en una franja contigua a la línea de costa, y abarca una mayor extensión en la parte sur del polígono El sustrato es de arena fina, y en algunos sitios hay presencia de vegetación marina. En este tipo de ambiente se encuentran algunas estructuras de sustrato duro aisladas y dispersas, formadas por los esqueletos de colonias de coral masivas de gran tamaño (mayores a 1 m de diámetro), en donde se agregan ensambles de peces. La profundidad en este tipo de ambiente va de 0 hasta 5 metros en las partes más profundas (Figura 4.51).

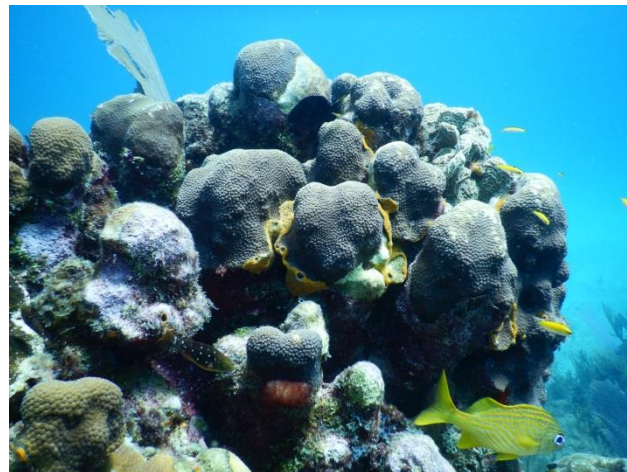
**Figura 4.51. Arenal somero en la sección Bahía. Se observa el sustrato de arena fina (arriba izq.), y la presencia de macroalgas (arriba dcha.). Estructuras de sustrato duro formadas por esqueletos de coral que se encuentran dispersas en el arenal somero (abajo).**



#### 4.3.2.5.1.3. Cresta arrecifal (C)

El ambiente denominado Cresta arrecifal en la sección Bahía corresponde a una estructura discontinua que representa la línea de cresta arrecifal que se forma en áreas aledañas, pero que en esta zona se presenta como parches aislados de pequeña extensión. Este ambiente se caracteriza por tener una estructura heterogénea con alta presencia de corales escleractinios de crecimiento masivo y gorgonáceos, principalmente abanicos de mar del género *Gorgonia* spp. En este tipo de ambiente es donde se registró la mayor abundancia y riqueza de especies de coral, registrando las especies ramificadas *Acropora palmata* y *Acropora cervicornis* fuera de los transectos de muestreo; las cuales están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especies bajo protección especial. En este tipo de ambiente la abundancia y variedad de peces fue de las más elevadas, debido a heterogeneidad ambiental que caracteriza estos sitios, siendo las especies más abundantes las del género *Haemulon* sp. Este ambiente tiene una profundidad que va de 1 a 4 metros (Figura 4.52).

Figura 4.52. Cresta arrecifal en la sección Bahía. Se observa el sustrato con una estructura heterogénea, con alta presencia de corales y gorgonáceos.



#### 4.3.2.5.1.4. Laja con algas (La)

El ambiente de laja con algas en la sección Bahía es un área muy extensa que abarca toda la parte de profundidad intermedia, después de la zona de pastos marinos, y que llega hasta la zona del arenal profundo. Por este motivo se puede distinguir una parte somera en este ambiente, en donde hay una mayor cantidad de sedimentos; y una parte profunda en donde se encontró una capa muy densa de vegetación marina, principalmente de la especie *Rhipocephalus phoenix*. En ambos casos la presencia de gorgonáceos en forma de candelabro y arborescentes de los géneros *Eunicea* y *Plexaura* son comunes. El sustrato es de laja calcárea lisa, cubierta de sedimentos y algas. El rango de profundidad en este tipo de ambiente es muy amplio, y va desde los 2 hasta los 15 metros (Figura 4.53).

Figura 4.53. Laja con algas en la sección Bahía. Planicie somera (arriba), y parte profunda (abajo).



#### 4.3.2.5.1.5. Laja con gorgonáceos (Lq)

El ambiente de laja con gorgonáceos en la sección Bahía son pequeñas áreas que forman una franja en la parte profunda de la laja con algas, en donde la presencia de gorgonáceos es más abundante, y el sustrato suele ser más heterogéneo. Incluso en algunos sitios se llega a formar un desnivel de la laja calcárea que da lugar a un escalón, antes de llegar a la base de arena en el ambiente arenal profundo. La especie dominante en este tipo de ambiente es el gorgonáceo de la especie *Pterogorgia anceps*, seguida de otras especies del género *Eunicea* sp. La profundidad en este tipo de ambiente es de 12 a 15 metros (Figura 4.54).

Figura 4.54. Laja con algas en la sección Bahía. Planicie somera (arriba), y parte profunda (abajo).



#### 4.3.2.5.1.6. Laja con pedacería (Lp)

El ambiente denominado laja con pedacería en la sección Bahía es un área muy pequeña que se encuentra en la parte somera y central de este polígono, y se caracteriza por la presencia de pedacería de coral sobre el sustrato de laja, cubierta con sedimento y presencia de vegetación marina, incluyendo pasto marino y algas. La profundidad en este tipo de ambiente es de 2 a 3 metros (Figura 4.55).



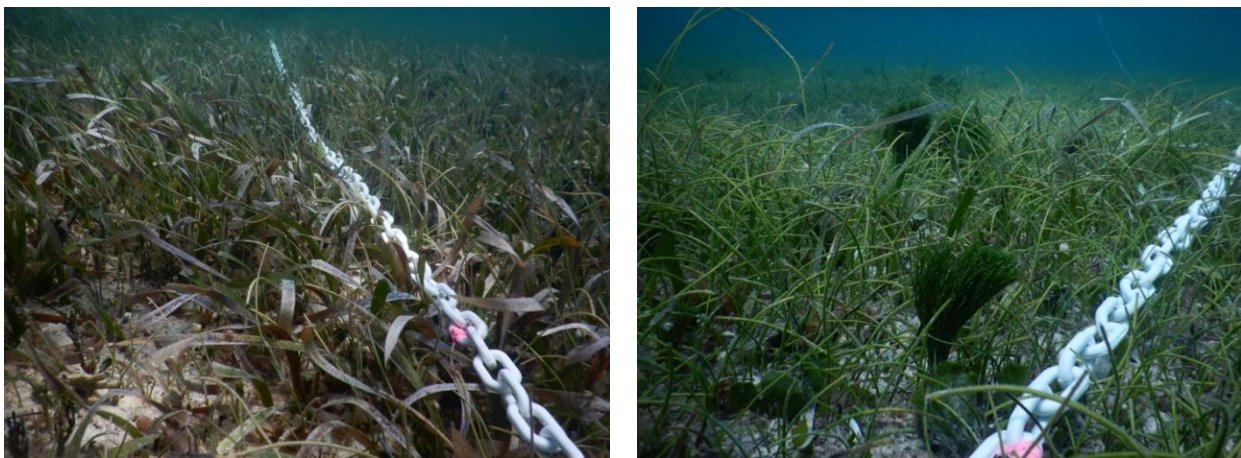
Figura 4.55. Laja con pedacera de coral en la sección Bahía. Sustrato de pedacera sobre laja, cubierta de sedimento y vegetación marina.



#### 4.3.2.5.1.7. Pastizal

El ambiente denominado Pastizal en la sección Bahía es una franja extensa contigua a la línea de costa, formado principalmente por praderas de pasto marino. En algunas áreas el pastizal está dominado por la especie *Thalassia testudinum*, y en otras áreas el pasto dominante es de la especie *Syringodium filiforme*. En ambos casos se encontró presencia de algas verdes de crecimiento erecto, principalmente de los géneros *Halimeda* y *Penicillus*. Las praderas de pasto marino en estos sitios son densas y homogéneas. La profundidad en este tipo de ambiente varía de 2 a 5 metros (Figura 4.56).

Figura 4.56. Pastizal en la sección Bahía. Pradera de pasto marino de la especie *Thalassia testudinum* (izq.) y de la especie *Syringodium filiforme* (dcha.).

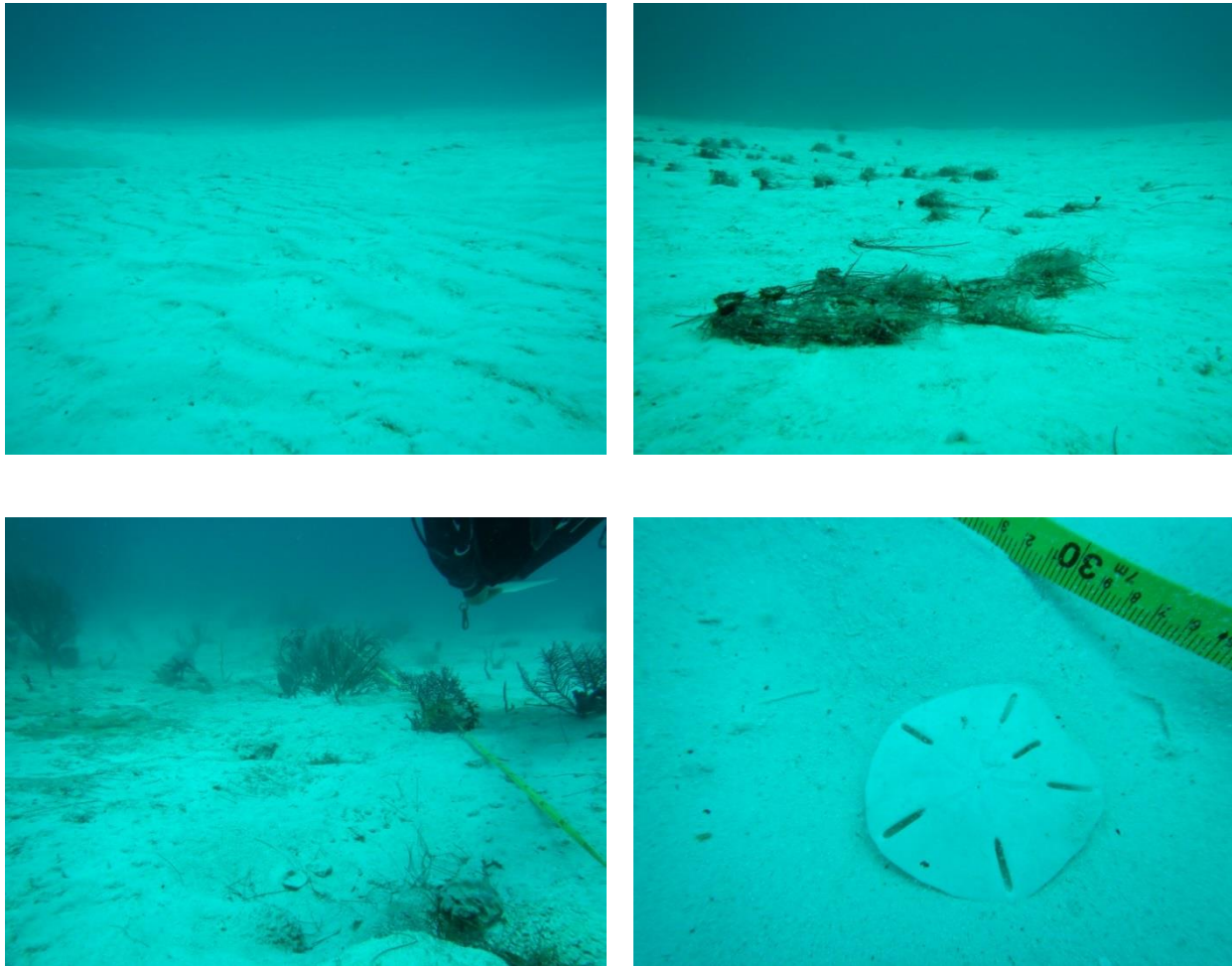


#### 4.3.2.5.2. Sección Costa

##### 4.3.2.5.2.1. Arenal profundo (Ap)

El arenal profundo en la sección denominada Costa es una franja muy ancha que se extiende a lo largo de toda esta sección de manera continua. El sustrato es de arena fina, encontrando algunas áreas con presencia de vegetación marina, incluyendo parches escasos de pasto marino; así como algunos ejemplares de gorgonáceos. En este tipo de ambiente es común observar ejemplares y masas ovígeras de moluscos del tipo gasterópodos; así como ejemplares de equinodermos como galletas de mar de la especie *Mellita* sp. La profundidad en este tipo de ambiente es de 10 a 15 metros (Figura 4.57).

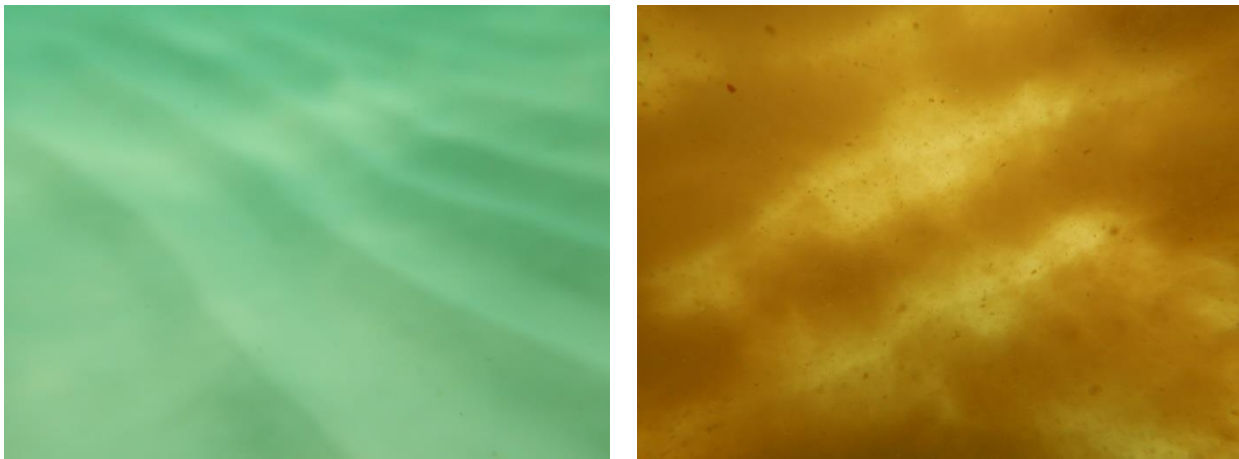
**Figura 4.57. Arenal profundo en la sección Costa. Sustrato de arena limpia (arriba izq.) con presencia de vegetación marina (arriba dcha.), gorgonáceos (abajo izq.) y galletas de mar del género *Mellita* sp. (abajo dcha.).**



#### 4.3.2.5.2.2. Arenal somero (As)

El ambiente denominado arenal somero en la sección Costa se encuentra en la parte somera en forma de parches disperso de tamaño pequeño. El sustrato típico es de arena fina. Sin embargo, en los sitios cercanos a la línea de costa se encontraron afectados por la presencia de Sargazo, y la descomposición de esta alga genera la descomposición de materia orgánica que queda en suspensión en la columna de agua y que se va precipitando en el suelo marino. La profundidad de estos sitios va de 1 a 3 metros de profundidad (Figura 4.58).

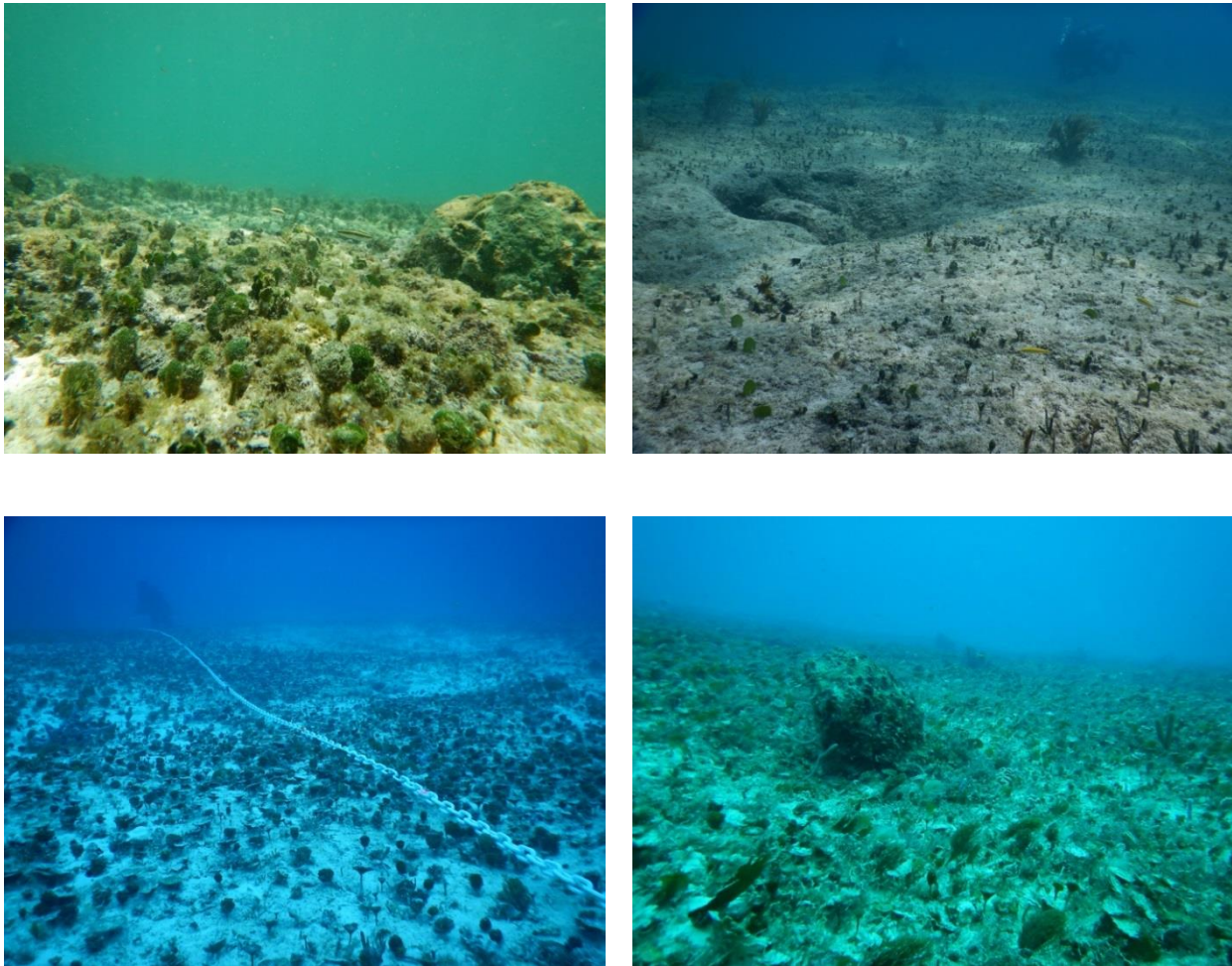
**Figura 4.58. Arenal somero en la sección Costa. Sustrato de arena limpia (izq.) con presencia de materia en descomposición debida al alga marina Sargazo (dcha.).**



#### 4.3.2.5.2.3. Laja con algas (La)

El sustrato de laja con algas en la sección Costa es mucho menos extenso que en la sección Bahía, ya que forma una franja más estrecha contigua a la línea de costa. También se forma una franja delgada en la parte somera que corresponde a este mismo tipo de ambiente. El sustrato se caracteriza por ser una laja calcárea lisa de poca pendiente, cubierta de una capa de sedimento fina, en donde crece una biota compuesta principalmente por algas marinas en diferentes grados de abundancia. Algunos sitios presentan muy poca cobertura vegetal, pero hay sitios con un porcentaje de cobertura de algas mayor al 50%. La presencia de otro tipo de biota marina es escasa. La profundidad de este ambiente en la parte somera va de 1 a 5 metros, y en la parte profunda alrededor de los 10 metros (Figura 4.59).

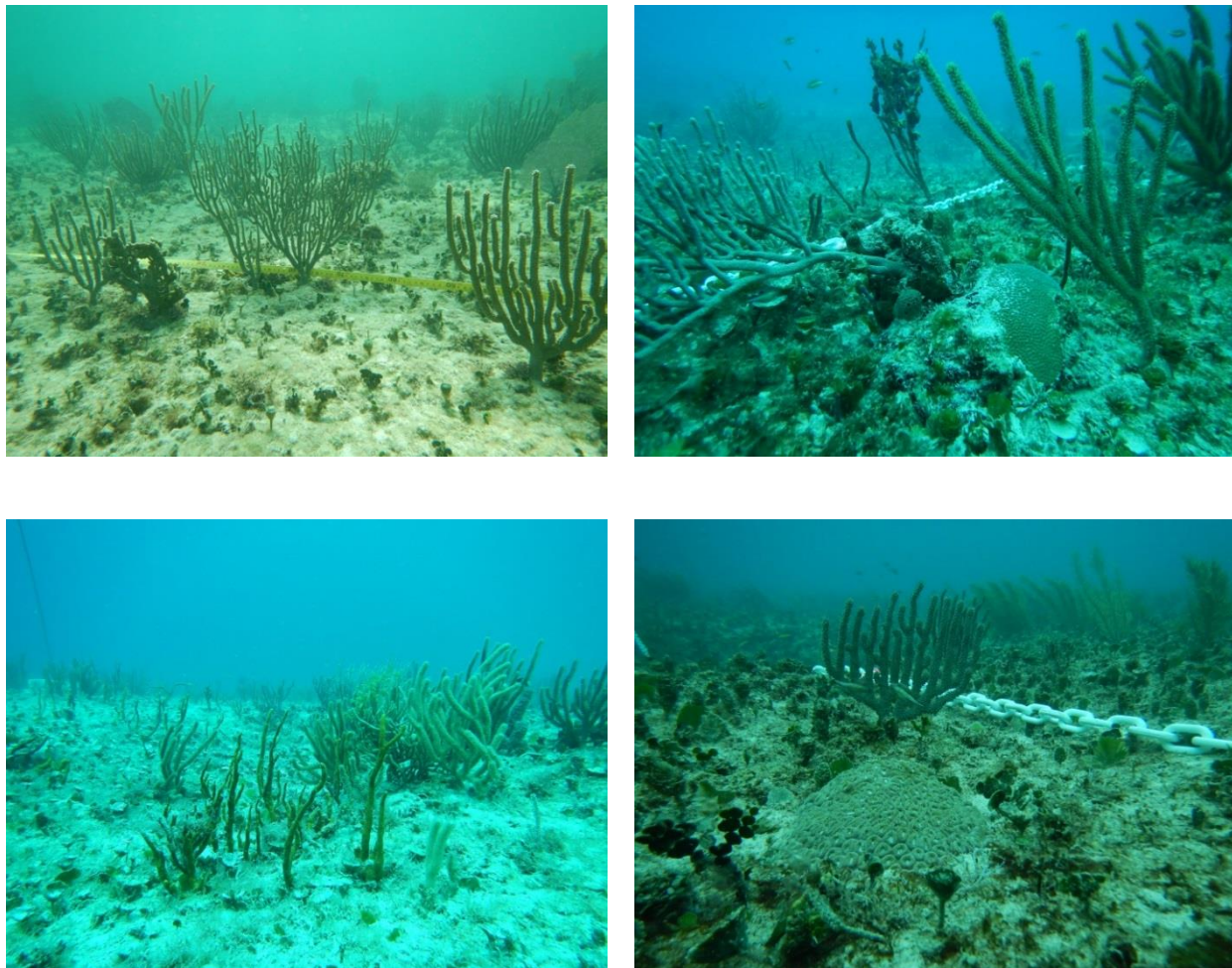
Figura 4.59. Laja con algas en la sección Costa en la parte somera y con diferentes grados de cobertura vegetal (arriba) y en la parte profunda (abajo).



#### 4.3.2.5.2.4. Laja con gorgonáceos (Lg)

El ambiente de laja con gorgonáceos en la sección Costa es una franja continua y ancha que se forma casi a todo lo largo del polígono de esta sección. El sustrato se caracteriza por ser una laja de poco relieve, y con muy poca pendiente cubierta de una capa delgada de sedimento fino en donde la comunidad de gorgonáceos es más abundante. En este tipo de ambiente se registró la mayor variedad de especies de gorgonáceos, teniendo como especies dominantes el abanico de mar *Gorgonia flabellum*, y las especies arborescentes de las especies *Eunicea mammosa* y *Pterogorgia citrina*. A lo largo de este ambiente se observan diferentes grados de abundancia de estos organismos, siendo principalmente ejemplares de talla mediana. La profundidad va de 8 a 12 metros (Figura 4.60).

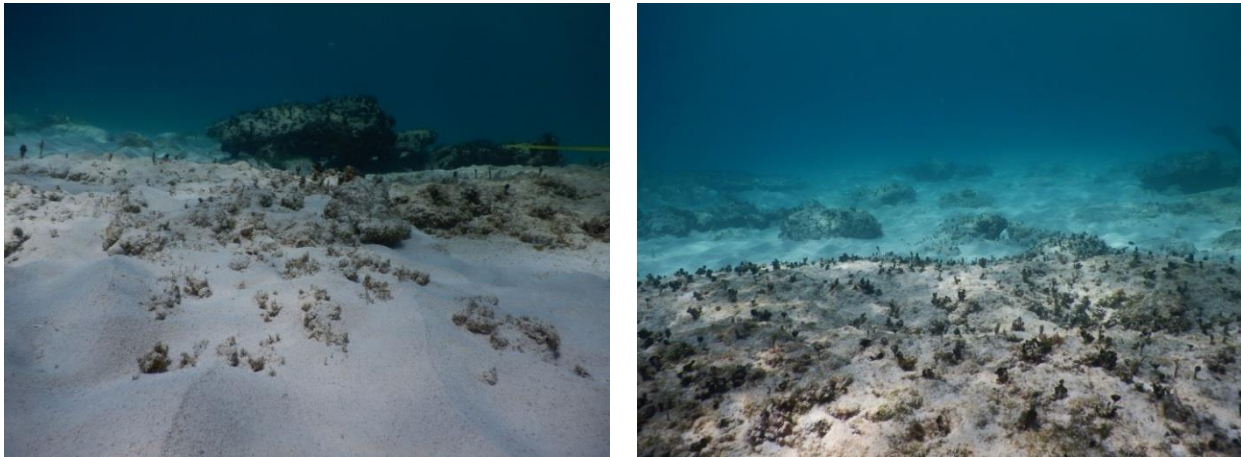
Figura 4.60. Laja con gorgonáceos en la sección Costa. Diferentes grados de abundancia de gorgonáceos.



#### 4.3.2.5.2.5. Laja con sedimento (Ls)

El ambiente denominado laja con sedimento en la sección Costa son áreas muy pequeñas que solamente se reconocieron en la sección Costa. Unas de ellas asociadas a las estructuras artificiales que se encuentran en la parte norte de esta sección, y otra un poco más grande en la parte central de la misma. El sustrato en este ambiente es de laja calcárea, pero con una capa de sedimento fino a mediano, que forma una capa que varía en espesor en diferentes lugares. La profundidad en estos sitios es de 1 a 3 metros (Figura 4.61).

Figura 4.61. Laja con sedimento en la sección Costa. Sustrato de laja con una capa gruesa de arena (izq.) y con una capa fina de arena (dcha.).



#### 4.3.2.5.2.6. Laja con sedimentos y algas (Lsa)

El ambiente de laja con sedimento y algas en la sección Costa comprende una franja estrecha y casi continua que se forma a lo largo de la sección a una profundidad intermedia. Se caracteriza por presentar un sustrato de laja con una capa gruesa de sedimento fino, en donde crece una comunidad importante de vegetación marina. En algunos sitios se forman parches de arena sin vegetación por la acumulación de una capa más gruesa de sedimento. La profundidad de este ambiente es de alrededor de 3 metros (Figura 4.62).

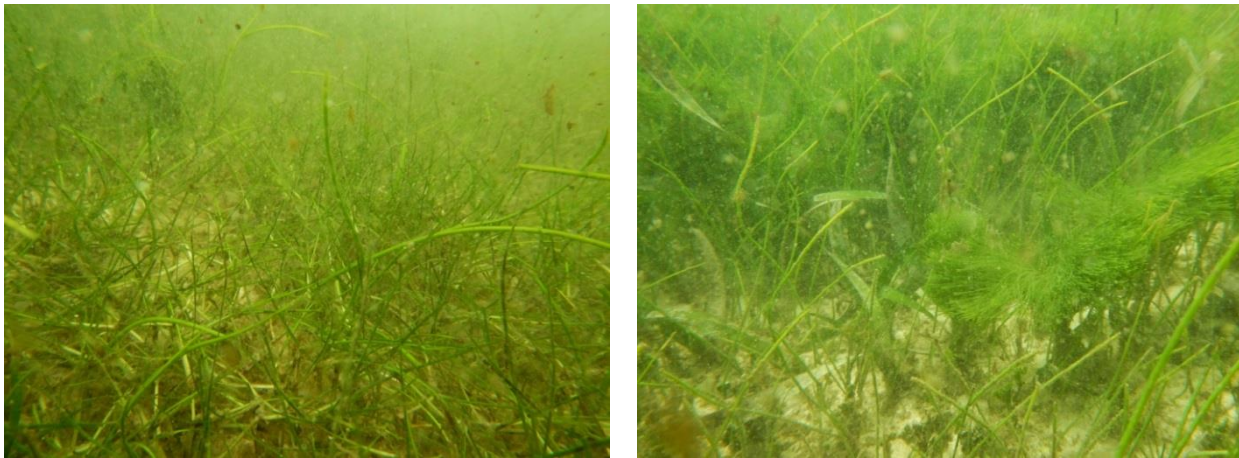
Figura 4.62. Laja con sedimento y algas en la sección Costa. Se observa la capa de arena sobre el sustrato de laja en diferentes proporciones, y la presencia de la comunidad de vegetación marina.



#### 4.3.2.5.2.7. Pastizal (Ps)

El ambiente de pastizal en la sección Costa es muy reducido. Se encuentra únicamente un parche pequeño en la parte sur del polígono, muy cerca de la línea de costa. La pradera de pasto marino en este sitio es principalmente de la especie *Syringodium filiforme*, con presencia escasa del pasto *Thalassia testudinum*, y algas verdes de crecimiento erecto como son las del género *Penicillus* sp. El sustrato es de arena fina. La profundidad en este ambiente es de 1 a 3 metros (Figura 4.63).

**Figura 4.63. Pastizal en la sección Costa. Pradera de pasto marino con abundancia de la especie *Syringodium filiforme* (izq.) y presencia escasa del pasto *Thalassia testudinum* y algas verdes de crecimiento erecto del género *Penicillus*.**



#### 4.3.2.5.3. Caracterización de la biota marina

Para los grupos taxonómicos de corales duros, corales blandos, peces, vegetación marina e invertebrados, fue definido el listado de especies y estimados los parámetros de abundancia relativa, riqueza específica, índice de diversidad y equitabilidad, así como el análisis de estructura de tallas, forma de crecimiento, condición del organismo y/o grupos morfofuncionales.

##### 4.3.2.5.3.1. Escleractinios (corales duros)

Se establecieron dos secciones para este estudio, Bahía y Costa, en cada una se describieron siete ambientes; para la Bahía fueron: Arenal profundo (Ap), Arenal somero (As), Cresta arrecifal (C), Laja con algas (La), Laja con gorgonáceos (Lg), Laja con pedacería (Lp), Pastizal (P). Para la sección Costa fueron: Arenal profundo (Ap), Arenal somero (As), Laja con algas (La), Laja con gorgonáceos (Lg), Laja con sedimento (Ls), Laja con sedimento y algas (Lsa) y Pastizal (P).

• **Distribución y composición de especies**

Se registró un total de 18 especies de corales escleractinios y dos especies de hidrocorales. En la sección Bahía se registraron un total de 19 especies, dos de ellas, *Acropora palmata* y *Acropora cervicornis*, fueron observadas fuera del transecto de muestreo en el ambiente C, donde la especie dominante fue el hidrocoral *Millepora complanata*, estando de forma abundante las especies *Porites astreoides*, *Pseudodiploria strigosa* y *Orbicella annularis*. En el ambiente As dominó la especie *Siderastrea sideraea* al igual que en el ambiente Lg; mientras que en los ambientes La, Lp y P dominó la especie *Porites porites*, compartiendo esta dominancia con otras especies diferentes para cada ambiente. En la sección Costa se obtuvieron 15 especies de corales, seis de ellas solo fueron observadas fuera del transecto de muestreo. En el ambiente Ap dominó la especie *Siderastrea radians*, al igual que en el ambiente La, sin embargo, en este último también registró dominancia la especie *Porites astreoides*. En el ambiente Lg dominó la especie *Agaricia agaricites* junto con *Siderastrea sideraea*; en Ls solo se registraron dos especies, *Pseudodiploria clivosa* y *Porites porites* las dos con dominancia compartida; finalmente en el ambiente Lsa las especies *P. porites*, *S. sideraea* y el hidrocoral *M. complanata* fueron dominantes. En los ambientes Ap de la sección Bahía, y As y P de la sección Costa, no registraron corales dentro del transecto de muestreo (Tabla 4.16).

**Tabla 4.16. Listado de especies y abundancia relativa de CORALES ESCLERACTINIOS para el SAR del Proyecto. D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%). \* Especies observadas en el sitio fuera del transecto de muestreo.**

Familia	Género	Especie	BAHÍA							COSTA								
			Ap	As	C	La	Lg	Lp	P	Ap	As	La	Lg	Ls	Lsa	P		
Acroporidae	<i>Acropora</i>	<i>cervicornis</i>			*													
		<i>palmata</i>			*													
Agariciidae	<i>Agaricia</i>	<i>agaricites</i>		A	E	*						E	D					
Astrocoeniinae	<i>Stephanocoenia</i>	<i>michelinii</i>					D					*						
Faviidae	<i>Colpophyllia</i>	<i>natans</i>		C	C													
		<i>Dichocoenia</i>		C								*	*					
		<i>Manicina</i>		*		*		D	D			*						
		<i>Montastraea</i>		A	E								A					
		<i>Pseudodiploria</i>	<i>clivosa</i>										*		D			
			<i>strigosa</i>			A							*	*				
Meandrinidae	<i>Dichocoenia</i>	<i>stokesii</i>			R													
Merulinidae	<i>Orbicella</i>	<i>annularis</i>			A							*						
		<i>faveolata</i>			C													
Pocilloporidae	<i>Madracis</i>	<i>decactis</i>		C									*					
Poritidae	<i>Porites</i>	<i>astreoides</i>		A	A	A		D	*			D			*			
		<i>porites</i>			E	D		D	D			C	*	D	D			
Siderastreaeidae	<i>Siderastrea</i>	<i>radians</i>	*				A	D	A	D		D	E		*			
		<i>sideraea</i>		D	E		D					E	D		D			
Hidrocorales																		
Milleporidae	<i>Millepora</i>	<i>alcicornis</i>			R	D					*		A	C				
		<i>complanata</i>			D								E	A		D		
<b>Número de especies</b>			<b>7</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>		<b>7</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>3</b>				

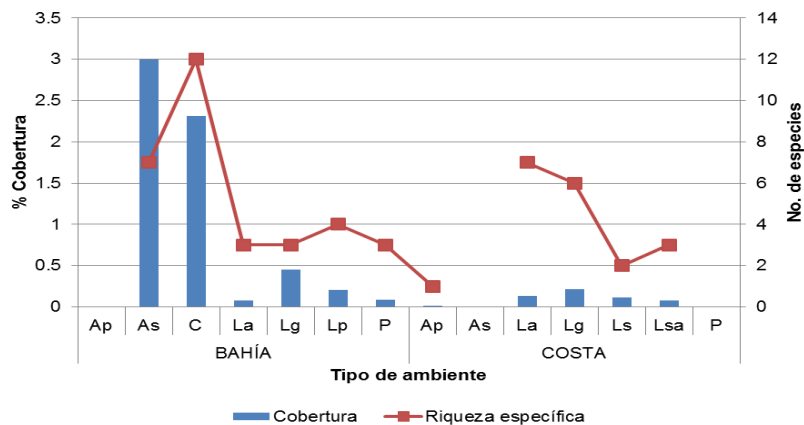
Arenal profundo (Ap), Arenal somero (As), Pastizal (P), Laja con algas (La), Laja con sedimentos (Ls), Laja con sedimentos y algas (Lsa), Laja con gorgonáceos (Lg), Laja con pedacera (Lp), Cresta arrecifal (C).



- **Abundancia y riqueza específica**

En la sección Bahía la mayor cobertura de tejido coralino vivo se registró en el ambiente As con un 3% y una riqueza de siete especies, seguido en cobertura por el ambiente C con un 2.3%, y un total de 12 especies registradas, siendo este ambiente con el mayor número de especies coralinas presentes. La más baja cobertura coralina y riqueza, se obtuvieron en los ambientes La y Lp ambas con una cobertura de 0.08% y con solo tres especies. En la sección Costa las coberturas de tejido coralino en los diferentes ambientes, no llegaron al 1%. La mayor cobertura se registró en el ambiente Lg con 0.21% y una riqueza de seis especies; el ambiente con mayor riqueza fue el La con siete especies registradas y una cobertura del 0.13%; la menor cobertura se obtuvo en el ambiente Lsa con 0.07% de tejido coralino y tres especies presentes, finalmente el ambiente Ls presentó la menor riqueza para esta sección, con solo dos especies observadas y una cobertura del 0.12% (Figura 4.64).

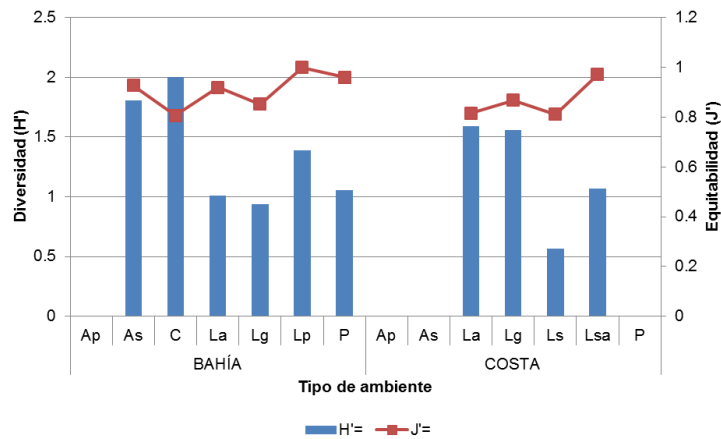
Figura 4.64. Abundancia y riqueza específica de CORALES ESCLERACTINIOS para el SAR del Proyecto.



- **Diversidad y equitabilidad**

En la sección Bahía el valor más alto de diversidad se registró en el ambiente C con una  $H' = 2.003$  y una equitabilidad de  $J' = 0.8061$ ; seguido por el ambiente As. Con valores de  $H' = 1.8065$  y una  $J' = 0.9283$ . El ambiente con mayor equitabilidad fue Lp con una  $J' = 1$ , pues que solo se registraron cuatro colonias coralinas cada una perteneciente a diferente especie, con una diversidad de  $H' = 1.3862$ ; los ambientes La y P presentaron una diversidad de  $H' = 1.0114$  y  $H' = 1.0549$  con una equitabilidad de  $J' = 0.9206$  y  $J' = 0.9602$ . En la sección Costa la más alta diversidad se observó en el ambiente La con un valor de  $H' = 1.5893$  y una equitabilidad de  $J' = 0.8167$ ; seguido por el ambiente Lg donde se presentó una diversidad de  $H' = 1.5564$  con una equitabilidad de  $J' = 0.8686$ ; la mayor equitabilidad se registró en el ambiente Lsa con un valor de  $J' = 0.9722$  y una diversidad  $H' = 1.0681$  (Figura 4.65).

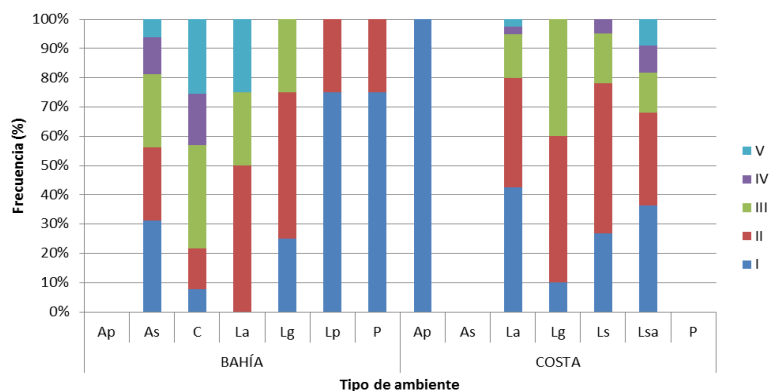
Figura 4.65. Diversidad de CORALES ESCLERACTINIOS para el SAR del Proyecto. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J').



• **Estructura de tallas**

Se establecieron cinco categorías de tamaños. En la sección Bahía los ambientes As y C registraron las cinco categorías de tallas, dominado las colonias pequeñas categoría I en As con una frecuencia del 31.3%, y en el ambiente C dominaron las colonias medianas pertenecientes a la categoría III, con una frecuencia de registro del 35.3%. En los ambientes La y Lg se observaron tres categorías, en ambos ambientes dominaron las colonias de categoría II con un 50% de frecuencia. En los ambientes Lp y P solo se registraron las dos categorías menores de tamaño, dominando las colonias pequeñas categoría I, con una frecuencia de registro del 75% para cada ambiente. En la sección Costa los ambientes La y Lsa presentaron las cinco categorías de tallas, donde dominaron las colonias pequeñas de categoría I, con una frecuencia de 42.5% y 36.4% respectivamente. El ambiente Ls presentó cuatro de las cinco categorías, aportando la mayor frecuencia de observación las colonias con categoría II con un 51.2%; mientras que en el ambiente Lg se registraron tres categorías, dominando con un 50% de frecuencia las colonias categoría II (Figura 4.66).

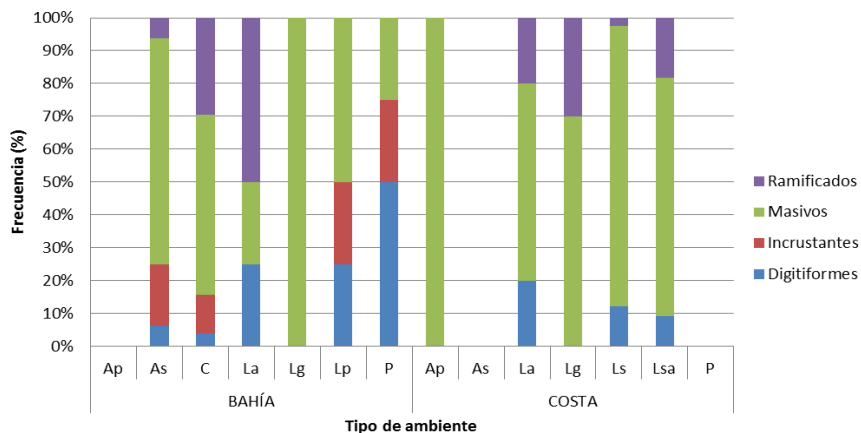
Figura 4.66. Estructura de tallas para CORALES ESCLERACTINIOS para el SAR del Proyecto. I <5 cm, II=5-10 cm, III=10-20 cm, IV=20-40 cm, V > 40 cm de diámetro.



- **Formas de crecimiento**

Se definieron cuatro formas de crecimiento de colonias coralinas. En la sección Bahía los ambientes As y C presentaron el espectro completo, donde dominaron los corales masivos, con una frecuencia de registro del 68.8% y 54.9% respectivamente. El ambiente La, Lp y P presentaron tres de las cuatro formas de crecimiento, en La dominaron los corales ramificados con un 50% de frecuencia; en Lp los corales dominantes fueron los masivos con 50% de frecuencia, y en P dominaron los corales digitiformes con 50% de frecuencia de registro. En la sección Costa los ambientes La, Ls y Lsa registraron tres de las cuatro formas de crecimiento coralino; dominando en todos los ambientes las colonias con crecimiento masivo, con una frecuencia del 60% en La, 85.4 % en Ls y un 72% en Lsa. En el ambiente Lg solo se observaron dos formas de crecimiento, y al igual que en los demás ambientes de esta sección, dominaron los corales masivos con una frecuencia de registro del 70% (Figura 4.67).

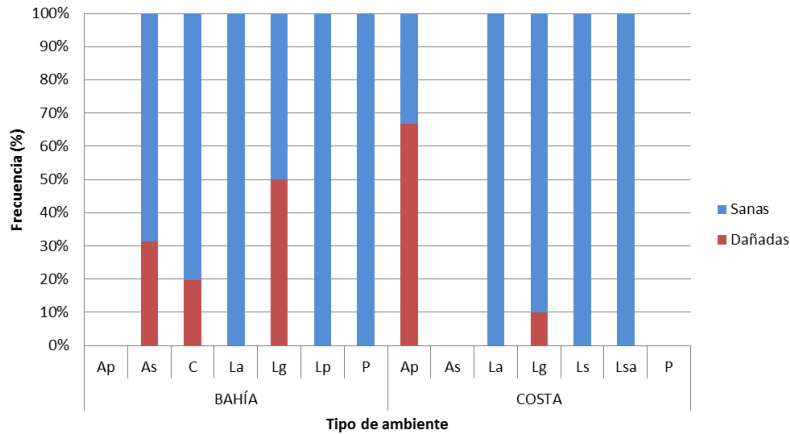
**Figura 4.67. Formas de crecimiento para CORALES ESCLERACTINIOS para el SAR del P. Velas.**  
 Dig=Digitiforme, Inc=Incrustante, Mas=Masiva, Ram=Ramificado.



- **Condición del organismo**

En la sección Bahía, el ambiente donde se observó la mayor frecuencia de colonias con algún tipo de afectación fue Lg, con la mitad de ellas afectadas. Los ambientes As y C también registraron colonias con daños, con una frecuencia de registro del 31.3% y 19.6% respectivamente. En la sección Costa, el único ambiente que registró colonias dañadas fue Lg, con un 10% de frecuencia de registro (Figura 4.68).

Figura 4.68. Condición del organismo para CORALES ESCLERACTINIOS para el área de influencia del Proyecto.



4.3.2.5.3.2. Gorgonáceos (corales blandos)

- Distribución y composición de especies**

En el área de estudio se registró un total de 21 especies de gorgonáceos, pertenecientes a 10 géneros y 3 familias. Se muestrearon un total de 1059 individuos en los 14 ambientes de las 2 secciones establecidas para el Proyecto.

La especie dominante en la Sección Bahía fue *Eunicea mammosa* y en la Sección Costa *Pterogorgia anceps*, las cuales se encontraron distribuidas en varios de los ambientes del área de estudio, en donde había disponible sustrato duro para su fijación. En el listado de especies se muestra la importancia de cada una de las especies, de acuerdo a una categorización basada en rangos de abundancia relativa (Tabla 4.17).

Tabla 4.17. Listado de especies y abundancia relativa de GORGONÁCEOS para el área de influencia del Proyecto. D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%).

Familia	Género	Especie	BAHÍA							COSTA						
			Ap	As	C	La	Lg	Lp	P	Ap	As	La	Lg	Ls	Lsa	P
Briareidae	<i>Briareum</i>	<i>asbestinum</i>				E							E			
Gorgoniidae	<i>Gorgonia</i>	<i>flabellum</i>			D							A	A	D		
		<i>mariae</i>	D	D		A	E			C						
	<i>Pseudoptero-gorgia</i>	<i>acerosa</i>				R				A		E	R			
		<i>americana</i>			E	R				C		C	A			
	<i>Pterogorgia</i>	<i>anceps</i>				E	D			D		C	E	D	D	
		<i>citrina</i>				C				E		A				
		<i>guadalupensis</i>				E	E			E		E	E		D	
Plexauridae	<i>Eunicea</i>	<i>calyculata</i>					A			E		E	E			
		<i>fusca</i>				E						R	R			
		<i>laxispica</i>				E										

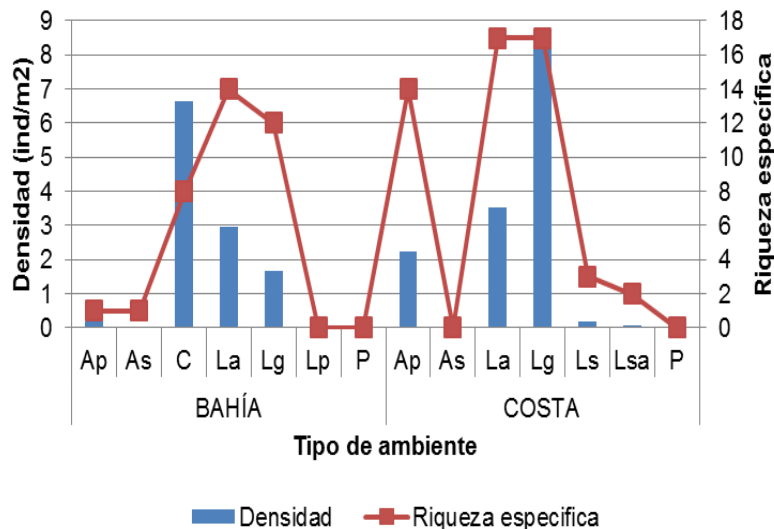
Familia	Género	Especie	BAHÍA							COSTA						
			Ap	As	C	La	Lg	Lp	P	Ap	As	La	Lg	Ls	Lsa	P
		<i>mammosa</i>			D	D	A			C		S	D			
		<i>tourneforti</i>			R		E			E		C	C			
	<i>Muricea</i>	<i>muricata</i>			R		E					R	R			
	<i>Muriceopsis</i>	<i>flavida</i>			E	E	E			C		E	C			
	<i>Plexaura</i>	<i>flexuosa</i>			C		E			E		E	A			
		<i>homomalla</i>			C							R	E			
	<i>Plexaurella</i>	<i>dichotoma</i>				E	E			E		R	R			
		<i>grandiflora</i>					E									
		<i>nutans</i>				C	C			C		E	E	D		
	<i>Pseudoplexaura</i>	<i>porosa</i>				E				E		E	R			
<b>No de especies</b>			<b>1</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0</b>

Arenal profundo (Ap), Arenal somero (As), Pastizal (P), Laja con algas (La), Laja con sedimentos (Ls), Laja con sedimentos y algas (Lsa), Laja con gorgonáceos (Lg), Laja con pedacería (Lp), Cresta arrecifal (C).

• **Abundancia y riqueza específica**

La densidad más alta se encontró en el ambiente Lg de la Sección Costa, con 8.4 ind/m<sup>2</sup>, mientras que los valores más bajos se ubicaron en los ambientes As, Lp y P de la Sección Bahía y los ambientes As y P de la Sección Costa, en las cuales no hubo registros. En relación a la riqueza específica, también se observó la cifra más alta en los ambientes Lg y La de la Sección Costa, con 17. Por el contrario, los números más bajos se obtuvieron en los ambientes previamente mencionados con la menor densidad, debido a la ausencia de registros (Figura 4.69).

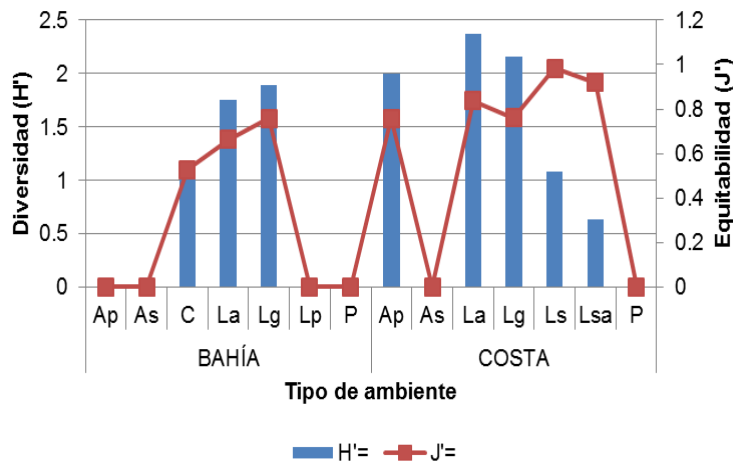
Figura 4.69. Abundancia y riqueza específica de GORGONÁCEOS para el SAR del Proyecto.



- **Diversidad y equitabilidad**

La mayor diversidad se encontró en el ambiente La de la Sección Costa, con un valor de 2.36. Los ambientes menos diversos fueron Ap, As, Lp y P en la Sección Bahía, así como As y P en la Sección Costa, sin registros de gorgonáceos. En términos de equitabilidad, el valor más alto se encontró en el ambiente Ls, de la Sección Costa, con 0.98. Como en el caso de la diversidad, la cifra más baja se obtuvo en los ambientes previamente reportados sin registros (Figura 4.70).

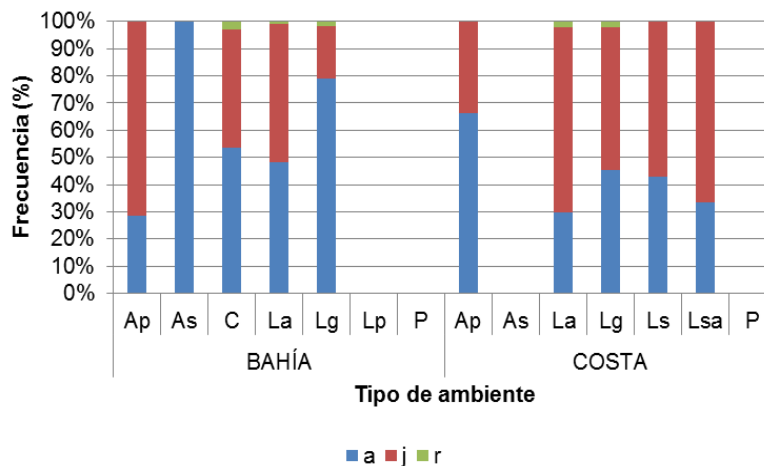
**Figura 4.70. Diversidad de GORGONÁCEOS para el SAR del Proyecto. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J').**



- **Estructura de tallas**

En las dos Secciones consideradas fueron diferentes las tallas con mayores frecuencias, ya que en la Sección Bahía hubo un mayor número de ambientes donde predominaron los adultos. Por el contrario, en la Sección Costa se registraron un mayor número de ambientes en los cuales fueron superiores las frecuencias de juveniles (Figura 4.71).

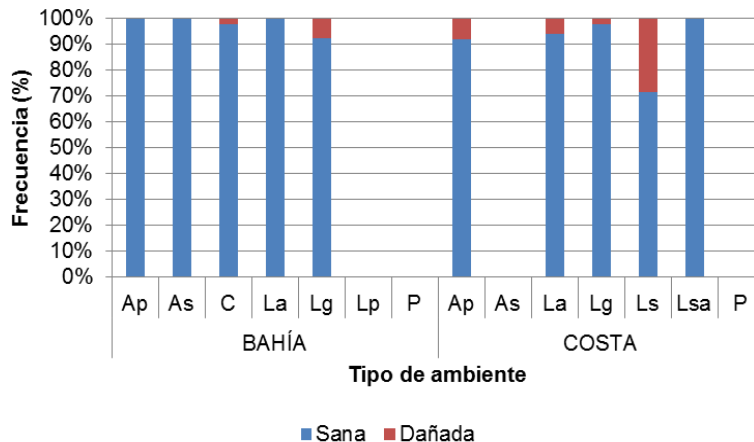
**Figura 4.71. Frecuencia de estructura de tallas para GORGONÁCEOS para el SAR del Proyecto.**



- **Condiciones del organismo**

Se encontraron colonias dañadas en 2 de los 5 ambientes de la Sección Bahía y 4 de los 5 ambientes de la Sección Costa, aunque con diferentes frecuencias. El ambiente Ls fue donde se registró la mayor frecuencia de daño en toda el área de estudio, con 28.5%. El tipo de daño registrado fue principalmente el sobrecrecimiento de algas, aunque las frecuencias fueron bajas en los demás ambientes (Figura 4.72).

**Figura 4.72. Condición del organismo para GORGONÁCEOS para el SAR del Proyecto. Sana = colonia sin tejido dañado, Daño = presenta algún tipo de afectación.**



#### 4.3.2.5.3.3. Ictiofauna (peces arrecifales)

- **Distribución y composición de especies**

Se registró un total de 86 especies, distribuidas en 51 géneros y 33 familias. En la sección Bahía la especie *Canthigaster rostrata*, estuvo presente en cuatro de los siete ambientes, el mayor número de ambientes; siendo dominante en Lp, La y AP. La especie *Acanthurus coeruleus*, también se registró en cuatro de los siete ambientes, siendo solo abundante en P, común en La, escaso en As y raro en C. El ambiente Lg solo registró dos especies siendo estas dos dominantes. En la sección Costa, la especie *Canthigaster rostrata*, también fue la que aportó una mayor presencia con respecto a los ambientes ocupados, registrándose en seis de los siete ambientes de esta sección; siendo dominante en Ap, Lg y en P; Abundante en La y raro en Ls. La especie *Sparisoma radians*, se registró en cinco ambientes, siendo raro en La, Lg, Ls y Lsa, mientras que en Ap fue común. Se observaron tres especies que no fueron registradas dentro del transecto (Tabla 4.18).

Tabla 4.18. Listado de especies y abundancia relativa de PECES ARRECIFALES para el SAR del Proyecto. D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%).

Familia	Género	Especie	BAHÍA							COSTA						
			Ap	As	C	La	Lg	Lp	P	Ap	As	La	Lg	Ls	Lsa	P
Acanthuridae	<i>Acanthurus</i>	<i>bahianus</i>					D						R			
		<i>chirurgus</i>			E							E	E	C	C	
		<i>coeruleus</i>		E	R	C			A			E	E	E	E	
Aulostomidae	<i>Aulostomus</i>	<i>maculatus</i>									*	R				
Balistidae	<i>Balistes</i>	<i>vetula</i>											R			
Bothidae	<i>Bothus</i>	<i>lunatus</i>										*				
Carangidae	<i>Caranx</i>	<i>ruber</i>				*			A			E	E	R		
Chaetodontidae	<i>Chaetodon</i>	<i>capistratus</i>		E	E							R	R	R	R	
		<i>ocellatus</i>	E		R				E		R	R		R		
		<i>striatus</i>										R		R		
Congridae	<i>Heteroconger</i>	<i>longissimus</i>	C													
Dasyatidae	<i>Dasyatis</i>	<i>americana</i>								*						
Gerreidae	<i>Gerres</i>	<i>cinereus</i>										R		R		
Gobiidae	<i>Ctenogobius</i>	<i>saepepallens</i>				R				E		R				
Grammatidae	<i>Gramma</i>	<i>loreto</i>		E												
Haemulidae	<i>Anisotremus</i>	<i>surinamensis</i>											R			
		<i>virginicus</i>		E	E											
	<i>Haemulon</i>	<i>carbonarium</i>			E											
		<i>flavolineatum</i>		D	A								E		C	A
		<i>melanurum</i>			C								R			
		<i>plumieri</i>		A					D	A			R			
		<i>sciurus</i>			R	E										E
<i>striatum</i>			E										E			
Holocentridae	<i>Holocentrus</i>	<i>adsecensionis</i>			R											
Kyphosidae	<i>Kyphosus</i>	<i>sectatrix</i>										E				
Labridae	<i>Bodianus</i>	<i>rufus</i>			R											
	<i>Clepticus</i>	<i>parrae</i>			R											
	<i>Halichoeres</i>	<i>bivittatus</i>	E			D			D			A	E	A	A	
		<i>flavolineatum</i>										R				
		<i>garnoti</i>			E	R										
		<i>maculupina</i>			R								R			
		<i>poeyi</i>				E			E		E		R	E		R
		<i>radiatus</i>			R								R	R	R	R
	<i>Lachnolaimus</i>	<i>maximus</i>		E												
<i>Thalassoma</i>	<i>bifasciatum</i>		A	A	E						A	A	A	A		
<i>Xyrichtys</i>	<i>martinicensis</i>								E							
Labrisomidae	<i>Malaccoctenus</i>	<i>triangulatus</i>										R	R	R		
		<i>versicolor</i>										R	R		R	



Familia	Género	Especie	BAHÍA							COSTA						
			Ap	As	C	La	Lg	Lp	P	Ap	As	La	Lg	Ls	Lsa	P
Lutjanidae	<i>Lutjanus</i>	<i>analís</i>								E						
		<i>apodus</i>			R							R				
		<i>synagris</i>										R		R	R	
	<i>Ocyurus</i>	<i>chrysurus</i>			R								R			
Monacanthidae	<i>Cantherhines</i>	<i>macrocerus</i>													R	
		<i>pullus</i>			R							R			R	
Mullidae	<i>Pseudopeneus</i>	<i>maculatus</i>			E							R	R			
Muraenidae	<i>Gymnothorax</i>	<i>funebis</i>			R									R		
		<i>miliaris</i>										*				
		<i>moringa</i>												R		
Opistognathidae	<i>Opistognathus</i>	<i>aurifrons</i>	D							E						
Ostraciidae	<i>Acanthostracion</i>	<i>polygonius</i>								E						
		<i>polygonia</i>		E												
	<i>Lactophrys</i>	<i>trigonus</i>													R	
		<i>triqueter</i>		E												
Pempheridae	<i>Pempheris</i>	<i>schomburgkii</i>										E		C		
Pomacanthidae	<i>Holocanthus</i>	<i>ciliaris</i>			R											
		<i>tricolor</i>			R											
	<i>Pomacanthus</i>	<i>arcuatus</i>			R							R	R		R	
		<i>paru</i>										R	R	R		
Pomacentridae	<i>Abudefduf</i>	<i>saxatilis</i>			A			D				A		D	D	
	<i>Chromis</i>	<i>cyanea</i>										R	R			
		<i>multilineata</i>			R								R			
	<i>Microspathodon</i>	<i>chrysurus</i>			E											
	<i>Stegastes</i>	<i>diencaeus</i>			A			C				C		C	A	
		<i>leucostictus</i>										R				
		<i>partitus</i>				A						C	A	E	E	
		<i>planifrons</i>		E	C									R	R	
<i>variabilis</i>											R			R		
Scaridae	<i>Nicholsina</i>	<i>usta</i>				E						R	R			
	<i>Scarus</i>	<i>iseri</i>			E	R							R			
		<i>taeniopterus</i>		E												
	<i>Sparisoma</i>	<i>atomarium</i>								C						
		<i>aurofrenatum</i>			R											
		<i>chrysopteron</i>			E							R				
		<i>radians</i>				C			C	C		R	R	R	R	
<i>viride</i>				R	*		C				R	R	E	E		
Scianidae	<i>Pareques</i>	<i>acuminatus</i>									R		R	R		
Scorpaenidae	<i>Pterois</i>	<i>volitans</i>				E						R		R	R	
	<i>Scorpaena</i>	<i>plumieri</i>													R	

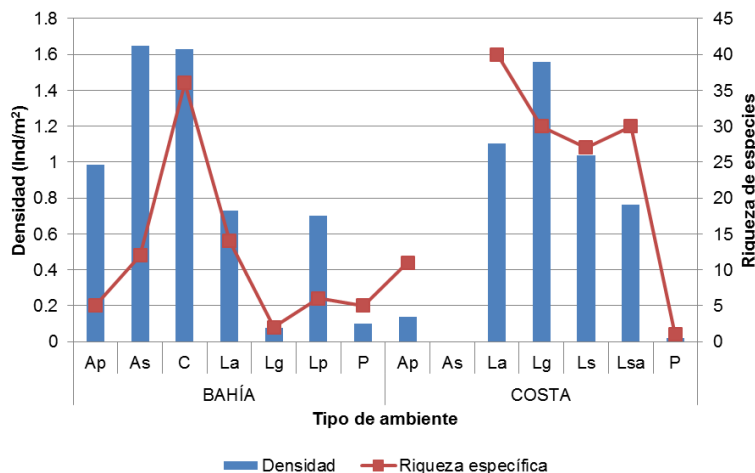
Familia	Género	Especie	BAHÍA							COSTA						
			Ap	As	C	La	Lg	Lp	P	Ap	As	La	Lg	Ls	Lsa	P
Serranidae	<i>Epinephelus</i>	<i>fulva</i>											R			
	<i>Rypticus</i>	<i>saponaceus</i>			R											
	<i>Serranus</i>	<i>tigrinus</i>				R						R	R			
Sparidae	<i>Calamus</i>	<i>calamus</i>					D									
Sphyraenidae	<i>Sphyraena</i>	<i>barracuda</i>										R				
Tetraodontidae	<i>Canthigaster</i>	<i>rostrata</i>	D		E	D		D		D		A	D	R	E	D
	<i>Sphoeroides</i>	<i>spengleri</i>									*				R	
Urobatidae	<i>Urobatis</i>	<i>jamaicensis</i>								E				R	R	
<b>No de especies</b>			<b>5</b>	<b>12</b>	<b>36</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>40</b>	<b>30</b>	<b>27</b>	<b>30</b>	<b>1</b>

Arenal profundo (Ap), Arenal somero (As), Pastizal (P), Laja con algas (La), Laja con sedimentos (Ls), Laja con sedimentos y algas (Lsa), Laja con gorgonáceos (Lg), Laja con pedacería (Lp), Cresta arrecifal (C).

• **Abundancia y riqueza específica**

En la sección Bahía el ambiente As obtuvo la mayor densidad de peces con 1.7 ind/m<sup>2</sup>, seguido por el ambiente C con 1.6 ind/m<sup>2</sup> y presentando la mayor riqueza para la Bahía con 36 especies. Los ambientes con los menores valores en Bahía fueron P con 0.1 ind/m<sup>2</sup> y una riqueza de 5 especies, y el ambiente Lg, con los valores más bajos con 0.08 ind/m<sup>2</sup> y solo dos especies registradas. En la sección Costa el más alto número de peces se registró en el ambiente Lg con 1.6 ind/m<sup>2</sup> y una riqueza de 30 especies; mientras que la mayor riqueza, para todos los ambientes, se obtuvo en La con 40 especies de peces. El ambiente P en Costa fue la que obtuvo los valores más bajos de estas variables para esta caracterización, sin considerar el ambiente As donde no se registraron peces, con solo una densidad de 0.02 ind/m<sup>2</sup> y una sola especie observada (Figura 4.73).

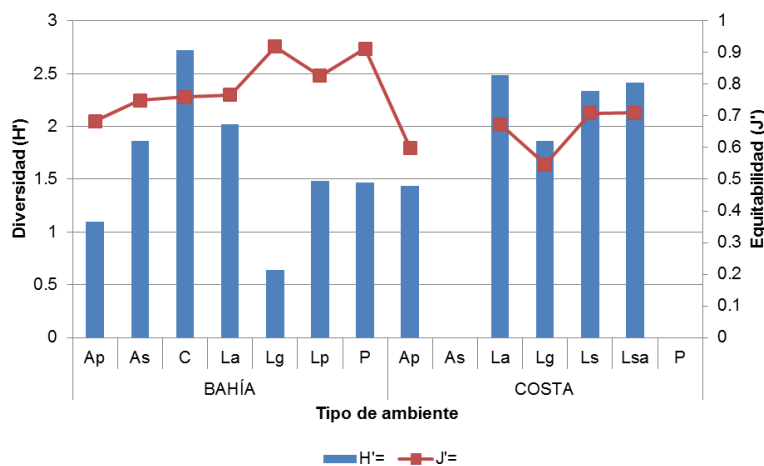
Figura 4.73. Abundancia y Riqueza específica de PECES ARRECIFALES para el SAR del Proyecto.



- **Diversidad y equitabilidad**

En la sección Bahía la mayor diversidad se registró en el ambiente C con un valor de  $H' = 2.7224$  y una equitabilidad de  $J' = 0.7997$ ; seguido por el ambiente La con una diversidad de  $H' = 2.0230$  y una equitabilidad de  $J' = 0.7666$ ; los ambientes con la mayor equitabilidad para Bahía fueron Lg con un valor de  $J' = 0.9182$  y P con un valor de  $J' = 0.9119$ ; con una diversidad de  $H' = 0.6365$  y  $H' = 1.4677$  respectivamente. En la sección Costa el ambiente La presentó el valor más alto de diversidad con  $H' = 2.4832$  y una equitabilidad de  $J' = 0.6731$ ; mientras que la mayor equitabilidad se registró en los ambientes Ls y Lsa con un valor de  $J' = 0.71$  en ambos, con una diversidad de  $H' = 2.3359$  y  $H' = 2.4153$  respectivamente. Para los ambientes As y P no obtuvieron datos para poder determinar estos índices (Figura 4.74).

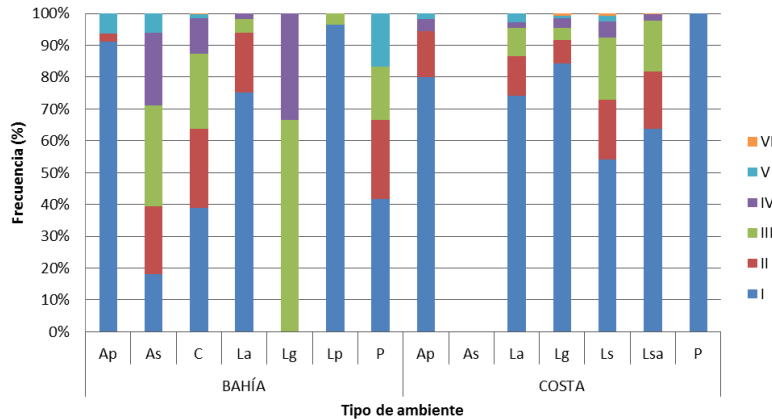
Figura 4.74. Diversidad de PECES ARRECIFALES para el SAR del Proyecto. Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), Equitabilidad ( $J'$ ).



- **Estructura de tallas**

Se determinaron seis categorías de tallas, en la sección Bahía el único ambiente que presentó todas las categorías fue C, donde dominaron los peces pequeños representados por la categoría I con una frecuencia de registro del 39%, seguidos por las categorías II y III con una frecuencia de 24.8% y 23.6% respectivamente; el ambiente As registró las primeras cinco categorías, dominando los peces medianos categoría III con una frecuencia de 31.8%. En los ambientes Ap, La, Lp, y P dominaron los peces categoría I, de acuerdo a la frecuencia registrada para cada ambiente, con valores que van del 41% al 91.1%; finalmente en el ambiente Lg solo se observaron peces medianos de las categorías III y IV, dominando los peces de la primera categoría mencionada con una frecuencia de 66.7%. En la sección Costa los ambientes Lg y Ls presentaron las seis categorías de talla, en ambos dominaron los peces pequeños con una frecuencia del 84.3% y 54.0% respectivamente. Los ambientes La y Lsa registraron cinco categorías; en el primer ambiente dominaron los peces categoría I con 74.1%, mientras que la mayor categoría registrada fue la V con una frecuencia del 2.9%. En el ambiente Lsa también se presentó dominancia de los peces pequeños categoría I con un 63.8% de frecuencia. En el ambiente P solo se observaron peces categoría I, mientras que en el ambiente As no se registraron peces (Figura 4.75).

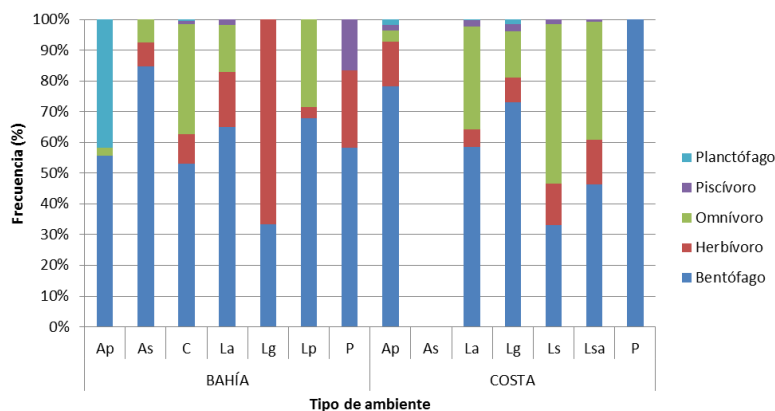
Figura 4.75. Estructura de tallas para PECES ARRECIFALES para el SAR del Proyecto. I <5 cm, II=5-10 cm, III=10-20 cm, IV=20-30, V>25 cm de longitud.



• **Grupos funcionales**

En la sección Bahía el ambiente C presentó el espectro completo de grupos tróficos, donde los peces bentófagos aportaron la mayor frecuencia con 53.1%, seguido por los peces omnívoros con una frecuencia de registro del 35.9%, los peces herbívoros aportaron un 9.51% y los piscívoros y planctófagos aportaron 0.9% y 0.6% de frecuencia. El ambiente La registró cuatro de los cinco grupos tróficos definidos, siendo los más abundantes los peces bentófagos con 65% de frecuencia. Los ambientes Ap, As, Lp y P presentaron tres grupos tróficos, en todos ellos dominaron los bentófagos con una frecuencia superior al 55%; finalmente en el ambiente Lg, solo se registraron dos grupos tróficos, donde dominaron los peces herbívoros con un 66.7%. En la sección Costa, los ambientes Ap, La y Lg registraron el espectro completo de grupos tróficos, donde dominaron los peces bentófagos con una frecuencia de 78.2%, 58.6% y 73.1% respectivamente. En los ambientes Ls y Lsa se observaron cuatro grupos tróficos, dominando los peces omnívoros con 52% de frecuencia en el primer ambiente mencionado; mientras que en Lsa los peces bentófagos aportaron la mayor frecuencia con 46.2% (Figura 4.76).

Figura 4.76. Grupos tróficos para PECES ARRECIFALES para el SAR del Proyecto. Bento=Bentófago, Herbi=Herbívoro, Ictio=Ictiófago, Omni=Omnívoro; Planc=Planctófago.



4.3.2.5.3.4. Vegetación marina (macroalgas y pastos marinos)

• **Distribución y composición de especies**

Se registró un total de 74 especies, distribuidas en 41 géneros y 5 divisiones. Las especies con mayor distribución en todos los ambientes son *Rhipocephalus phoenix* y las de los géneros *Halimeda* spp. y *Penicillus* spp., ya que se encuentran con una abundancia importante en la mayoría de los ambientes. Todas estas especies son algas verdes calcáreas de crecimiento erecto, y son muy abundantes en los ambientes con presencia de sedimentos. En el caso de los ambientes de Pastizal, las especies con mayor cobertura son los pastos marinos, con una importante presencia de algas verdes de crecimiento erecto. Mientras que los ambientes de arenales, tanto profundo como somero, la presencia de macroalgas es escasa, encontrando principalmente las especies de algas verdes calcáreas con crecimiento erecto que son comunes para la mayoría de los ambientes (Tabla 4.19).

**Tabla 4.19. Listado de especies y abundancia relativa de la VEGETACIÓN MARINA para el SAR del Proyecto. D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%).**

División	Género	Especie	BAHÍA							COSTA						
			Ap	As	C	La	Lg	Lp	P	Ap	As	La	Lg	Ls	Lsa	P
Chlorophyta	<i>Acetabularia</i>	<i>crenulata</i>													R	
	<i>Avrainvillea</i>	<i>asarifolia</i>	A	C		E	C	E	R	C	A	E	C	R	C	
		<i>fulva</i>												R	R	
	<i>Caulerpa</i>	<i>cupressoides</i>				E						C		R	R	
		<i>paspaloides</i>										R	R		R	
		<i>prolifera</i>							R			E			R	
		<i>verticillata</i>		A	E							R				
	<i>Dasya</i>	<i>harveyi</i>								C						
	<i>Dasycladus</i>	<i>vermicularis</i>											E			
	<i>Derbesia</i>	<i>marina</i>				E						E		D	C	
		<i>sp.</i>										E				
	<i>Dictyosphaeria</i>	<i>cavernosa</i>				R										
	<i>Halimeda</i>	<i>cryptica</i>					E									
		<i>gracilis</i>					E	E	C	E		R				
		<i>incrassata</i>				E			A	E		R		E	R	
		<i>lacrimosa</i>											R			
		<i>opuntia</i>			A			E				E	E			
		<i>scabra</i>			E	E										
		<i>tuna</i>			E	E	E		R			C	C	E	E	E
	<i>Neomeris</i>	<i>annulata</i>					E					R			R	
	<i>Penicillus</i>	<i>capitatus</i>							E			E	E	R	R	
		<i>dumetosus</i>			R	E			E	E		E	E	C	R	A
		<i>lamourouxii</i>							R						R	E
		<i>longicaulis</i>										R				
		<i>pyriformis</i>	A		E	D				E						
	<i>Rhipilia</i>	<i>tomentosa</i>				C			E							
	<i>Rhipocephalus</i>	<i>dumetosus</i>	A													
		<i>phoenix</i>	D	C	E	A	D	E	E	D	D	A	D	C	E	E

División	Género	Especie	BAHÍA							COSTA							
			Ap	As	C	La	Lg	Lp	P	Ap	As	La	Lg	Ls	Lsa	P	
	Udotea	<i>cyathiformis</i>				E	E		E				R				
		<i>fibrosa</i>				E			R	E		E			R		
		<i>flabellum</i>											E				
		<i>occidentalis</i>										R			E		
		<i>spinulosa</i>	A			C				R		R			R		
		<i>wilsonii</i>								R		R			R		
	Valonia	<i>macrophysa</i>				R						R					
Phaeophyta	Dictyosphaeria	<i>cavernosa</i>													R		
	Dictyota	<i>bartayresiana</i>			E					E		R			E		
		<i>cavernosa</i>										R					
		<i>cervicornis</i>										R			R		
		<i>crenulata</i>			E	E				R		C	C	R	E		
		<i>menstrualis</i>			C							R	R				
		<i>pinnatifida</i>			C	E						E					
		<i>pulchella</i>		A	R	R						C		A	R		
	Lobophora	<i>variegata</i>			R												
	Padina	<i>sp.</i>			R							E		E			
	Sargassum	<i>fluitans</i>				E	E			C		R	R		E		
		<i>natans</i>										R	E				
Styopodium	<i>zonale</i>			R							E						
Rhodophyta	Acanthophora	<i>spicifera</i>							E		E	E			C		
	Amphiroa	<i>fragilissima</i>		C	E	E			R		E	R			R		
		<i>rigida</i>		C	E	R						R	E				
	Bostrychia	<i>tenella</i>									E				A		
	Bryothamnion	<i>triquetrum</i>						D									
	Ceramium	<i>nitens</i>						D			R						
	Chondria	<i>litoralis</i>													E		
	Dasya	<i>harveyi</i>								C							
		<i>ocellata</i>				R			R								
	Galaxaura	<i>marginata</i>			R												
		<i>rugosa</i>											R				
		<i>sp.</i>										R					
	Gracilaria	<i>caudata</i>										R		E	R		
	Heterosiphonia	<i>gibbesii</i>							R			R			C		
	Hydrolithon	<i>boergesenii</i>		D	D							C		D	C		
	Laurencia	<i>papillosa</i>										C		A	A		
		<i>poiteaui</i>				C			R	A		E	C	R	E		
	Liagora	<i>ceranoides</i>				R											
	Neogoniolithon	<i>strictum</i>										E			E		
	Porolithon	<i>pachydermum</i>			A												
Wurdemannia	<i>miniata</i>				E						E			A			
Magnoliophyta	Halodule	<i>wrightii</i>							E							A	
	Syringodium	<i>filiforme</i>							D							A	
	Thalassia	<i>testudinum</i>				C		C	A							E	

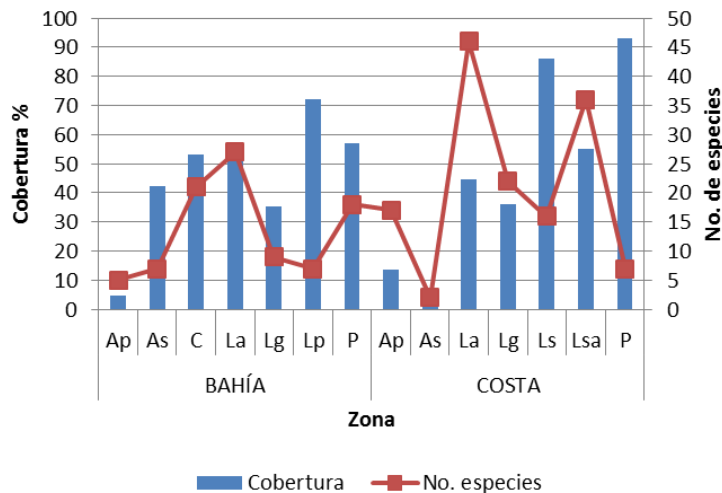
División	Género	Especie	BAHÍA							COSTA						
			Ap	As	C	La	Lg	Lp	P	Ap	As	La	Lg	Ls	Lsa	P
Cyanobacteria	<i>Lyngbya</i>	<i>sp.</i>			R	E	E					E	C		E	
	<i>Symploca</i>	<i>hydroides</i>										R				
<b>No. de especies</b>			<b>5</b>	<b>7</b>	<b>21</b>	<b>27</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>2</b>	<b>46</b>	<b>22</b>	<b>16</b>	<b>36</b>	<b>7</b>

Arenal profundo (Ap), Arenal somero (As), Pastizal (P), Laja con algas (La), Laja con sedimentos (Ls), Laja con sedimentos y algas (Lsa), Laja con gorgonáceos (Lg), Laja con pedacería (Lp), Cresta arrecifal (C).

- Abundancia y riqueza específica**

La cobertura de macroalgas en el área de estudio es muy variable, en función del tipo de ambiente. Los ambientes de arenal, tanto somero como profundo (Ap, As), son los que tienen menor cobertura y número de especies, en un rango que va de 2 a 17 especies, y de 4 a 42% de cobertura. Los ambientes que tienen sustrato rocoso, como la Cresta (C) y todos los que tienen laja (La, Lg, Lp, Ls y Lsa) tienen valores medios de abundancia y riqueza específica, en un intervalo que va de 7 a 36 especies, y una cobertura de 35 a 86%. Los ambientes de Pastizal (P) tienen muy bajo número de especies (7 especies) pero coberturas muy altas que van del 57 al 93%. Entre las 2 secciones, de manera general los ambientes de la sección Bahía tienen menor presencia de algas, tanto de riqueza específica como de cobertura, en comparación con la sección Costa (Figura 4.77).

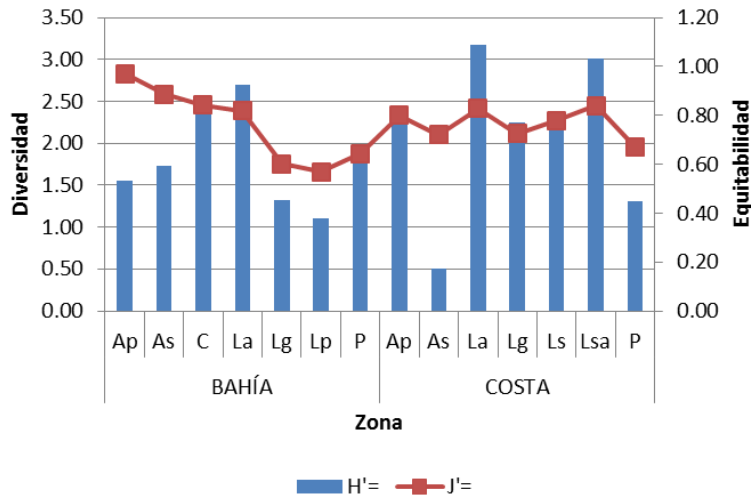
Figura 4.77. Abundancia y Riqueza específica de VEGETACIÓN MARINA para el SAR del Proyecto.



- Diversidad y equitabilidad**

La diversidad de algas varía de 0.50 a 3.17 en los diferentes ambientes de las 2 secciones. Los valores de diversidad más altos se registraron en el ambiente Laja con algas (La) y Laja con sedimento y algas (Lsa) de la sección Costa; mientras que el valor más bajo se estimó para el ambiente Arenal somero (As) de esta misma sección. Los valores de equitabilidad mostraron una variación de 0.57 a 0.97 (Figura 4.78).

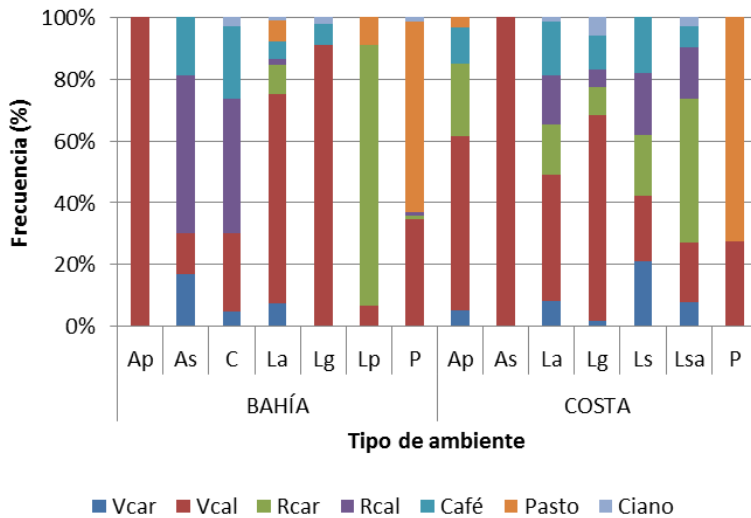
Figura 4.78. Diversidad de VEGETACION MARINA para el SAR del Proyecto. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J').



• **Grupos funcionales**

En la sección bahía se observa que los diferentes ambientes tienen una mayor presencia de algas verdes calcáreas y de rojas calcáreas, en comparación con lo que se observó en la sección Costa. La presencia de cianobacterias se observó en baja proporción únicamente en los ambientes de sustrato rocoso, como la Cresta (C) y los de laja (La, Lg, Lp, Ls y Lsa). Evidentemente, los ambientes de Pastizal (P) tienen dominancia de especies de pasto marino (Figura 4.79).

Figura 4.79. Grupos taxonómicos para VEGETACIÓN MARINA para el SAR del Proyecto. Vcar=Clorofitas carnosas, Vcal=Clorofitas calcáreas, Rcar=Rodofitas carnosas, Rcal=Rodofitas calcáreas, Café=Feofitas, Pasto=Magnoliofitas, Ciano=Cianobacterias.





### 4.3.2.5.3.5. Invertebrados

En el área de estudio se registraron un total de 8 grupos de invertebrados: anélidos, anémonas, coralimorfos, crustáceos, equinodermos, esponjas, moluscos y zoántidos; pertenecientes a 45 especies, 38 géneros y 36 familias. El ambiente donde se encontró el mayor número de especies fue La de la Sección Costa, con 30. De manera opuesta, en esa misma Sección se encontraron las cifras más bajas de riqueza de especies en los ambientes As y P, sin ningún registro. Las esponjas *Dysidea etheria* y *Cliona caribbaea* fueron las especies que se presentaron en el mayor número de ambientes en toda el área de estudio (Tabla 4.20).

Tabla 4.20. Listado de especies de INVERTEBRADOS para el SAR del Proyecto. X=Presencia de la especie.

Grupo	Familia	Género	Especie	BAHÍA							COSTA							
				Ap	As	C	La	Lg	Lp	P	Ap	As	La	Lg	Ls	Lsa	P	
Anélido	Sabellidae	<i>Bispira</i>	<i>brunnea</i>				X							X		X	X	
	Serpulidae	<i>Spirobranchus</i>	<i>giganteus</i>											X				
Anémona	Actiniidae	<i>Condylactis</i>	<i>gigantea</i>				X											
	Stichodactylidae	<i>Stichodactyla</i>	<i>helianthus</i>										X	X				
Coralimorfo	Ricordeidae	<i>Ricordea</i>	<i>florida</i>							X			X	X				
Crustáceo	Coenobitidae	<i>Coenobita</i>	<i>sp</i>								X							
	Inachidae	<i>Stenorhynchus</i>	<i>seticornis</i>	X			X				X		X					
	Palaemonidae	<i>Periclimenes</i>	<i>yucatanicus</i>										X	X				
	Palinuridae	<i>Panulirus</i>	<i>argus</i>										X				X	
Equinodermo	Cidaridae	<i>Eucidaris</i>	<i>tribuloides</i>										X		X	X		
	Diadematidae	<i>Diadema</i>	<i>antillarum</i>			X	X						X	X	X			
	Echinometridae	<i>Echinometra</i>	<i>viridis</i>			X							X	X	X	X		
	Mellitidae	<i>Mellita</i>	<i>quinqüesperforata</i>	X							X							
	Ophiasteridae	<i>Linckia</i>	<i>guildingii</i>											X				
	Ophionereididae	<i>Ophionereis</i>	<i>reticulata</i>														X	
	Oreasteridae	<i>Oreaster</i>	<i>reticulatus</i>						X									
Esponja	Aplysinidae	<i>Aplysina</i>	<i>cauliformis</i>				X	X		X	X		X	X				
			<i>fistularis</i>				X			X			X	X				
			<i>fulva</i>				X	X			X		X	X				
	Axinellidae	<i>Dragmacidon</i>	<i>sp</i>										X	X				
			<i>Ptilocaulis</i>	<i>sp</i>										X				
	Callyspongiidae	<i>Callyspongia</i>	<i>vaginalis</i>								X		X	X				
	Clathrinidae	<i>Clathrina</i>	<i>canariensis</i>				X	X										
	Clionidae	<i>Anthosigmella</i>	<i>varians</i>				X	X		X	X		X	X	X			
			<i>Cliona</i>	<i>caribbaea</i>		X	X	X		X			X	X	X	X		X
	Desmacididae	<i>Desmapsamma</i>	<i>anchorata</i>	X		X	X	X					X		X			
	Dysideidae	<i>Dysidea</i>	<i>etheria</i>			X	X	X		X			X	X				X
	Iotrochotidae	<i>Iotrochota</i>	<i>birotulata</i>	X			X	X										
	Irciniidae	<i>Ircinia</i>	<i>campana</i>								X		X	X				

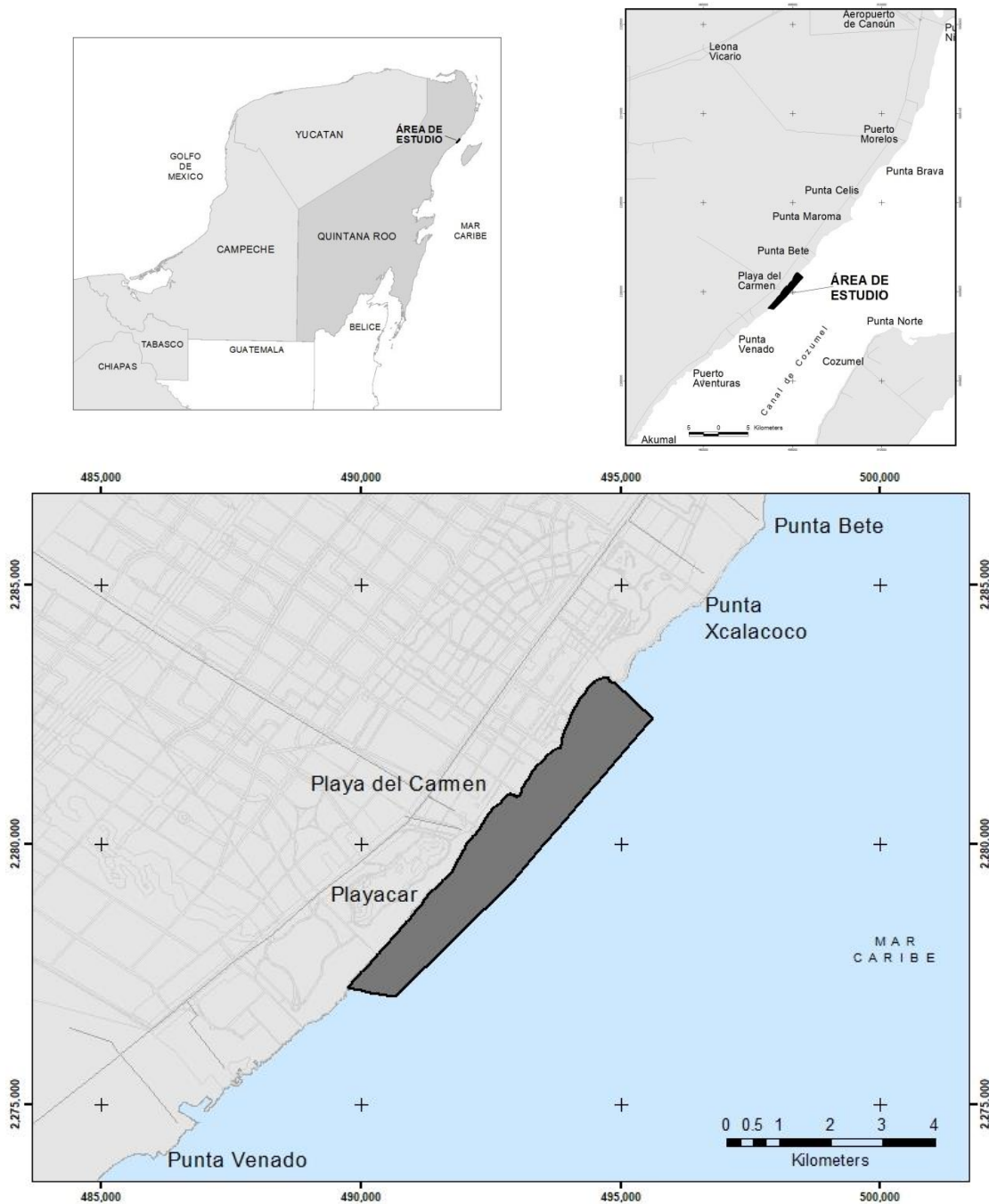
Grupo	Familia	Género	Especie	BAHÍA								COSTA						
				Ap	As	C	La	Lg	Lp	P	Ap	As	La	Lg	Ls	Lsa	P	
			<i>felix</i>									X		X		X	X	
			<i>strobilina</i>			X		X					X	X				
	Microcionidae	<i>Clathria</i>	<i>sp</i>										X					
	Petrosiidae	<i>Xestospongia</i>	<i>muta</i>										X					
	Pseudoceratinidae	<i>Pseudoceratina</i>	<i>crassa</i>			X					X		X					
	Tedaniidae	<i>Tedania</i>	<i>ignis</i>							X								
	Thorectidae	<i>Hyrtios</i>	<i>violaceus</i>										X				X	
Molusco	Aplysiidae	<i>Aplysia</i>	<i>sp</i>										X		X			
	Octopodidae	<i>Octopus</i>	<i>sp</i>										X				X	
			<i>vulgaris</i>														X	
	Ovulidae	<i>Cyphoma</i>	<i>gibbosum</i>			X							X	X				
	Ranellidae	<i>Charonia</i>	<i>variegata</i>								X						X	
	Strombidae	<i>Lobatus</i>	<i>costatus</i>								X							
			<i>gigas</i>											X			X	
<i>raninus</i>			X															
Zoántido	Sphenopidae	<i>Palythoa</i>	<i>caribaeorum</i>			X	X	X					X	X				
<b>No de especies</b>				<b>5</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>20</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	

Arenal profundo (Ap), Arenal somero (As), Pastizal (P), Laja con algas (La), Laja con sedimentos (Ls), Laja con sedimentos y algas (Lsa), Laja con gorgonáceos (Lg), Laja con pedacería (Lp), Cresta arrecifal (C).

#### 4.3.2.6. Resultados Polígono B

Durante los días 18 y 19 de agosto y 15 y 16 de septiembre del 2018 se llevó a cabo la caracterización del ambiente marino del Polígono B del SAR, siendo este polígono donde se desarrollará la actividad de extracción de arena (Figura 4.80). Cuenta con una superficie de 782.98 hectáreas y abarca una distancia lineal de 7.6 km de frente de playa.

Figura 4.80. Sistema ambiental regional, Polígono B.



El polígono B del SAR, para efectos del estudio de caracterización ambiental fue dividido en 2 secciones denominadas Arrecife (porción norte) y Arenales (porción sur) (Figura 4.81).

Figura 4.81. Polígono B del SAR: secciones Arrecife y Arenales.



Se establecieron un total de 30 transectos: 22 para la sección Arrecife y ocho para la sección Arenales (Figura 4.82 y Tabla 4.21).

Figura 4.82. Ubicación de los sitios de muestreo en el polígono B del SAR.



Tabla 4.21. Referencia geográfica de los sitios de muestreo, polígono B del SAR.

Sección	Ambiente	Abreviación	ID	X_COORD	Y_COORD
Arrecife	Arenal profundo	Ap	74	493663	2280536
			76	494087	2281273
			77	494517	2281520
			78	494497	2281872
			79	494996	2282055
			81	495324	2282343
	Cresta arrecifal	C	68	494033	2281729
			71	494584	2282410
			62	492084	2279381
	Laja con algas	La	65	493574	2281249
			67	493746	2281631
			73	494612	2282931
	Laja con gorgonáceos	Lg	69	494125	2281674
			70	494183	2281601
			72	495162	2282603
	Laja con pedacería	Lp	66	493620	2281559
	Laja con sedimentos y algas	Lsa	61	491820	2279380
			63	492528	2280184

Sección	Ambiente	Abreviación	ID	X_COORD	Y_COORD
			64	493140	2281003
	Pastizal	P	75	493618	2280832
			80	494725	2282169
Arenales	Arenal profundo	Ap	89	491603	2278558
	Estructura artificial	Ea	88	490174	2277605
	Laja con algas	La	83	490765	2277258
			86	490614	2277350
	Laja con gorgonáceos	Lg	87	490083	2277447
			90	491443	2278714
	Laja c/sedimentos	Ls	85	490674	2277315
	Pastizal	P	84	490209	2277378

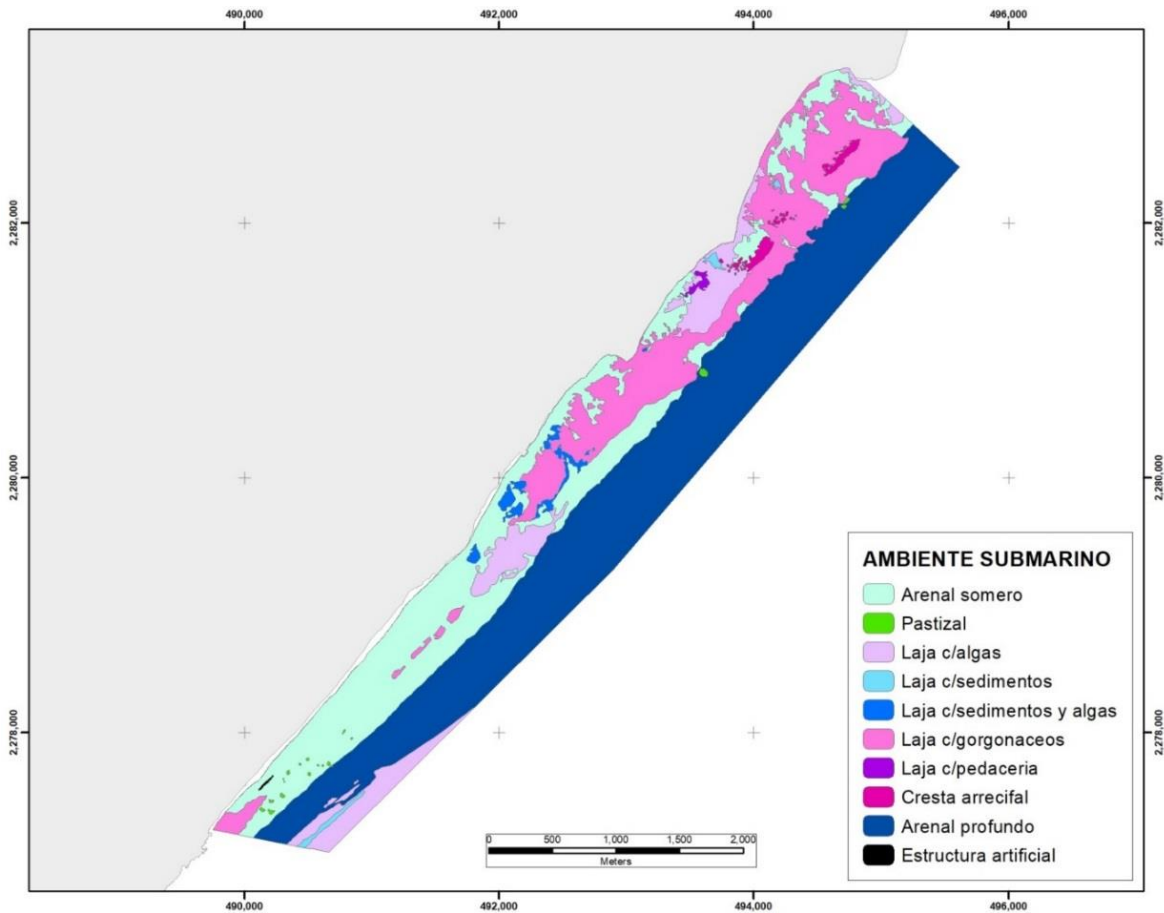
#### 4.3.2.7. Descripción de ambientes marinos

Como ya fue mencionado, en el apartado de resultados del SAR, en el polígono B, se reconocieron 10 tipos de ambientes marinos, en la Tabla 4.22 y Figura 4.83 se muestran las superficies que abarcan cada ambiente, así como la zonificación definida.

**Tabla 4.22. Superficie por tipo de ambiente en el polígono B del SAR.**

Ambiente	Abreviación	Superficie	
		ha	%
Arenal somero	As	205.74	26.3
Pastizal	P	1.32	0.2
Laja c/algas	La	66.75	8.5
Laja c/sedimentos	Ls	3.27	0.4
Laja c/sedimentos y algas	Lsa	8.68	1.1
Laja c/gorgonáceos	Lg	151.59	19.4
Laja c/pedacera	Lp	1.51	0.2
Cresta arrecifal	C	6.13	0.8
Arenal profundo	Ap	337.74	43.1
Estructura artificial	Ea	0.25	0.0

Figura 4.83. Mapa de ambientes, polígono B del SAR.



#### 4.3.2.7.1. Sección Arrecife

##### 4.3.2.7.1.1. Arenal profundo (Ap)

El ambiente del arenal profundo en la sección Arrecife forma una franja ancha y continua en la parte más profunda de la sección B, del polígono que se definió como SAR. El sustrato es de arena fina, con una comunidad biótica prácticamente nula. Solamente se registraron algunos ejemplares de gasterópodos de las especies *Strombus costatus* y *Cassia tuberosa*, y masas ovíferas de moluscos. También se registró la presencia muy escasa de algas verdes de crecimiento erecto de los géneros *Penicillus* y *Rhipocephalus*, así como el pasto marino de la especie *Halodule wrightii*. La profundidad en este tipo de ambiente es de 12 a 18 metros (Figura 4.84).

Figura 4.84. Arenal profundo en la sección Arrecife. Se observa el sustrato de arena fina (arriba izq.), con la presencia de pasto marino (arriba en medio) y algas verdes (arriba dcha.). Y la presencia de moluscos de la especie *Cassia tuberosa* (abajo izq.) *Strombus costatus* (abajo en medio.) y una masa ovígera de un molusco (abajo dcha.).



#### 4.3.2.7.1.2. Arenal somero (As)

El ambiente denominado Arenal somero se refiere a los arenales que se forman en las áreas someras, asociadas a la línea de costa, siendo extensiones de arena fina con escasa biota marina conspicua. El sustrato es de arena fina en su gran mayoría y en algunos sitios se observa una cubierta de cianobacteria sobre la capa de arena, algunas algas, y tanto hoyos como montículos de crustáceos. La profundidad en estos sitios varía de 0-3 metros (Figura 4. 85).



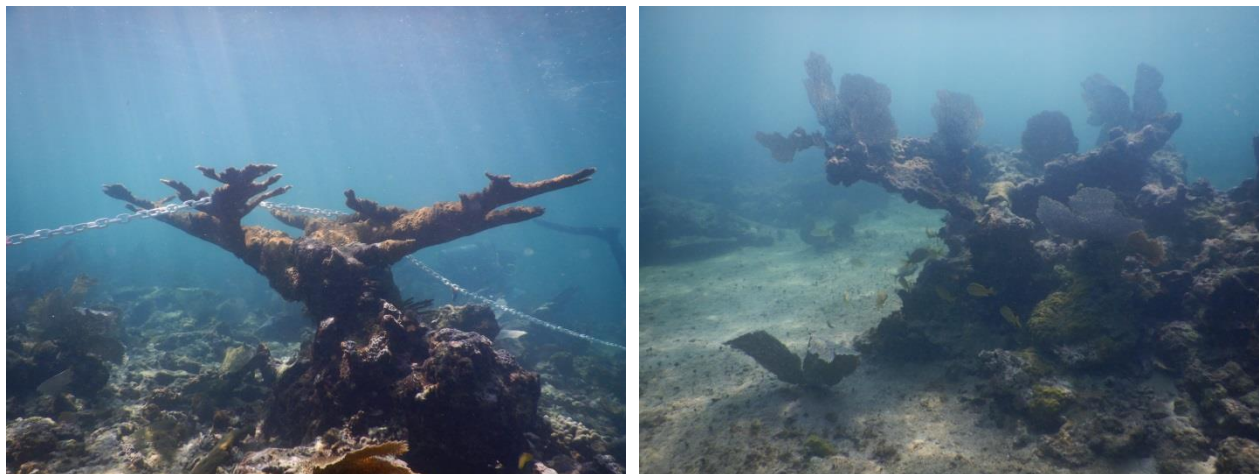
Figura 4. 85. Tipo de ambiente denominado Arenal somero dentro del SAR.



#### 4.3.2.7.1.3. Cresta arrecifal (C)

El ambiente denominado cresta arrecifal en la sección Arrecife corresponde a una estructura discontinua que representa la línea de cresta arrecifal que se forma en áreas aledañas, pero que en esta zona se presenta como parches aislados de mediana extensión. Este ambiente se caracteriza por tener una estructura heterogénea con alta presencia de corales escleractínios de crecimiento masivo y gorgonáceos, principalmente abanicos de mar del género *Gorgonia* spp. En este tipo de ambiente es donde se registró la mayor abundancia y riqueza de especies de coral, registrando la especie ramificada *Acropora palmata*; la cual está incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especies bajo protección especial. En este tipo de ambiente la abundancia y variedad de peces fue de las más elevadas, debido a la heterogeneidad ambiental que caracteriza estos sitios, siendo las especies más abundantes las del género *Haemulon* sp. Este ambiente tiene una profundidad que va de 1 a 3 metros (Figura 4.86).

Figura 4.86. Cresta en la sección Arrecife. Se observa la estructura formada por esqueletos de coral, que le da complejidad y heterogeneidad al ambiente, y una mayor presencia de corales y gorgonáceos.



#### 4.3.2.7.1.4. Laja con algas (La)

El ambiente de laja con algas en la sección Arrecife es un área poco extensa que abarca un área cercana de la parte media de esta sección contigua a la línea de costa. La abundancia de algas varía entre sitios, encontrando algunos con una alta cobertura donde abundan las especies de algas verdes de crecimiento erecto como son *Rhipocephalus phoenix*, *Penicillus dumetosus* y *Caulerpa paspaloides*. La presencia de gorgonáceos en forma de candelabro y arborescentes de los géneros *Eunicea* y *Plexaura* son comunes. El sustrato es de laja calcárea lisa, cubierta de sedimentos y algas. El rango de profundidad en este tipo de ambiente es muy amplio, y va desde los 0 hasta los 5 metros (Figura 4.87).

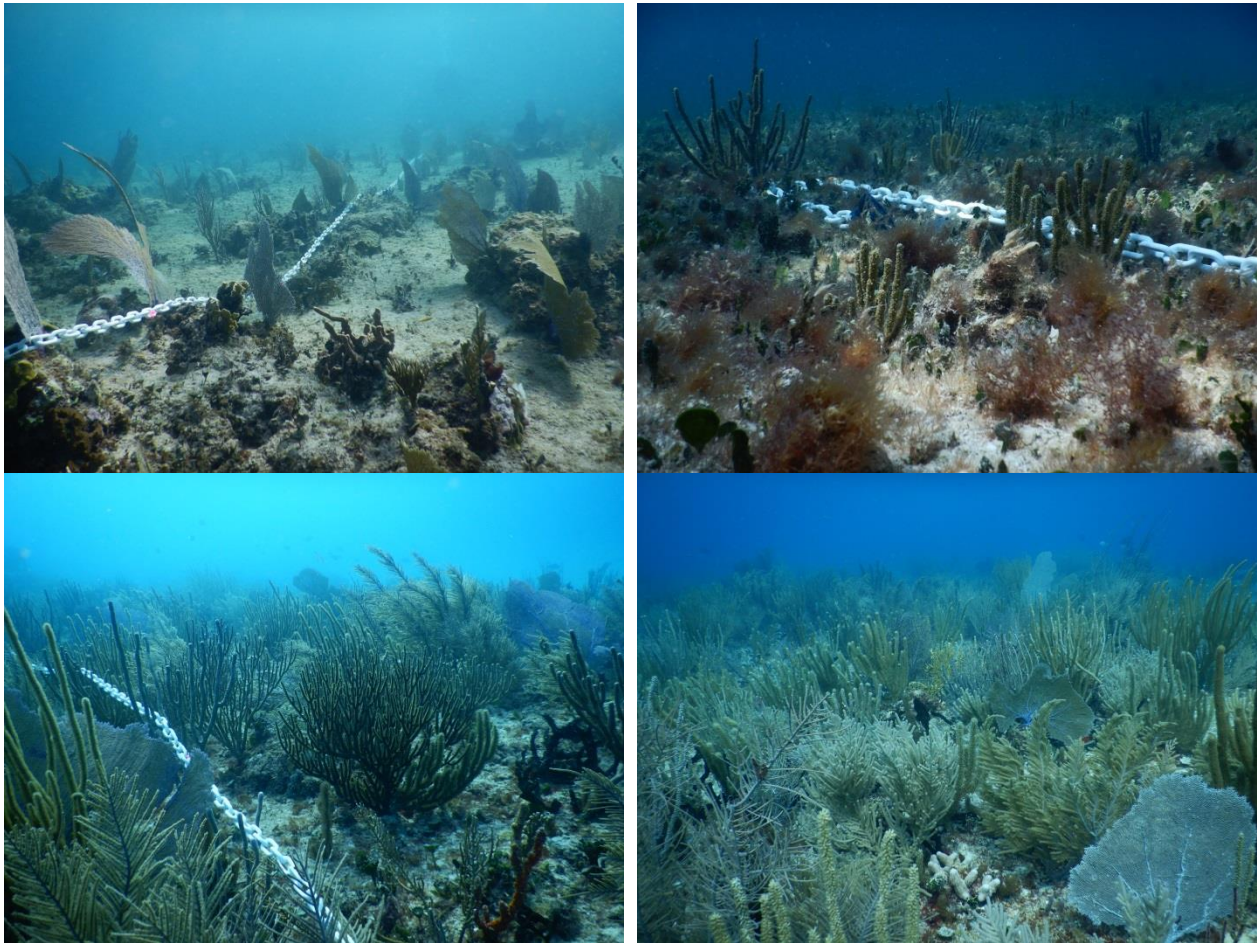
Figura 4.87. Laja con algas en la sección Arrecife. Planicie somera (arriba) y parte profunda (abajo).



#### 4.3.2.7.1.5. Laja con gorgonáceos (Lg)

El ambiente de laja con gorgonáceos en la sección Arrecife es un área amplia y extendida a lo largo de toda la sección, formando una franja más o menos continua que va desde la línea de costa en algunos sitios, hasta el arenal profundo. El sustrato está formado por una placa de laja lisa en donde la presencia de gorgonáceos es más abundante, y la presencia de algas puede variar, desde ser muy escasa a muy una alta cobertura algal. En algunos sitios se llega a formar un desnivel de la laja calcárea que da lugar a un escalón, antes de llegar a la base de arena en el ambiente arenal profundo. La especie dominante en este tipo de ambiente es el gorgonáceo de la especie *Pterogorgia anceps*, seguida de otras especies del género *Eunicea sp.* La profundidad en este tipo de ambiente es de 3 a 12 metros (Figura 4.88).

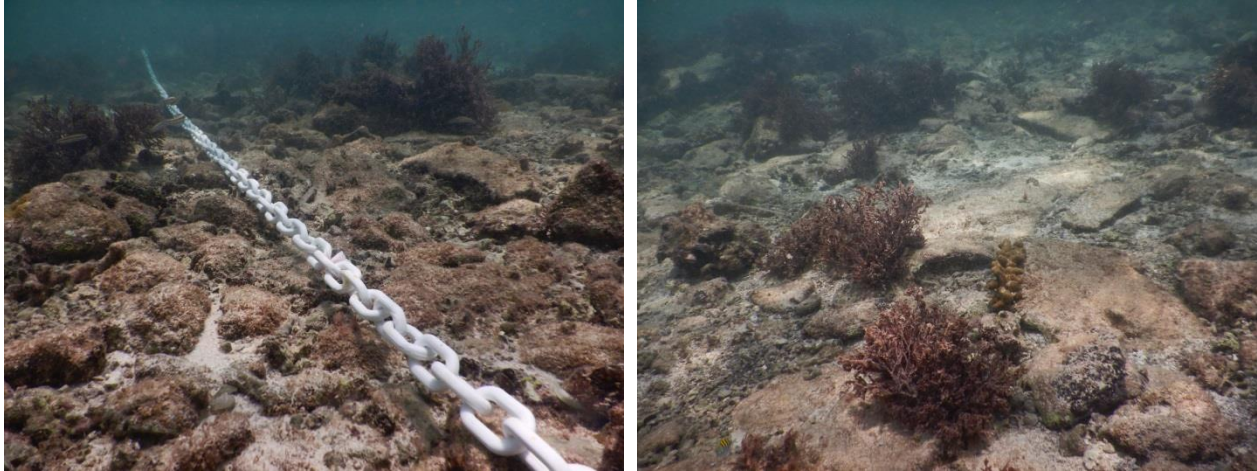
**Figura 4.88.** Laja con algas en la sección Arrecife. Escasa presencia de gorgonáceos y algas (arriba izq.), presencia media de gorgonáceos y alta cobertura de algas (arriba dcha.) y alta cobertura de gorgonáceos (abajo).



#### 4.3.2.7.1.6. Laja con pedacería (Lp)

El ambiente denominado laja con pedacería en la sección Arrecife es un área muy pequeña que se encuentra en la parte somera y central de este polígono, y se caracteriza por la presencia de pedacería sobre el sustrato de laja, cubierta con sedimento y presencia de vegetación marina. La profundidad en este tipo de ambiente es de 2 a 3 metros (Figura 4.89).

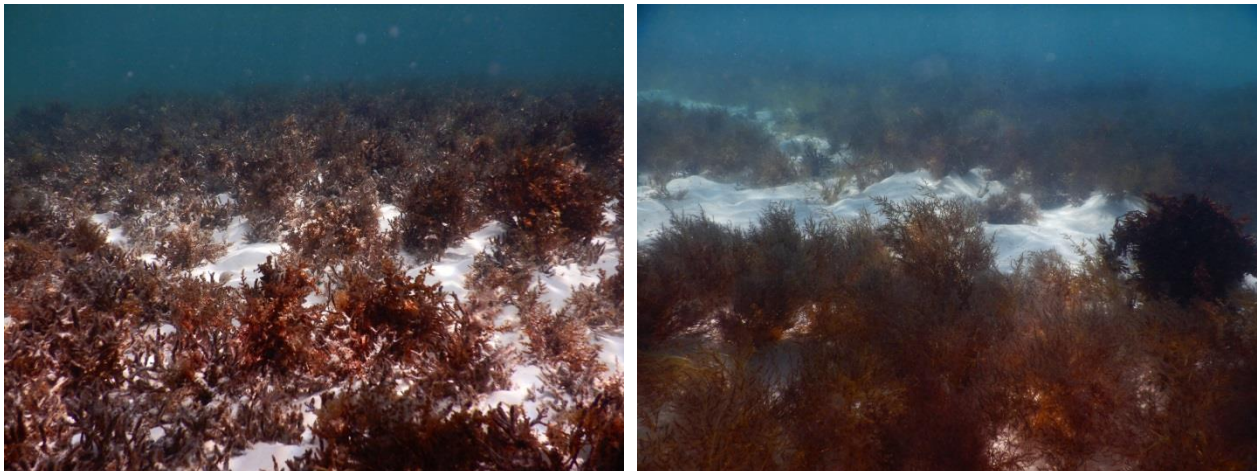
**Figura 4.89. Laja con pedacería en la sección Arrecife. Sustrato de pedacería sobre laja, cubierta de sedimento y vegetación marina.**



#### 4.3.2.7.1.7. Laja con sedimentos y algas (Lsa)

El ambiente denominado laja con sedimentos y algas en la sección Arrecife es un área que se encuentra solamente en la parte sur de este polígono, y se caracteriza por la presencia de una capa gruesa de sedimentos sobre el sustrato de laja y la presencia importante algas marinas, dominando las del tipo rojas carnosas. La profundidad en este tipo de ambiente es de 2 a 5 metros (Figura 4.90).

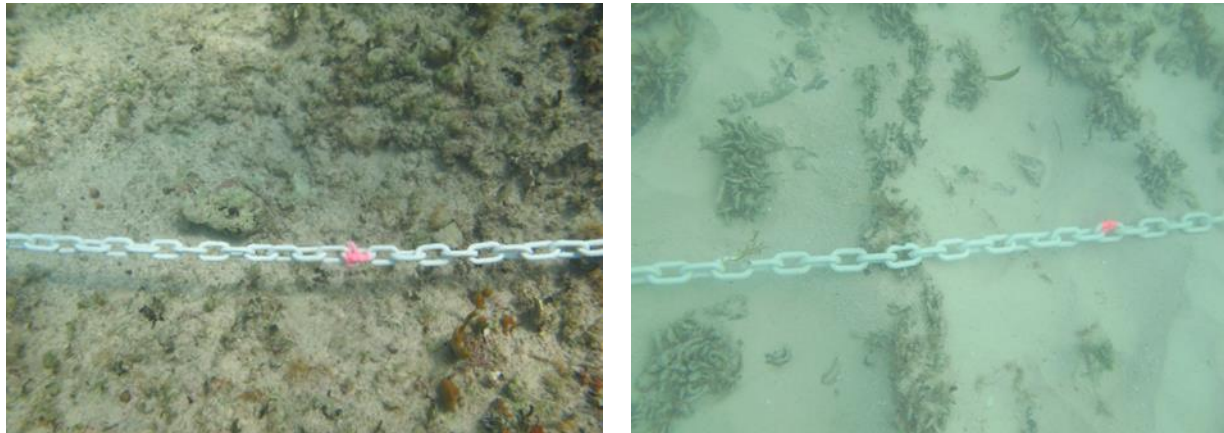
**Figura 4.90. Laja con sedimentos y algas en la sección Arrecife. Sustrato de pedacería sobre laja, cubierta de sedimentos y vegetación marina.**



#### 4.3.2.7.1.8. Laja con sedimentos (Ls)

El ambiente de laja con sedimentos está poco representado. Es un ambiente poco diverso, en donde la laja calcárea está cubierta de una capa fina de sedimentos que puede variar de textura, de arena fina a media, con presencia de nula a escasa de macroalgas (Figura 4. 91).

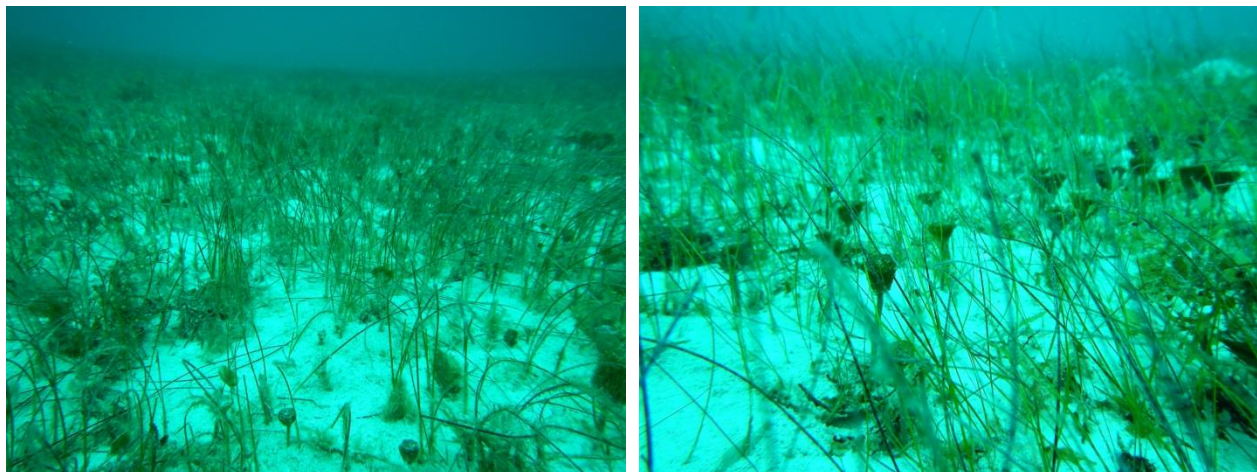
Figura 4. 91. Tipo de ambiente denominado laja con sedimentos.



#### 4.3.2.7.1.9. Pastizal (P)

Este tipo de ambiente está muy poco representado en esta sección, y solamente se encontraron algunas manchas de pasto marino en los arenales profundos. Estos parches de pasto marino están formados por la especie *Halodule wrightii*, y existe presencia de algas verdes de crecimiento erecto, principalmente de los géneros *Halimeda* y *Penicillus*. Estos parches son poco densos, dispersos y de muy poca extensión. La profundidad en este tipo de ambiente es de 15 metros aproximadamente (Figura 4.92).

Figura 4.92. Pastizal en la sección Arrecife. Pradera de pasto marino de la especie *Thalassia testudinum* (izq.) y de la especie *Syringodium filiforme* (dcha.).



#### 4.3.2.7.2. Sección Arenales

##### 4.3.2.7.2.1. Arenal profundo (Ap)

El arenal profundo en la sección denominada Arenales es una franja ancha que se extiende a lo largo de toda esta sección de manera continua. El sustrato es de arena fina, encontrando algunas áreas con presencia de vegetación marina, incluyendo parches escasos de pasto marino. En este tipo de ambiente es común observar montículos de arena que se forman por la excavación de crustáceos de diversos tipos; también es común observar ejemplares de equinodermos como galletas de mar de la especie *Mellita sp.* La profundidad en este tipo de ambiente es de 10 a 15 metros (Figura 4.93).

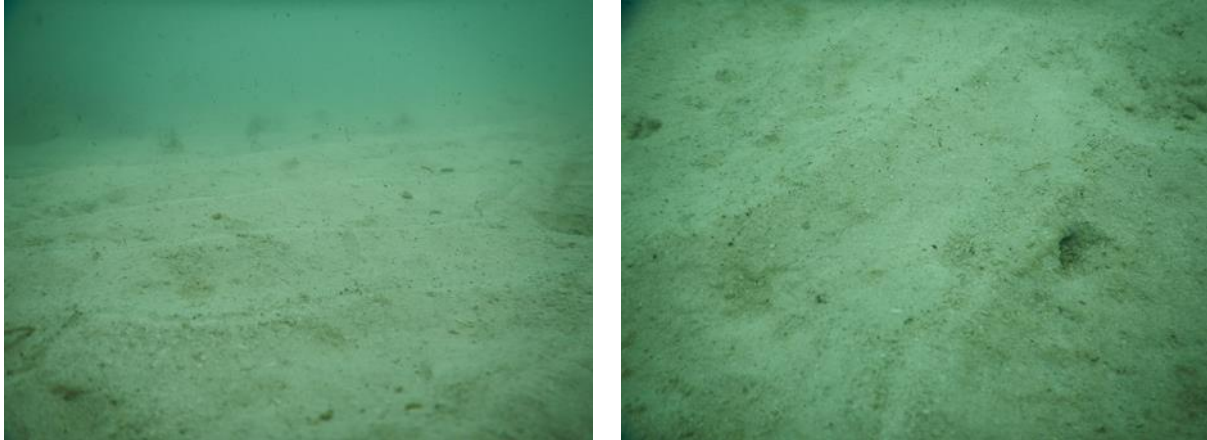
**Figura 4.93. Arenal profundo en la sección Arenales. Sustrato de arena limpia (arriba izq.) con presencia de vegetación marina (arriba dcha.), gorgonáceos (abajo izq.) y galletas de mar del género *Mellita sp.* (abajo dcha.).**



##### 4.3.2.7.2.2. Arenal somero (As)

Es un ambiente de poca profundidad cercano a la línea de costa. El sustrato es arena fina principalmente, mezclada con arena media en algunos sitios. La presencia de biota béntica es prácticamente nula (Figura 4. 94).

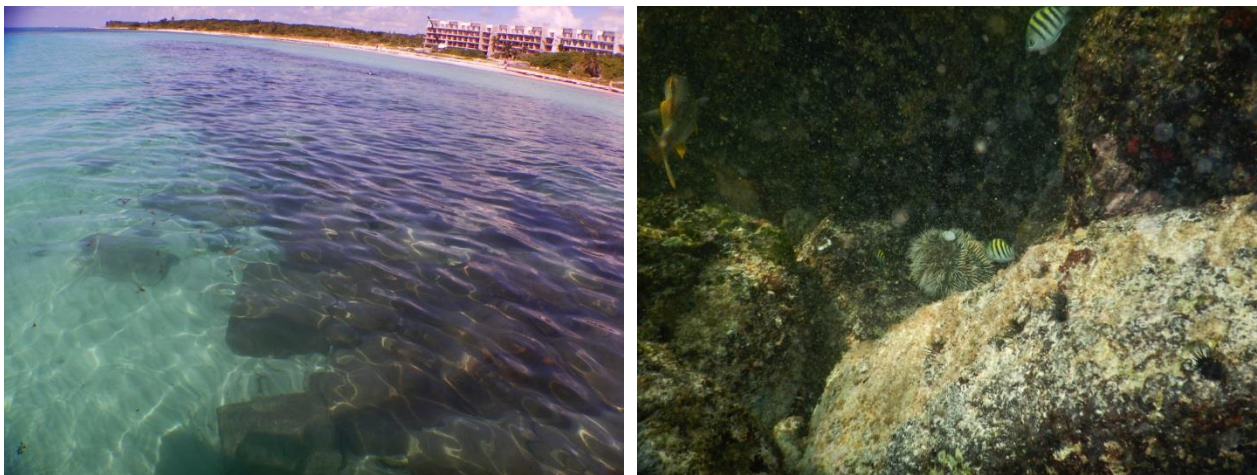
Figura 4. 94. Tipo de ambiente arenal somero.



#### 4.3.2.7.2.3. Estructura artificial (Ea)

El ambiente denominado Estructura artificial en la sección Arenales se refiere a un sitio donde existe una franja de cubos de concreto que se colocaron en la parte somera en el sur del polígono. En este sitio se ha formado escasa biota marina, compuesta de algunas esponjas y erizos de mar, y escasas algas que cubren la superficie de los cubos. La profundidad es alrededor de 2 metros de (Figura 4.95).

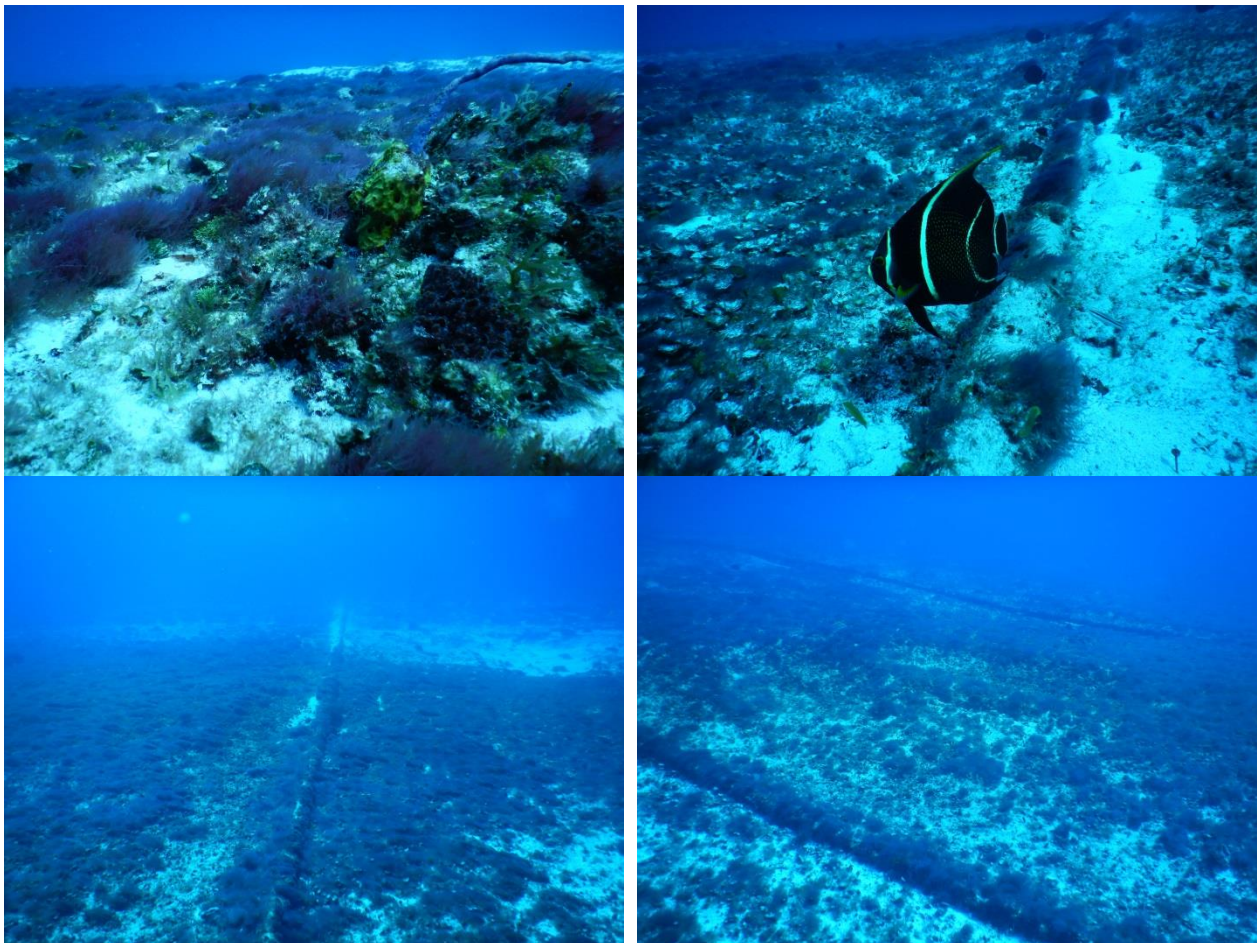
Figura 4.95. Estructura artificial en la sección Arenales. Vista desde la superficie en donde se aprecia la franja formada por los cubos de concreto (izq.) biota asociada a los cubos de concreto (dcha.).



#### 4.3.2.7.2.4. Laja con algas (La)

El sustrato de laja con algas en la sección Arenales es una franja que se presenta en la parte profunda de este polígono en el extremo sur. El sustrato se caracteriza por ser una laja calcárea lisa de poca pendiente, cubierta de una capa de sedimento fina, en donde crece una biota compuesta principalmente por algas marinas. La presencia de otro tipo de biota marina es escasa. En estos sitios se detectó la presencia de cables submarinos. La profundidad de este ambiente en la parte somera va de 12 a 15 metros. (Figura 4.96).

**Figura 4.96.** Laja con algas en la sección Arenales. Planicie cubierta de algas (arriba izq.), detalle de uno de los cables sobre la laja calcárea (arriba dcha.). Vista de uno de los cables (abajo izq.) y vista de otros 2 cables (abajo dcha.).



#### 4.3.2.7.2.5. Laja con gorgonáceos (Lg)

El ambiente de laja con gorgonáceos en la sección Arenales está presente en una franja discontinua en la parte norte de esta sección, y en una franja contigua a la línea de costa en la parte sur de la misma. En este tipo de ambiente se registró la mayor variedad de especies de gorgonáceos, teniendo como especie dominante *Pterogorgia citrina*. La profundidad es de alrededor de 5 metros en la franja discontinua, y más somero en la parte sur (Figura 4.97).



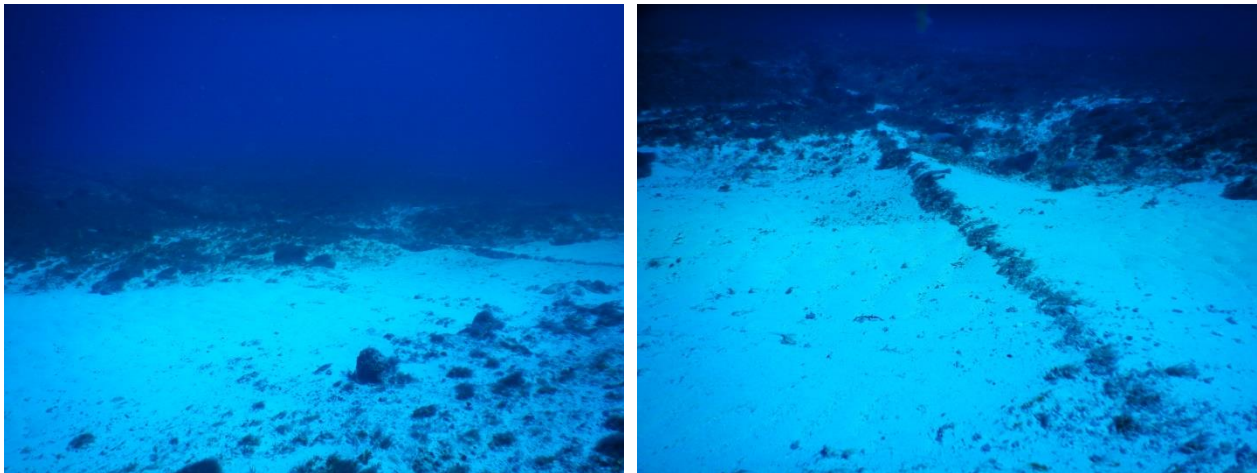
Figura 4.97. Laja con gorgonáceos en la sección Arenales. Presencia abundante de la especie *Pterogorgia citrina*.



#### 4.3.2.7.2.6. Laja con sedimento (Ls)

El ambiente denominado laja con sedimento en la sección Arenales se refiere a una franja estrecha que se forma en la parte profunda de la parte sur del polígono, entre la franja de laja con algas. Se caracteriza por ser esa misma laja, pero con una capa de sedimento más gruesa. En este ambiente se encontraron nuevamente los cables submarinos que se refirieron en el ambiente de Laja con algas. La profundidad de este ambiente alrededor de los 15 metros (Figura 4.98).

Figura 4.98. Laja con sedimento en la sección Arenales. Sustrato de laja con una capa gruesa de arena y se distingue el cable submarino que cruza este ambiente.



#### 4.3.2.7.2.7. Pastizal (P)

El ambiente de pastizal en la sección Arenales es un área muy reducida, que se presenta en pequeños parches aislados y dispersos entre el arenal somero de la parte norte del polígono. El pasto marino en este sitio es principalmente de la especie *Syringodium filiforme*. El sustrato es de arena fina. La profundidad en este ambiente es de 1 a 3 metros (Figura 4.99).

Figura 4.99. Pastizal en la sección Arenales. Presencia de pasto marino de la especie *Syringodium filiforme*.



#### 4.3.2.7.3. Caracterización de la biota marina

Para los grupos taxonómicos de corales duros, corales blandos, peces, vegetación marina e invertebrados, fue definido el listado de especies y estimados los parámetros de abundancia relativa, riqueza específica, índice de diversidad y equitabilidad, así como el análisis de estructura de tallas, forma de crecimiento, condición del organismo y/o grupos morfofuncionales.

##### 4.3.2.7.3.1. Escleractinios (corales duros)

- **Distribución y composición de especies**

En total fueron observadas 11 especies de corales duros y dos especies de hidrocorales, distribuidas en nueve géneros y ocho familias; de las 13 especies, cinco fueron registradas fuera del área de muestreo. En la sección Arrecifes se obtuvieron 13 especies en total, cinco de ellas fuera de los transectos de muestreo; en el ambiente Ap dominaron las especies *Siderastrea sideraea* y *Millepora alcicornis*; en el ambiente C, la mayor dominancia fue de la especie *Acropora palmara*, la cual se encuentra bajo protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. En los ambientes Lg y Lp la dominancia la presentó *Siderastrea sideraea* y *Porites* respectivamente. En la sección Arenales se observaron seis especies, cuatro de estas estuvieron fuera del transecto de muestreo; el ambiente Lg fue el único que registró colonias dentro del muestreo, siendo dominantes *Porites astreoides* y *siderastrea radians* (Tabla 4.23).

Tabla 4.23. Listado de especies y abundancia relativa de CORALES ESCLERACTINIOS para el polígono B del SAR. D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%). \* Especies observadas en el sitio fuera del transecto de muestreo.

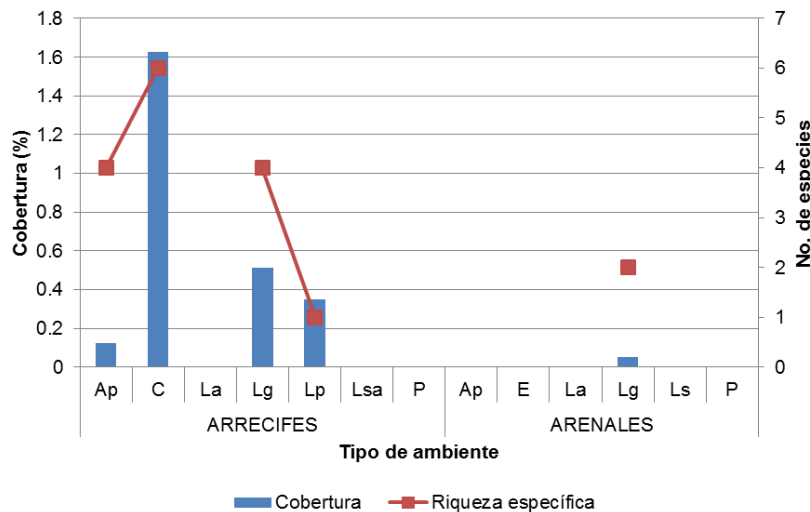
Familia	Género	Especie	ARRECIFES						ARENALES						
			Ap	C	La	Lg	Lp	Lsa	P	Ap	E	La	Lg	Ls	P
Acroporidae	<i>Acropora</i>	<i>palmata</i>		D											
Agariciidae	<i>Agaricia</i>	<i>agaricites</i>		C		E									
Astrocoeniidae	<i>Stephanochoenia</i>	<i>melchiorii</i>	C												
Faviidae	<i>Montastraea</i>	<i>cavernosa</i>				*									
		<i>clivosa</i>			*								*		
	<i>Pseudodiploria</i>	<i>strigosa</i>		*	*	*							*		
Meandrinidae	<i>Dichocoenia</i>	<i>stokesii</i>					*								
Poritidae	<i>Porites</i>	<i>astreoides</i>	A	D	*	C	*						D		
		<i>porites</i>		E	*	*	D								
Siderastreidae	<i>Siderastrea</i>	<i>radians</i>			*								D		
		<i>sideraea</i>	D	E		D				*			*		
Hidrocorales															
Milleporidae	<i>Millepora</i>	<i>alcicornis</i>	D		*	A									
		<i>complanata</i>		A	*										
<b>Número de especies</b>			<b>4</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Arenal profundo (Ap), Cresta arrecifal (C), Laja con algas (La), Laja con gorgonáceos (Lg), Laja con pedacera (Lp), Laja con sedimentos y algas (Lsa), Pastizal (P), Estructuras (E), Laja con sedimento (Ls), Pastizal (P).

• **Abundancia y riqueza específica**

En la sección Arrecifes la mayor cobertura y riqueza se registró en el ambiente C, con 1.6% de cobertura de tejido vivo y 6 especies presentes en el área de muestreo; seguido por el ambiente Lg con una cobertura del 0.5% y cuatro especies registradas; el ambiente Lp presentó una cobertura del 0.4% de tejido coralino aportado por una sola especie y el ambiente con menor cobertura fue Ap con el 0.1% y cuatro especies registradas. En el ambiente Arenales solo el ambiente Lg registró colonias coralinas para el análisis, teniendo una cobertura del 0.05% y dos especies presentes (Figura 4.100).

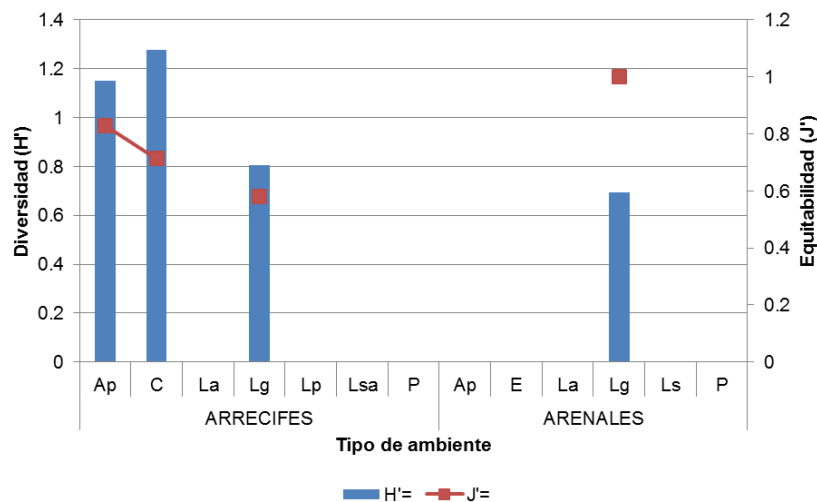
Figura 4.100. Abundancia y riqueza específica de CORALES ESCLERACTINIOS para el polígono B del SAR del Proyecto.



- **Diversidad y equitabilidad**

En la sección Arrecifes los ambientes C y Ap registraron los mayores valores de estos índices, siendo C donde se observó la mayor diversidad con un valor de  $H' = 1.1499$  con una equitabilidad de  $J' = 0.7126$ ; mientras que Ap registró la más alta equitabilidad con un valor de  $J' = 0.8294$ ; el ambiente Lg obtuvo valores de  $H' = 0.8066$  y  $J' = 0.5818$ . En la sección Arenales el ambiente Lg registró una diversidad de  $H' = 0.6931$  y una equitabilidad de  $J' = 1$  (Figura 4.101).

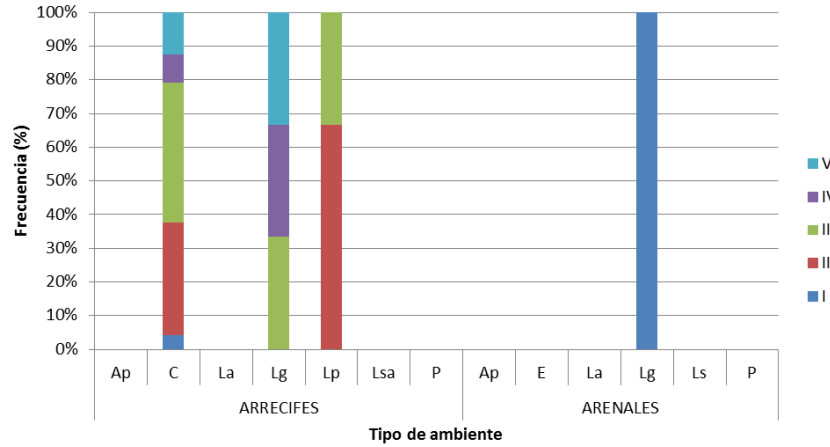
**Figura 4.101. Diversidad de CORALES ESCLERACTINIOS para el polígono B del SAR. Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), Equitabilidad ( $J'$ ).**



- **Estructura de tallas**

Se determinaron cinco categorías de tallas. En la sección Arrecifes el ambiente C fue el único que registró el espectro completo, donde dominaron las colonias medianas de la categoría III, con una frecuencia de registro del 41.7%; en el ambiente Lg se observaron las tres categorías de tallas de colonias más grandes, siendo la III, IV y V, todas con una igual frecuencia de observación con 33.3%; en el ambiente Lp dominaron las colonias pequeñas englobadas en la categoría II. En la sección Arenales el ambiente Lg solo registro colonias pequeñas de la categoría I (Figura 4.102).

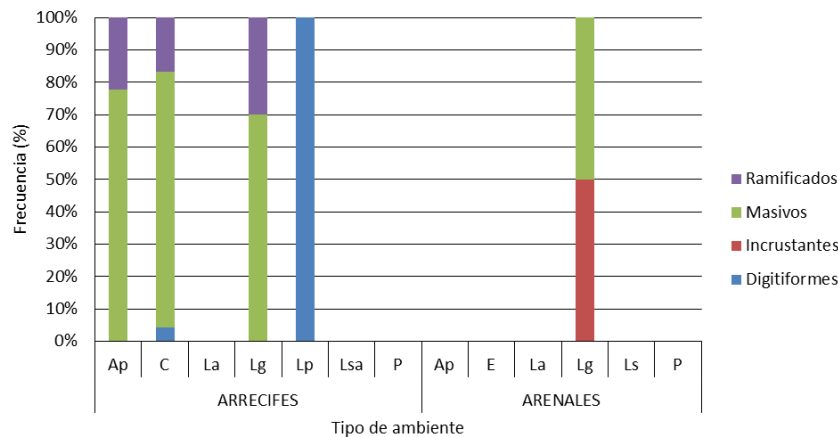
Figura 4.102. Estructura de tallas para CORALES ESCLERACTINIOS para el polígono B del SAR. I <5 cm, II=5-10 cm, III=10-20 cm, IV=20-40 cm, V> 40 cm de diámetro.



• **Formas de crecimiento**

Se registraron cuatro formas de crecimiento. En la sección Arrecifes, el ambiente C fue el que presentó el mayor número de formas, con tres de ellas, dominando los corales masivos con un 79.2% de frecuencia; en los ambientes Ap y Lg se registraron dos formas de crecimiento coralino, dominando en ambos los corales masivos con una frecuencia del 77.8% y 70% respectivamente; en el ambiente Lp solo se observaron corales con crecimiento digitiforme. En la sección Arenales, el ambiente Lg registró corales masivos e incrustantes con un 50% de frecuencia cada una de las formas de crecimiento (Figura 4.103).

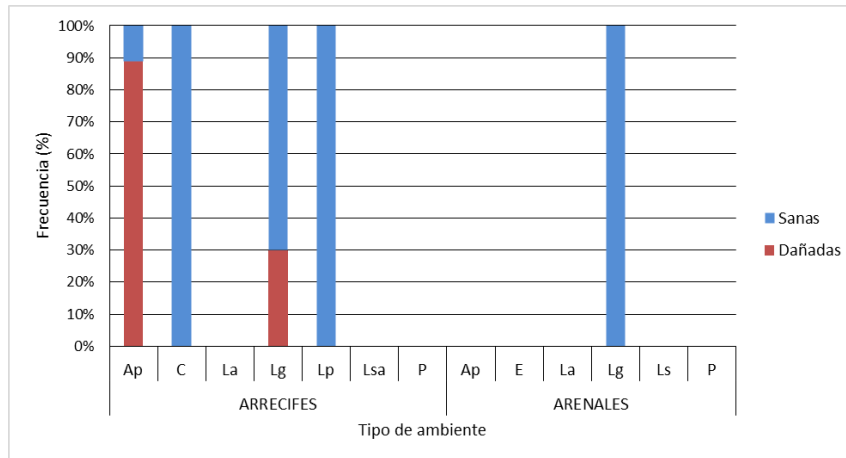
Figura 4.103. Formas de crecimiento para CORALES ESCLERACTINIOS para el polígono B del SAR. Velas. Dig=Digitiforme, Inc=Incrustante, Mas=Masiva, Ram=Ramificado.



• **Condición de los organismos**

Solo se observaron colonias dañadas en la sección Arrecife dentro de los ambientes AP y Lg; en el primero la frecuencia de colonias con daño fue alta con un 88.9%, mientras que en el ambiente Lg, la frecuencia con colonias con afectación solo fue del 30% (Figura 4.104).

Figura 4.104. Condición del organismo para CORALES ESCLERACTINIOS para el polígono B del SAR.



4.3.2.7.3.2. Gorgonáceos (corales blandos)

• **Distribución y composición de especies**

En el área de estudio se registró un total de 18 especies de gorgonáceos, pertenecientes a 9 géneros y 3 familias. Se muestrearon un total de 505 individuos en los 13 ambientes de las 2 secciones establecidas para el Proyecto. *Gorgonia flabellum* y *Pterogorgia anceps* resultaron ser las especies dominantes tanto en la sección Arrecifes, como en la Sección Arenales, encontrándose distribuidas en varios de los ambientes en donde había disponible sustrato duro para su fijación. En el listado de especies se muestra la importancia de cada una de las especies, de acuerdo a una categorización basada en rangos de abundancia relativa (Tabla 4.24).

Tabla 4.24. Listado de especies y abundancia relativa de GORGONÁCEOS para el polígono B del SAR. D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%).

Familia	Género	Especie	ARRECIFES							ARENALES					
			Ap	C	La	Lg	Lp	Lsa	P	Ap	E	La	Lg	Ls	P
Briareidae	<i>Briareum</i>	<i>asbestinum</i>			E	C									
Gorgoniidae	<i>Gorgonia</i>	<i>flabellum</i>		D	C	D								D	
		<i>mariae</i>			C	E								R	
	<i>Pseudopterogorgia</i>	<i>acerosa</i>			E	E									
		<i>americana</i>	A			C									
	<i>Pterogorgia</i>	<i>acerosa</i>				C									
		<i>anceps</i>			D	R		D						D	
		<i>citrina</i>		R	A	R									
Plexauridae	<i>Eunicea</i>	<i>guadalupensis</i>	C			R							D		
		<i>calyculata</i>	C			E									
		<i>fusca</i>	C												

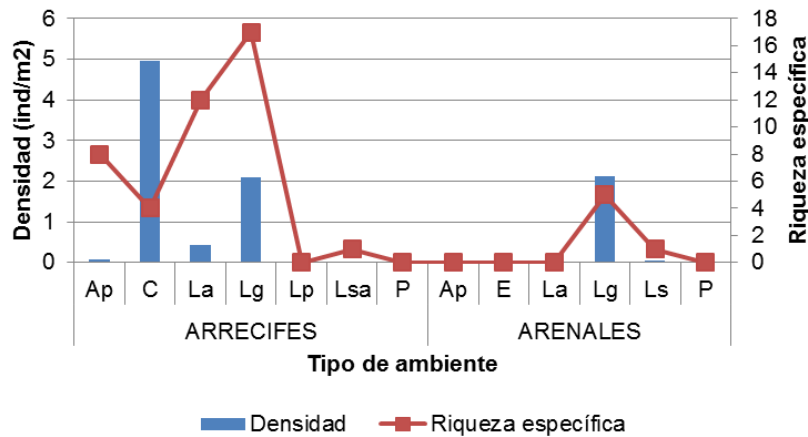
Familia	Género	Especie	ARRECIFES							ARENALES					
			Ap	C	La	Lg	Lp	Lsa	P	Ap	E	La	Lg	Ls	P
		<i>mammosa</i>	C		A	A									
		<i>tourneforti</i>		R	C	E									
	<i>Muriceopsis</i>	<i>flavida</i>	D		E	E						R			
	<i>Plexaura</i>	<i>flexuosa</i>	C	R	E	C									
		<i>homomalla</i>				E									
	<i>Plexaurella</i>	<i>nutans</i>	C		E	E						E			
	<i>Pseudoplexaura</i>	<i>porosa</i>			A	E									
<b>No de especies</b>			<b>8</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

Arenal profundo (Ap), Cresta arrecifal (C), Laja con algas (La), Laja con gorgonáceos (Lg), Laja con pedacería (Lp), Laja con sedimentos y algas (Lsa), Pastizal (P), Estructuras (E), Laja con sedimento (Ls), Pastizal (P).

• **Abundancia y riqueza específica**

La densidad más alta se encontró en el ambiente C de la sección Arrecifes, con 4.95 ind/m<sup>2</sup>, mientras que los valores más bajos se ubicaron en los ambientes Lp, Lsa y P de la sección Arrecifes y en los ambientes Ap, E, La y P de la sección Arenales, debido a que no hubo registros. Con relación a la riqueza específica, la cifra más alta de riqueza específica se observó en el ambiente Lg de la sección Arrecifes, con 17. Por el contrario, los números más bajos se obtuvieron en los ambientes previamente mencionados con la menor densidad, debido a la ausencia de registros (Figura 4.105).

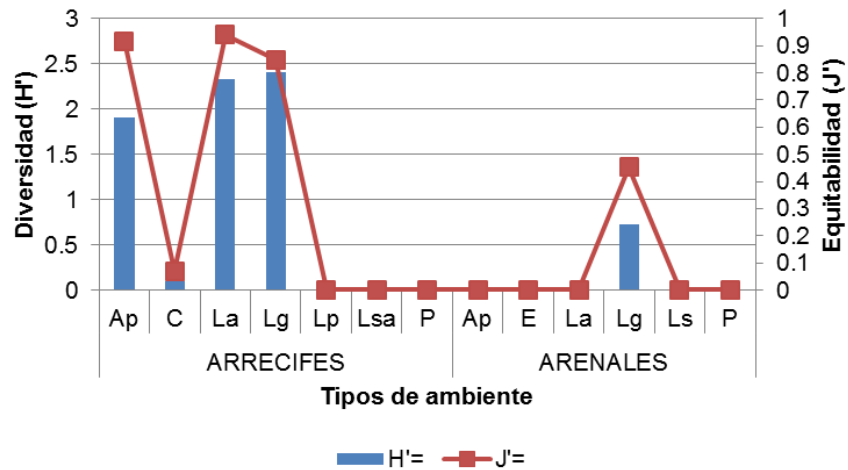
Figura 4.105. Abundancia y Riqueza específica de GORGONÁCEOS para el polígono B del SAR.



• **Diversidad y equitabilidad**

La mayor diversidad se encontró en el ambiente Lg de la sección Arrecifes, con un valor de 2.40. Los ambientes menos diversos fueron Lp, Lsa y P en la sección Arrecifes, así como Ap, E, La y P en la sección Arenales, sin registros de gorgonáceos. En términos de equitabilidad, el valor más alto se encontró en el ambiente La, de la sección Arrecifes, con 0.93. Como en el caso de la diversidad, la cifra más baja se obtuvo en los ambientes previamente reportados sin registros (Figura 4.106).

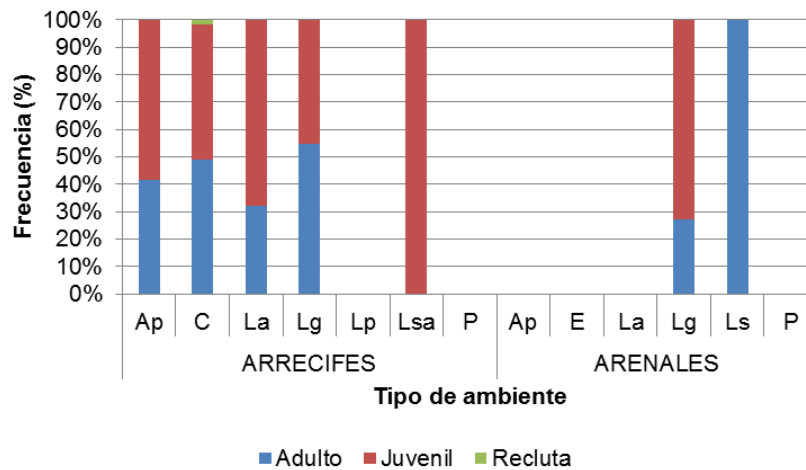
Figura 4.106. Diversidad de GORGONÁCEOS para el polígono B del SAR. Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), Equitabilidad ( $J'$ ).



- **Estructura de tallas**

En la sección Arrecifes se registró una frecuencia ligeramente más elevada de la talla juvenil sobre la talla adulta. La talla recluta fue la que menor frecuencia mostró, apareciendo solamente en el ambiente C. En la Sección Arenales, solamente hubo 2 ambientes con registros, siendo Lg dominado por la talla juvenil y Ls por la talla adulta (Figura 4.107).

Figura 4.107. Frecuencia de estructura de tallas para GORGONÁCEOS para el polígono B del SAR.

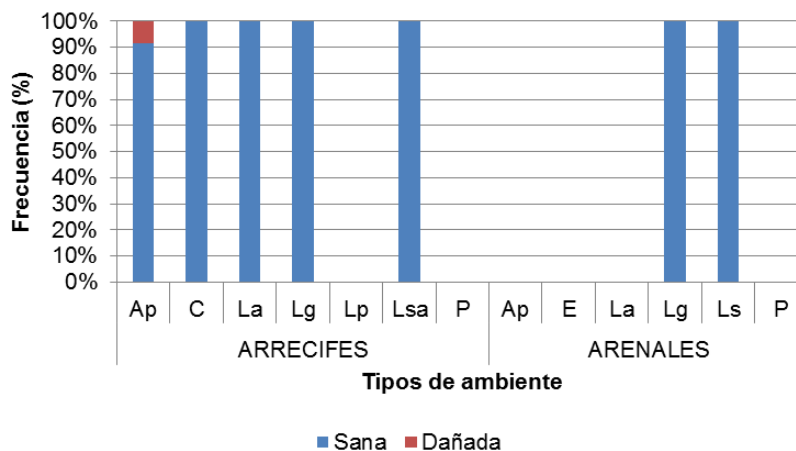


- **Condición de los organismos**

Se encontraron colonias dañadas solamente en 1 de los 7 ambientes (Ap) de la sección Arrecifes, con 8.3%. No se registraron colonias dañadas en la sección Arenales. El tipo de daño registrado fue principalmente el sobrecrecimiento de algas, aunque las frecuencias fueron bajas en los demás ambientes. Es importante mencionar que en varios de los ambientes muestreados no se registraron gorgonáceos (Figura 4.108).



Figura 4.108. Condición del organismo para GORGONÁCEOS para el polígono B del SAR. Sana = colonia sin tejido dañado, Daño = presenta algún tipo de afectación.



#### 4.3.2.7.3.3. Ictiofauna (peces)

- Distribución y composición de especies**

Se registraron un total de 53 especies en el área de muestreo, distribuidas en 38 géneros y 27 familias; tres especies fueron observadas fuera del área de muestreo, pero se encuentran presentes en los ambientes y se señalan con un asterisco. En la sección Arrecifes, se registraron 42 especie; la especie con mayor distribución en los diferentes ambientes fue *Thalassoma bifasciatum*, estando presente en cinco de los siete ambientes que componen a esta sección; siendo abundante en los ambientes C y Lg, y abundante en los ambientes Ap, La y Lp. Las especies *Acanthurus coeruleus*, *Halichoeres bivittatus* y *Stegastes partitus*, fueron las especies que *siguieron* en distribución, registrándose en cuatro de los siete ambientes, la primera especie mencionada fue abundante en el ambiente C, mientras que *H. bivittatus* y *S. partitus* fueron dominantes en los ambientes Lp y Lg respectivamente. En la sección Arenales se registraron un total de 27 especies, además de una especie registrada fuera de los transectos. Las especies con mayor distribución fueron *Thalassoma bifasciatum* y *Stegastes partitus*, registrándose en tres de los seis ambientes que componen esta sección; *T. bifasciatum* domino fue dominante en el ambiente La, abundante en Lg y común en el ambiente Ls; mientras que *S. partitus* fue dominante en los ambientes La y Ls, y escaso en el ambiente Lg. En los ambientes Lsa de la sección Arrecifes y el ambiente P de la sección Arenales no se registraron peces dentro del transecto de muestreo (Tabla 4.25).

Tabla 4.25. Listado de especies y abundancia relativa de PECES ARRECIFALES para el polígono B del SAR. D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%).

Familia	Género	Especie	ARRECIFES							ARENALES					
			Ap	C	La	Lg	Lp	Lsa	P	Ap	E	La	Lg	Ls	P
Acanthuridae	<i>Acanthurus</i>	<i>bahianus</i>	E												
		<i>chirurgus</i>			E	C									
		<i>coeruleus</i>		A	E	C	E					A		A	
Aulostumidae	<i>Aulostomus</i>	<i>maculatus</i>				R									
Bothidae	<i>Bothus</i>	<i>lunatus</i>								E					
Carangidae	<i>Caranx</i>	<i>crysos</i>				*						A	E		

Recuperación y Estabilización de Playa en el Desarrollo Secreto

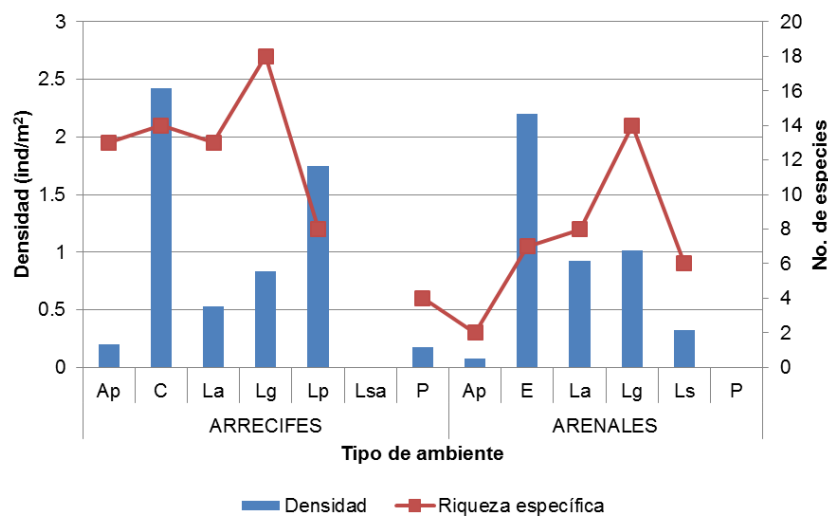
Familia	Género	Especie	ARRECIFES							ARENALES					
			Ap	C	La	Lg	Lp	Lsa	P	Ap	E	La	Lg	Ls	P
		<i>ruber</i>	E						*						
Chaetodontidae	<i>Chaetodon</i>	<i>capistratus</i>				R									
		<i>striatus</i>	E												
Congridae	<i>Heteroconger</i>	<i>longissimus</i>	A							D					
Dasyatidae	<i>Hypanus</i>	<i>americana</i>								C					
Gobiidae	<i>Ctenogobius</i>	<i>saepepallens</i>			E										
Haemulidae	<i>Haemulon</i>	<i>virginicus</i>			*	*									
		<i>carbonarium</i>		C											
		<i>flavolineatum</i>		D								A		A	
		<i>macrostomum</i>			E										
		<i>sciurus</i>			E									A	
		<i>striatum</i>		A							D				
Holocentridae	<i>Holocentrus</i>	<i>adsecensionis</i>												C	
Kyphosidae	<i>Kyphosus</i>	<i>sectatrix</i>									E				
Labridae	<i>Halichoeres</i>	<i>bivittatus</i>		E	A	A	D						A	D	
		<i>maculupina</i>			E										
		<i>poeyi</i>					E								
		<i>radiatus</i>		E								C			
	<i>Thalassoma</i>	<i>bifasciatum</i>	A	D	A	D	A					D	A	C	
	<i>Xyrichtys</i>	<i>martinicensis</i>	A							D					
		<i>splendens</i>							C						
Labrisomidae	<i>Malacoctenus</i>	<i>triangulatus</i>			E	R									
Lutjanidae	<i>Ocyurus</i>	<i>chrysurus</i>													
Malacanthidae	<i>Malacanthus</i>	<i>plumieri</i>	E												
Monacanthidae	<i>Cantherhines</i>	<i>pullus</i>										E			
Mullidae	<i>Pseudopeneus</i>	<i>maculatus</i>	A			R							E		
Muraenidae	<i>Gymnothorax</i>	<i>miliaris</i>										E			
Ostraciidae	<i>Acanthostracion</i>	<i>polygonius</i>	C												
	<i>Lactophrys</i>	<i>triqueter</i>		R											
Pomacanthidae	<i>Holocanthus</i>	<i>tricolor</i>				E									
	<i>Pomacanthus</i>	<i>paru</i>			A	R						E	E		
Pomacentridae	<i>Abudefduf</i>	<i>saxatilis</i>	E		A		D				D		A		
	<i>Chromis</i>	<i>multilineata</i>											E		
	<i>Microspathodon</i>	<i>chrysurus</i>		E											
	<i>Stegastes</i>	<i>diencaeus</i>		A			C							E	
		<i>partitus</i>	C	E	A	D							D	E	D
		<i>variabilis</i>		E									E		
Scaridae	<i>Nicholsina</i>	<i>usta</i>			E	E									
	<i>Scarus</i>	<i>iseri</i>											E		
		<i>taeniopterus</i>				E									
	<i>Sparisoma</i>	<i>aurofrenatum</i>				C									
		<i>radians</i>			E	R	C							C	
<i>rubripinne</i>										E					
		<i>viride</i>		E		R				E					
Scianidae	<i>Pareques</i>	<i>acuminatus</i>					E								
Scorpaenidae	<i>Pterois</i>	<i>volitans</i>				*									
	<i>Scorpaena</i>	<i>plumieri</i>				*							*		
Serranidae	<i>Serranus</i>	<i>baldwini</i>				R				D					
		<i>tigrinus</i>	E			*									
Sphyraenidae	<i>Sphyraena</i>	<i>barracuda</i>									E				
Tetraodontidae	<i>Canthigaster</i>	<i>rostrata</i>	A		*	E							E		
<b>Número de especies</b>			<b>13</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>0</b>

Arenal profundo (Ap), Cresta arrecifal (C), Laja con algas (La), Laja con gorgonáceos (Lg), Laja con pedacera (Lp), Laja con sedimentos y algas (Lsa), Pastizal (P), Estructuras (E), Laja con sedimento (Ls), Pastizal (P).

- **Abundancia y riqueza específica**

En la sección Arrecife el mayor número de peces se registró en el ambiente C con un total de 2.4 ind/m<sup>2</sup>, y una riqueza de 14 especies; en el ambiente Lp se observó un total del 1.8 ind/m<sup>2</sup>, con una riqueza de 8 especies; en el ambiente La 0.5 ind/m<sup>2</sup> y 13 especies, el ambiente Lg registró la mayor riqueza con 18 especies y una densidad de 0.8 ind/m<sup>2</sup>, los ambientes Ap y P registraron una densidad similar de 0.2 ind/m<sup>2</sup>, con una riqueza de 13 especies y 4 especies respectivamente. En la sección Arenales la más alta densidad se observó en el ambiente E con 2.2 ind/m<sup>2</sup> y una riqueza de 7 especies; los ambientes La y Lg registraron una densidad de 0.9 ind/m<sup>2</sup>, y 1.0 ind/m<sup>2</sup> respectivamente, obteniendo una mayor riqueza, para toda la sección, el ambiente Lg con 14 especies registradas; la menor densidad para la sección y en todo el muestreo, se obtuvo en el ambiente Ap de la sección Arrecife, con valores de 0.08 ind/m<sup>2</sup> y solo 2 especies (Figura 4.109).

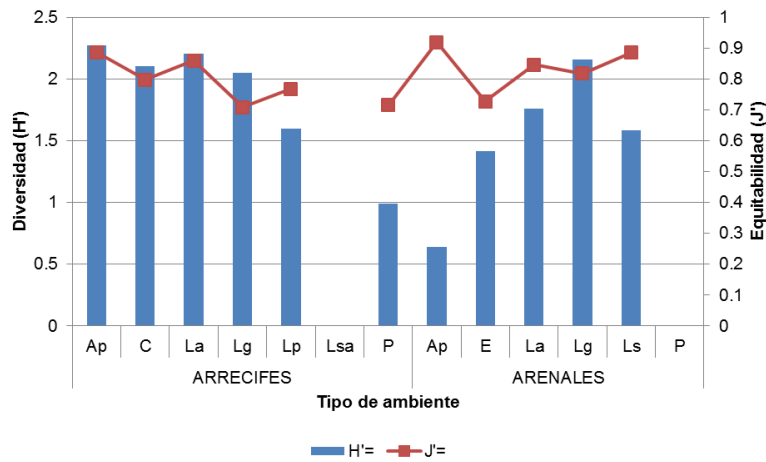
Figura 4.109. Abundancia y Riqueza específica de PECES ARRECIFALES para el polígono B del SAR.



- **Diversidad y equitabilidad**

En la sección Arrecifes los valores de diversidad y equitabilidad variaron muy poco entre los ambientes que la componen, siendo al ambiente Ap el que presentó los valores más altos de estas dos variables con una H' = 2.2723 y una J' = 0.8859; el ambiente La presentó una diversidad de H' = 2.2035 con una equitabilidad de J' = 0.8591; para el ambiente C la diversidad fue de H' = 2.1031 con una equitabilidad de J' = 0.7969; mientras que los valores más bajos para esta sección se observaron en el ambiente P con una diversidad de H' = 0.9911 con una equitabilidad de J' = 0.7149. Para la sección Arenales el ambiente Lg presentó la más alta diversidad con un valor de H' = 2.1585 y una equitabilidad de J' = 0.8179; el ambiente La registró valores de H' = 1.7582 con una equitabilidad de J' = 0.8455; la mayor equitabilidad para esta sección se encontró en el ambiente Ap con un valor de J' = 0.9182 con una diversidad de H' = 0.6365 (Figura 4.110).

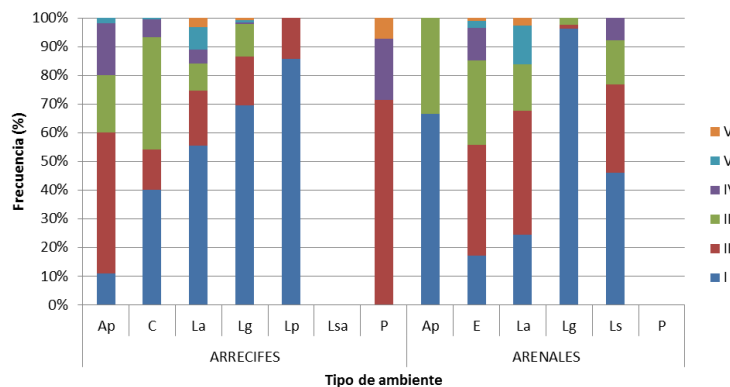
Figura 4.110. Diversidad de PECES ARRECIFALES para el polígono B del SAR. Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), Equitabilidad ( $J'$ ).



- **Estructura de tallas**

Se definieron seis categorías de tallas. En la sección Arrecifes los ambientes La y Lg presentaron el espectro completo de tamaños de peces, en ambos ambientes aportaron la mayor frecuencia de observación los peces pequeños categoría I, con valores de 55.6% para La y 69.4% para Lg; los ambientes Ap y C presentaron cinco de las seis categorías, en el primer ambiente mencionado dominaron los peces categoría II con una frecuencia de 49.1% y en el ambiente C la dominancia se dio por los peces pequeños categoría I, con una frecuencia de 40.2%; en los ambientes P y Lp se registraron tres y dos categorías respectivamente, en el primer ambiente mencionado dominaron los peces categoría II con un 71.4% de frecuencia, mientras que en el ambiente Lp los peces pequeños aportaron el 85.7% de frecuencia. En la sección Arenales el ambiente E fue el único donde se registró el espectro completo de tallas, dominando los peces pequeños categoría II, aportando un 38.6% de la frecuencia de observación, el ambiente La presentó cinco categorías de talla, donde igualmente los peces categoría II aportaron la mayor frecuencia de observación con un 43.2%; el ambiente Ls obtuvo cuatro categorías de tamaños, aportando el 46.2 % los peces categoría I; en los ambientes Lg y Ap, dominaron los peces pequeños registrando una frecuencia de 96.3% y 66.7% respectivamente (Figura 4.111).

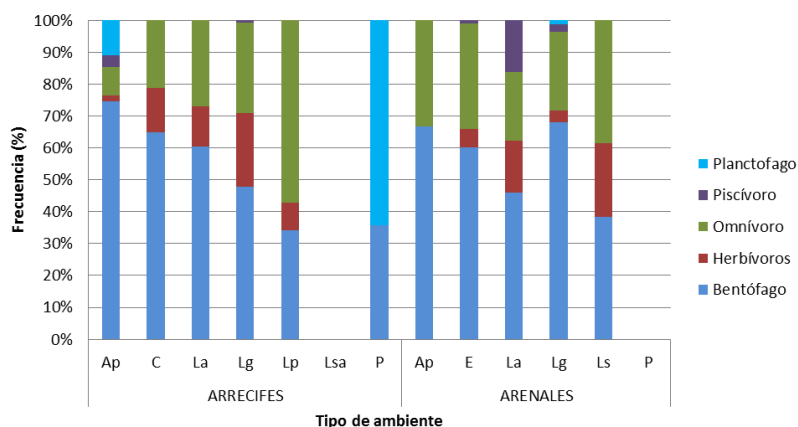
Figura 4.111. Estructura de tallas para PECES ARRECIFALES para el polígono B del SAR. I <5 cm, II=5-10 cm, III=10-20 cm, IV=20-30, V>25 cm de longitud.



• **Grupos funcionales**

Se definieron cinco grupos tróficos. En la sección arrecife, el ambiente Ap fue el único que registró el espectro completo, donde dominaron los peces bentófagos con una frecuencia de 74.5%; en el ambiente Lg se observaron cuatro grupos tróficos siendo los bentófagos los peces dominantes con una frecuencia de 47.8%; en los ambientes C, La y Lp se registraron tres grupos, dominando los peces bentófagos para los dos primeros ambientes mencionados, con valores de 64.9% y 60.3% de frecuencia, mientras que en el ambiente Lp los peces omnívoros aportaron la mayor frecuencia con 57.1%. En la sección Arenales, el ambiente Lg obtuvo el espectro completo, siendo dominado por los peces bentófagos con una frecuencia de observación del 67.9%; los ambientes E y La registraron cuatro grupos tróficos, donde dominaron los peces bentófagos con frecuencias de 60.2% y 45.9% respectivamente; en el ambiente Ls los peces omnívoros y bentófagos aportaron la misma frecuencia de registro con 38.5% cada grupo (Figura 4.112).

**Figura 4.112. Grupos tróficos para PECES ARRECIFALES para el polígono B del SAR. Bento=Bentófago, Herbi=Herbívoro, Ictio=Ictiófago, Omni=Omnívoro; Planc=Planctófago.**



4.3.2.7.3.4. Vegetación marina (macroalgas y pastos marinos)

La vegetación marina está representada por 53 especies, pertenecientes a 32 géneros y 5 phyla. Las especies con mayor distribución en los diferentes tipos de ambientes son las algas verdes de la especie *Rhypocephalus phoenix* y del género *Halimeda* spp.; seguida de las algas cafés del género *Sargassum*, y de las algas rojas de los géneros *Dasya* y *Laurencia*. Los ambientes de Pastizal, así como del Arenal profundo están dominados por especies de pasto marino, siendo dominante la especie *Halodule wrightii* (Tabla 4.26).

**Tabla 4.26. Listado de especies y abundancia relativa de la VEGETACIÓN MARINA para el polígono B del SAR. D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%).**

Familia	Género	Especie	ARRECIFES							ARENALES						
			Ap	C	La	Lg	Lp	Lsa	P	Ap	E	La	Lg	Ls	P	
Chlorophyta	<i>Acetabularia</i>	<i>crenulata</i>											R			
	<i>Avrainvillea</i>	<i>asarifolia</i>			E	E	E		E			E	R	E		
	<i>Caulerpa</i>	<i>cupressoides</i>				E	E					D				
		<i>paspalooides</i>				E										
		<i>racemosa</i>										A				
		<i>verticillata</i>				E										

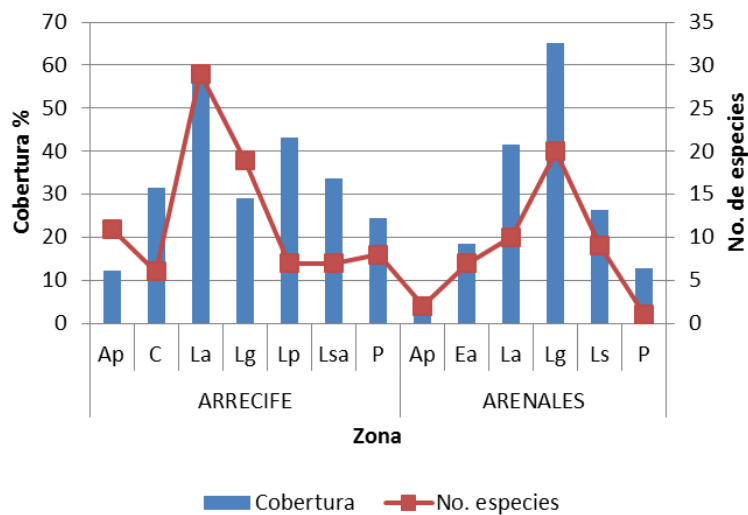
Familia	Género	Especie	ARRECIFES							ARENALES						
			Ap	C	La	Lg	Lp	Lsa	P	Ap	E	La	Lg	Ls	P	
	<i>Codium</i>	<i>carolinianum</i>				E										
	<i>Dasycladus</i>	<i>vermicularis</i>									E					
	<i>Derbesia</i>	<i>marina</i>			C							E				
	<i>Dictyosphaeria</i>	<i>cavernosa</i>			R		E									
	<i>Halimeda</i>	<i>discoidea</i>				R						E		E		
		<i>gracilis</i>	R													
		<i>incrassata</i>	E		R											
		<i>monile</i>			R											
		<i>opuntia</i>			C	E	A				A					
	<i>Neomeris</i>	<i>annulata</i>			R											
		<i>capitatus</i>	R		R									R		
	<i>Penicillus</i>	<i>dumetosus</i>	E		E			E	E			C	E	C		
		<i>phoenix</i>	A	A	A	D	E		A			A	C	A		
	<i>Udotea</i>	<i>cyathiformis</i>				E										
<i>fibrosa</i>		R		E	A						C	E	A			
<i>wilsonii</i>					R											
<i>Valonia</i>	<i>macrophysa</i>		C	E												
Phaeophyta	<i>Dictyota</i>	<i>bartayresiana</i>	E					E					D			
		<i>caribaea</i>														
		<i>cervicornis</i>			E											
		<i>crenulata</i>		E	E	E					E		E			
		<i>menstrualis</i>				E					A		D			
		<i>pinnatifida</i>	C													
	<i>pulchella</i>			A												
<i>Sargassum</i>	<i>fluitans</i>	A		R	E			C	A	E		E				
	<i>natans</i>							E								
<i>Styopodium</i>	<i>zonale</i>				C											
Rhodophyta	<i>Acanthophora</i>	<i>spicifera</i>			A		D						E			
	<i>Amphiroa</i>	<i>fragilissima</i>			R	E										
		<i>rigida</i>			E	E							E			
	<i>Bostrychia</i>	<i>tenella</i>						A								
	<i>Ceramium</i>	<i>nitens</i>			C											
	<i>Chondria</i>	<i>litoralis</i>				R		A								
	<i>Dasya</i>	<i>harveyi</i>	C						E			D	C	D		
		<i>ocellata</i>											C			
	<i>Heterosiphonia</i>	<i>gibbesii</i>						E								
	<i>Hydrolithon</i>	<i>boergesenii</i>		D	R		C									
	<i>Hypnea</i>	<i>sp.</i>											C			
	<i>Laurencia</i>	<i>papillosa</i>						D			A		C			
		<i>poiteaui</i>			R	C			E				E			
<i>Porolithon</i>	<i>pachydermum</i>		D													
<i>Wurdemannia</i>	<i>miniata</i>				A		A									
Magnoliophyta	<i>Halodule</i>	<i>wrightii</i>	D						D	D						
	<i>Syringodium</i>	<i>filiforme</i>												D		
Cyanobacteria	<i>Lyngbya</i>	<i>sp.</i>		A	E	E	E				E	E				
	<i>Symploca</i>	<i>sp.</i>			R							E				
<b>No. de especies</b>			<b>11</b>	<b>6</b>	<b>29</b>	<b>19</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>19</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	

Arenal profundo (Ap), Cresta arrecifal (C), Laja con algas (La), Laja con gorgonáceos (Lg), Laja con pedacería (Lp), Laja con sedimentos y algas (Lsa), Pastizal (P), Estructuras (E), Laja con sedimento (Ls), Pastizal (P).

- **Abundancia y riqueza específica**

La abundancia de vegetación marina es en general alta en la zona de estudio, teniendo los valores más altos en los ambientes de Laja con algas (La) en la sección Arrecife, y en el ambiente Laja con gorgonáceos (Lg) en la sección Arenales, estimando una cobertura de algas del 59% y del 65% respectivamente. Las coberturas más bajas se registraron en el Arenal profundo de ambas secciones y en el Pastizal de la sección Arenales, con coberturas de vegetación marina que van del 4 al 13%. El resto de los ambientes tiene una cobertura vegetal entre el 18 y el 43% (Figura 4.113).

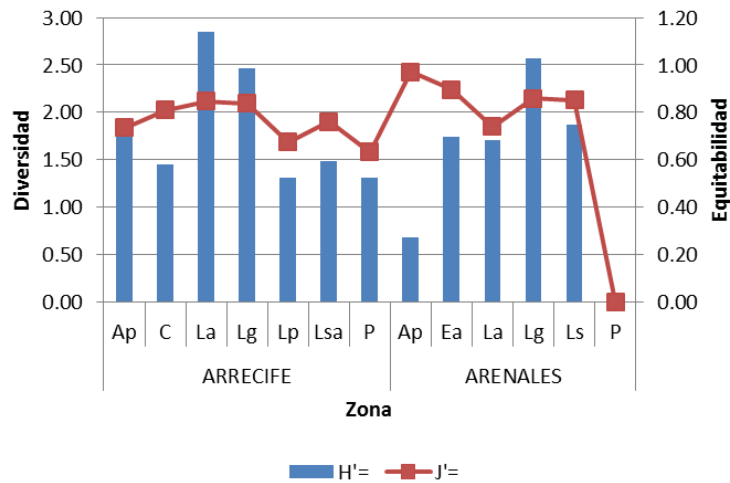
Figura 4.113. Abundancia y Riqueza específica de VEGETACIÓN MARINA para el polígono B del SAR.



- **Diversidad y equitabilidad**

En cuanto a la diversidad de la comunidad vegetal en el área de estudio se tiene que los valores más altos se estimaron para el ambiente de Laja con algas de la sección Arrecife y el ambiente Laja con gorgonáceos de las 2 secciones, con valores de  $H'$  entre 2.4 y 2.8. Los valores más bajos se registraron para el Arenal profundo de la sección Arenales, con un valor de  $H'=0.67$ ; mientras que el resto de los ambientes tiene un valor de  $H'$  entre 1.3 y 1.7. La equitabilidad mostró valores entre 0.6 y 0.9 (Figura 4.114).

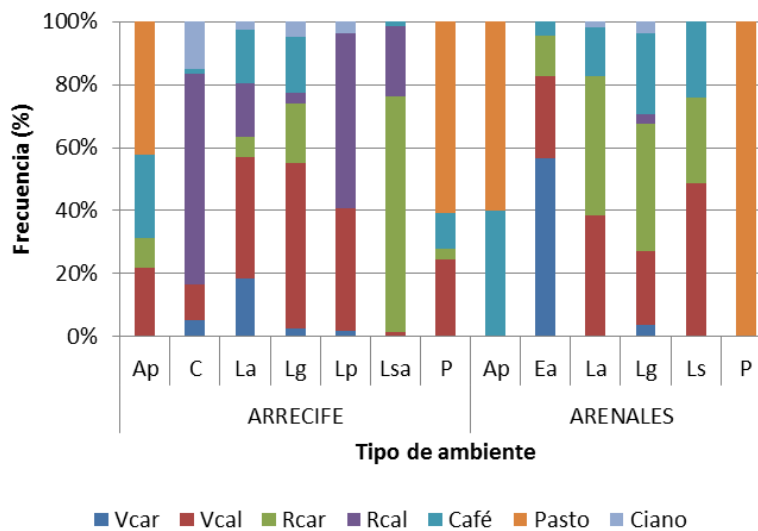
Figura 4.114. Diversidad de VEGETACION MARINA para el polígono B del SAR. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J').



• **Grupos funcionales**

Para la vegetación marina se observó que existe un patrón específico en cada tipo de ambiente, teniendo que el pasto marino domina en los ambientes de Pastizal y Arenal profundo de ambas secciones. Las algas verdes calcáreas son abundantes en los tipos de ambiente que presentan sustrato duro en la sección de Arrecife; mientras que este tipo de ambiente tiene además una amplia presencia de algas rojas carnosas. Las algas café están poco representadas en la mayoría de los tipos de ambiente (Figura 4.115).

Figura 4.115. Grupos taxonómicos para VEGETACIÓN MARINA para el polígono B del SAR. Vcar=Clorofitas carnosas, Vcal=Clorofitas calcáreas, Rcar=Rodofitas carnosas, Rcal=Rodofitas calcáreas, Café=Feofitas, Pasto=Magnoliofitas., Ciano=Cianobacterias.





4.3.2.7.3.5. Invertebrados

En el área de estudio se registraron un total de 8 grupos de invertebrados, pertenecientes a 35 especies, 31 géneros y 30 familias. El ambiente donde se encontró el mayor número de especies fue Lg, de la Sección Arrecifes, con 17. Las cifras más bajas se encontraron en los ambientes Ap y P de la Sección Arenales, así como en Lsa de la sección Arrecifes, sin ningún registro. Las esponjas *Dysidea etheria* y *Cliona caribbaea* fueron las especies que se presentaron en el mayor número de ambientes en toda el área de estudio (Tabla 4.27).

Tabla 4.27. Listado de especies de INVERTEBRADOS para el polígono B del SAR. X=Presencia de la especie.

Grupo	Familia	Género	Especie	ARRECIFES						ARENALES						
				Ap	C	La	Lg	Lp	Lsa	P	Ap	E	La	Lg	Ls	P
Anélido	Amphinomidae	<i>Hermodice</i>	<i>carunculata</i>		X											
	Sabellidae	<i>Bispira</i>	<i>brunnea</i>			X	X									
	Serpulidae	<i>Spirobranchus</i>	<i>giganteus</i>										X			
Anémona	Stichodactylidae	<i>Stichodactyla</i>	<i>helianthus</i>			X	X	X								
Coralimorfo	Ricordeidae	<i>Ricordea</i>	<i>florida</i>								X					
Crustáceo	Inachidae	<i>Stenorhynchus</i>	<i>seticornis</i>	X												
	Palinuridae	<i>Panulirus</i>	<i>argus</i>					X								
Equinodermio	Cidaridae	<i>Eucidaris</i>	<i>tribuloides</i>		X											
	Diadematidae	<i>Diadema</i>	<i>antillarum</i>		X	X	X									
	Echinometridae	<i>Echinometra</i>	<i>viridis</i>		X			X			X		X			
	Mellitidae	<i>Mellita</i>	<i>sexiesperforata</i>	X						X						
Esponja	Agelasidae	<i>Agelas</i>	<i>clathrodes</i>				X								X	
	Aplysinidae	<i>Aplysina</i>	<i>cauliformis</i>	X			X						X			
			<i>fistularis</i>			X	X					X		X		
			<i>fulva</i>			X	X									
			<i>sp</i>	X										X		
	Callyspongiidae	<i>Callyspongia</i>	<i>vaginalis</i>	X			X								X	
	Chalinidae	<i>Amphimedon</i>	<i>compressa</i>				X									
	Clionidae	<i>Anthosigmella</i>	<i>varians</i>			X	X									
		<i>Cliona</i>	<i>caribbaea</i>		X	X	X	X			X					
	Desmacididae	<i>Desmapsamma</i>	<i>anchorata</i>	X			X				X					
	Dysideidae	<i>Dysidea</i>	<i>etheria</i>			X	X	X			X		X			
	Iotrochotidae	<i>Iotrochota</i>	<i>birotulata</i>	X			X									
	Irciniidae	<i>Ircinia</i>	<i>felix</i>				X					X			X	
			<i>strobilina</i>								X	X				
	Petrosiidae	<i>Xestospongia</i>	<i>muta</i>									X			X	
	Pseudoceratinidae	<i>Pseudoceratina</i>	<i>crassa</i>				X								X	
Raspailiidae	<i>Ectyoplasia</i>	<i>ferox</i>	X													
Tetillidae	<i>Cinachyra</i>	<i>sp</i>			X											
Molusco	Cassidae	<i>Cassis</i>	<i>sp</i>	X				X								
	Ovulidae	<i>Cyphoma</i>	<i>gibbosum</i>										X			
	Ranellidae	<i>Charonia</i>	<i>variegata</i>										X			
			<i>costatus</i>	X												
Strombidae	<i>Lobatus</i>	<i>gigas</i>	X						X			X				
		<i>caribaeorum</i>	X	X		X										
Zoántido	Sphenopidae	<i>Palythoa</i>	<i>caribaeorum</i>	X	X		X									
<b>No de especies</b>				<b>12</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>17</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>0</b>

Arenal profundo (Ap), Cresta arrecifal (C), Laja con algas (La), Laja con gorgonáceos (Lg), Laja con pedacería (Lp), Laja con sedimentos y algas (Lsa), Pastizal (P), Estructuras (E), Laja con sedimento (Ls), Pastizal (P).

4.3.2.8. Caracterización de la biota marina en los bancos de arena

Los bancos de arena que se consideraron para este estudio se distribuyen a lo largo del SAR del Proyecto, principalmente sobre la franja del arenal profundo, y algunas partes sobre el sustrato de laja. A continuación, se muestran los diferentes ambientes presentes en los polígonos para evaluar la factibilidad de extracción de arena (Figura 4.116 y Tabla 4.28).

Los nombres asignados a estos polígonos tienen solo la finalidad de identificación. La selección previa de estos sitios se realizó a partir de los resultados de otro equipo de especialistas involucrados en este Proyecto. En el presente estudio se realizó la caracterización ambiental particular de estos sitios con la finalidad de definir aquellos que se consideran adecuados para ser utilizados como bancos de extracción de arena.

Figura 4.116. Mapa de ambientes para los 8 Bancos de Arena. Los polígonos se muestran con línea negra.

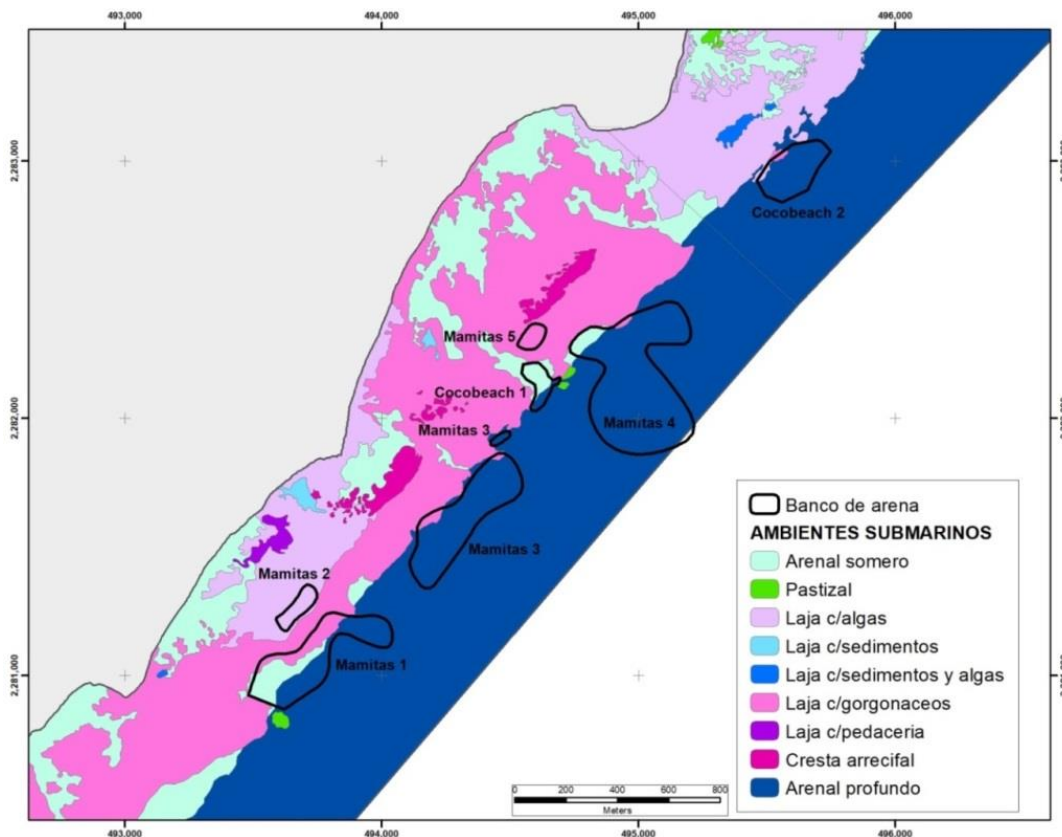


Tabla 4.28. Superficie por tipo de ambiente para los 8 polígonos de los Banco de Arena, expresado en número de hectáreas (ha).

Ambiente	Banco de arena (ha)							
	Mamitas 1	Mamitas 2	Mamitas 3	Mamitas 3 somero	Cocobeach 1	Mamitas 4	Mamitas 5	Cocobeach 2
Arenal somero	2.31				0.89	0.77		
Laja con algas		1.19						0.14
Laja con gorgonáceos	1.75		0.46		0.03	0.17	0.76	0.12
Arenal profundo	4.26		8.56	0.23	0.40	16.83		3.82
<b>Total</b>	<b>8.32</b>	<b>1.19</b>	<b>9.01</b>	<b>0.23</b>	<b>1.32</b>	<b>17.77</b>	<b>0.76</b>	<b>4.08</b>

#### 4.3.2.8.1. Descripción de los bancos de arena

##### 4.3.2.6.1.1. Mamitas 1 (M1)

El banco de arena denominado Mamitas 1 tiene una extensión de 8.32 ha y abarca 3 tipos de ambientes: poco más del 50% del banco corresponde al tipo de ambiente denominado Arenal profundo (4.26 ha), 1.75 ha a la Laja con gorgonáceos, y 2.31 ha al Arenal somero. Los sitios de muestreo estuvieron entre 9.8 y 10.2 metros de profundidad. Este banco está abarca un arenal muy extenso, de sustrato de arena fina de color claro, sobre el cual crecen algunos parches de pastizal de *Halodule wrightii* en diferentes densidades. Se observó la presencia de biota conspicua como son las galletas de mar del género *Mellita* sp. (Figura 4.117).

**Figura 4.117. Banco de arena Mamitas 1. Se observa el sustrato de arena fina, y los parches de pasto marino de la especie *Halodule wrightii* con diferentes densidades (izq. y centro) y la galleta de mar del género *Mellita* sp.**



##### 4.3.2.8.1.2. Mamitas 2 (M2)

El banco de arena denominado Mamitas 2 tiene una extensión de 1.19 ha y se encuentra sobre un ambiente de Laja con algas, con parches donde abundan los gorgonáceos en diferentes densidades. Sobre el sustrato de laja se acumula una capa muy delgada de sedimentos finos, no se encontraron bancos potenciales de arena. La comunidad de macroalgas es escasa, y se registraron varias colonias de coral de las especies *Porites astreoides*, *Porites porites*, *Siderastrea siderea* y *Pseudodiploria clivosa*, de tamaño medio y pequeño en bajas densidades y dispersas. Los sitios de muestreo estuvieron entre 3.9 y 4.3 metros de profundidad (Figura 4.118).

Figura 4.118. Banco de arena Mamitas 2. Sustrato de laja con arena (izq.) y presencia de gorgonáceos (centro) y colonias de coral (dcha.).



#### 4.3.2.8.1.3. Mamitas 3 (M3)

El banco de arena denominado Mamitas 3 tiene una extensión de 9.01 ha y abarca 2 tipos de ambientes: prácticamente todo el banco corresponde al Arenal profundo (8.56 ha), y solamente 0.46 ha son de laja con gorgonáceos. El arenal es extenso y homogéneo, compuesto de un sustrato de arena fina y blanca, donde la biota sésil es prácticamente ausente. Sin embargo, se observaron varios ejemplares de biota conspicua como fueron varios caracoles gasterópodos de 2 especies del género *Strombus* sp, varios de ellos en proceso de cópula, así como bastantes galletas de mar del género *Mellita*. En algunas áreas cerca de la costa se observaron manchones aislados del pasto marino *Halodule wrightii* de muy baja densidad. Es sabido que la especie de pasto *Halodule wrightii* es característica de las etapas tempranas de sucesión en la formación de las praderas marinas, por lo que se considera una especie pionera (Björk, et al., 2008). Siendo así, la presencia de este pasto marino en el Arenal Profundo no forma una pradera de pastos marinos en términos ecológicos, ya que no ofrecen las funciones de estabilización de sedimentos, ni como áreas de refugio, crianza y alimentación de larvas de otras especies, como típicamente ocurre en las praderas de pasto marino que se forman en las partes someras de la Laguna Arrecifal compuestas principalmente por el pasto marino *Thalassia testudinum*. En este banco se observó la presencia de un tiburón toro. Los sitios de muestreo estuvieron entre 11.9 y 13.4 metros de profundidad (Figura 4.119).

Figura 4.119. Banco de arena Mamitas 3. Se observa el arenal extenso y homogéneo (izq.), ejemplares de *Strombus costatus* en cópula (centro) y un tiburón toro (dcha.).



#### 4.3.2.8.1.4. Mamitas 3 somero (M3s)

El banco de arena denominado Mamitas 3 somero es un banco muy pequeño con una extensión de 0.23 ha, que corresponde al ambiente del Arenal profundo. El sustrato es de arena fina formando un banco homogéneo con muy poca biota sésil, encontrando parches pequeños y de muy baja densidad de pasto marino de la especie *Halodule wrightii*. Se observaron varios peces y gasterópodos del género *Cerithium* sp. Los sitios de muestreo estuvieron entre alrededor de 9.3 metros de profundidad (Figura 4.120).

**Figura 4.120. Banco de arena Mamitas 3 somero. Arenal extenso (izq.) con algunos parches de pasto marino (centro) y presencia de gasterópodos del género *Litorina* sp.**



#### 4.3.2.8.1.5. Mamitas 4 (M4)

El banco de arena denominado Mamitas 4 es el banco más extenso, y cubre una superficie de 17.77 ha, abarcando 3 tipos de ambientes: prácticamente la totalidad del banco (16.83) corresponde al Arenal profundo, y solamente 0.17 ha<sup>2</sup> pertenece al ambiente de Laja con gorgonáceos, y 0.77 ha al del Arenal somero. El sustrato es de arena fina con nula presencia de biota sésil. Solamente se registraron ejemplares de moluscos gasterópodos de la especie *Strombus costatus*. Los sitios de muestreo estuvieron entre 16.1 y 16.4 metros de profundidad (Figura 4.121).

**Figura 4.121. Banco de arena Mamitas 4. Arenales extensos y homogéneos de sustrato de arena fina y de color claro.**



#### 4.3.2.8.1.6. Mamitas 5 (M5)

El banco de arena denominado Mamitas 5 es un área pequeña y somera con una extensión de 0.76 ha sobre un sustrato de laja con gorgonáceos. Al igual que en Mamitas 2, el sustrato presenta una capa muy delgada de sedimentos finos, pero no se encontraron bancos de arena. Se registró la presencia de varias colonias de coral de las especies *Porites astreoides*, *Siderastrea siderea* y *Isophyllastrea rigida* de diferentes tamaños y en bajas densidades; algunos ejemplares de corales presentaron daños por sedimentación. Los sitios de muestreo estuvieron entre 3.5 y 4 metros de profundidad (Figura 4.122).

**Figura 4.122. Banco de arena Mamitas 5. Sustrato de laja con diferentes densidades de gorgonáceos (izq. y centro) y un ejemplar de coral de la especie *Siderastrea siderea* con afectación por sedimentación (dcha.).**



#### 4.3.2.8.1.7. Cocobeach 1 (C1)

El banco de arena denominado Cocobeach 1 es un banco pequeño y somero, con una extensión de 1.32 ha y abarca 2 tipos de ambientes: la mayor parte del banco (0.89 ha) corresponde al Arenal somero, 0.40 ha al Arenal profundo, y una pequeña superficie de 0.03 ha a Laja con gorgonáceos. Este arenal presenta parches más extensos y densos de pasto marino de la especie *Halodule wrightii* y de la macroalga *Rhipocephalus phoenix*. Los sitios de muestreo estuvieron entre 7.5 y 9.3 metros de profundidad (Figura 4.123).

**Figura 4.123. Banco de arena Cocobeach 1. Extensiones de arena fina (izq.), con parches del pasto marino *Halodule wrightii* y macroalga *Rhipocephalus phoenix* en diferentes densidades (centro y dcha.).**



#### 4.3.2.8.1.8. Cocobeach 2 (C2)

El banco de arena denominado Cocobeach 2 es el que se encuentra más al norte, con extensión de 4.08 ha, y abarca 3 tipos de ambientes: la gran mayoría del banco (3.82 ha) corresponde al Arenal profundo, 0.12 ha a la Laja con gorgonáceos, y 0.14 ha a la Laja con algas. El sustrato es de arena fina de color claro, sin presencia de biota sésil. Sin embargo, se observaron caracoles gasterópodos de la especie *Lobatus costatus*, observando que varios eran hembras en proceso de deposición de masa ovígera. Los sitios de muestreo estuvieron entre 16.2 y 16.7 metros de profundidad (Figura 4.124).

**Figura 4.124. Banco de arena Cocobeach 2. Extensión de sustrato de arena sin biota marina sésil (izq., centro) y presencia de caracoles de la especie *Lobatus costatus* en proceso de poner una masa ovígera (dcha.).**



#### 4.3.2.8.2. Caracterización de la biota conspicua

Se presenta el análisis de la biota conspicua presente en los bancos de arena, incluyendo los invertebrados del grupo de las anémonas, equinodermos, esponjas y moluscos, así como un análisis más detallado del grupo de los gorgonáceos que se registraron en los polígonos con sustrato de laja.

##### 4.3.2.8.2.1. Biota béntica

###### 4.3.2.8.2.1.1. Invertebrados

- *Distribución y composición específica*

En el área de estudio se registró un total de 15 especies de invertebrados, pertenecientes a 14 géneros y 13 familias. Se muestrearon un total de 19 individuos en los 8 bancos de arena incluidos en el Proyecto. La especie con la distribución más amplia en el área fue *Mellita quinquiesperforata*, al estar representada en 5 de los 8 bancos considerados. En el listado de especies se muestra la importancia de cada una de las especies, de acuerdo a una categorización basada en rangos de abundancia relativa (Tabla 4.29).

**Tabla 4.29. Listado de especies de INVERTEBRADOS para los BANCOS DE ARENA. X=Presencia de la especie.**

Grupo	Familia	Género	Especie	M1	M2	M3	M3s	C1	M5	M4	C2
Anémona	Actiniidae	<i>Condylactis</i>	<i>gigantea</i>						X		
Equinodermo	Diadematidae	<i>Diadema</i>	<i>antillarum</i>						X		
	Mellitidae	<i>Mellita</i>	<i>quinqüesperforata</i>	X		X	X	X			X
Esponja	Aplysinidae	<i>Aplysina</i>	<i>fistularis</i>		X						
	Callyspongiidae	<i>Callyspongia</i>	<i>vaginalis</i>		X						
	Clathrinidae	<i>Clathrina</i>	<i>canariensis</i>		X						
	Clionidae	<i>Anthosigmella</i>	<i>varians</i>		X						
		<i>Cliona</i>	<i>caribbaea</i>						X		
	Desmacididae	<i>Desmapsamma</i>	<i>anchorata</i>								X
	Irciniidae	<i>Ircinia</i>	<i>felix</i>		X						
Pseudoceratinidae	<i>Pseudoceratina</i>	<i>crassa</i>		X				X			
Molusco	Cerithiidae	<i>Cerithium</i>	<i>sp</i>				X				
	Charoniidae	<i>Charonia</i>	<i>variegata</i>			X					
	Strombidae	<i>Strombus</i>	<i>costatus</i>							X	
			<i>gigas</i>			X					
<b>No de especies</b>				<b>1</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>

#### 4.3.2.8.2.1.2. Gorgonáceos

- *Distribución y composición específica*

En el área de estudio se registró un total de 15 especies de gorgonáceos, pertenecientes a 10 géneros y 3 familias. Se muestrearon un total de 191 individuos en los 8 bancos de arena muestreados. La especie dominante en los 2 sitios donde se registraron gorgonáceos fue *Pseudopterogorgia americana*, la cual se encontró donde había disponible sustrato duro para su fijación. En el listado de especies se muestra la importancia de cada una de las especies, de acuerdo a una categorización basada en rangos de abundancia relativa (Tabla 4.30).

**Tabla 4.30. Listado de especies y abundancia relativa de GORGONÁCEOS para los BANCOS DE ARENA: D=Dominante (>20); A=Abundante (10-20); C=Común (5-10); E=Escasa (1-5); R=Rara (<1).**

Familia	Género	Especie	M1	M2	M3	M3s	C1	M5	M4	C2	
Briareidae	<i>Briareum</i>	<i>asbestinum</i>		E				E			
Gorgoniidae	<i>Gorgonia</i>	<i>flabellum</i>		E				D			
		<i>Pseudopterogorgia</i>	<i>americana</i>		D			A			
		<i>Pterogorgia</i>	<i>anceps</i>		E						
			<i>citrina</i>		A				E		
			<i>guadalupensis</i>		E						
Plexauridae	<i>Eunicea</i>	<i>calyculata</i>						R			
		<i>mammosa</i>		A				D			
		<i>tourneforti</i>		C				C			
	<i>Muricea</i>	<i>muricata</i>		E							
	<i>Muriceopsis</i>	<i>flavida</i>		A				E			
	<i>Plexaura</i>	<i>flexuosa</i>						E			

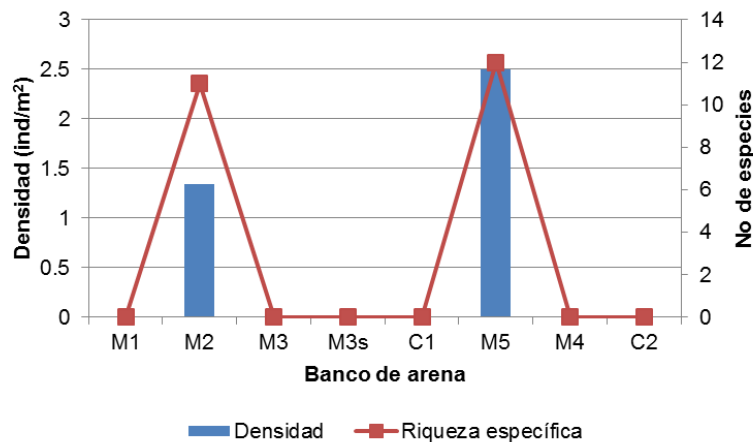


Familia	Género	Especie	M1	M2	M3	M3s	C1	M5	M4	C2
		<i>homomalla</i>						E		
	<i>Plexaurella</i>	<i>nutans</i>		E				E		
	<i>Pseudoplexaura</i>	<i>porosa</i>						E		
<b>No. de especies</b>			<b>0</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

- *Abundancia y riqueza específica*

La densidad más alta se encontró en el banco M5, con 2.5 ind/m<sup>2</sup>, mientras que los valores más bajos se ubicaron en los bancos M1, M3, M3s, C1, M4 y C2, en los cuales no hubo registros. En relación a la riqueza específica, también se observó la cifra más alta en el banco M5, con 12. Por el contrario, como en el caso de la densidad, los números más bajos también se obtuvieron en los 6 bancos en los que no hubo registros (Figura 4.125).

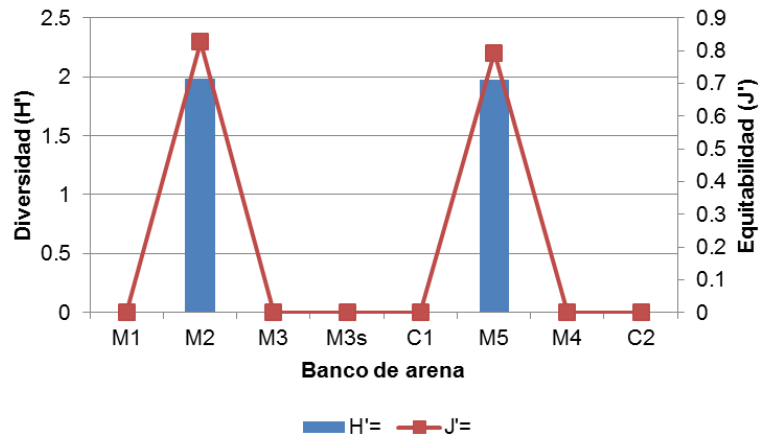
Figura 4.125. Abundancia y Riqueza específica de GORGONÁCEOS para los BANCOS DE ARENA.



- *Diversidad y equitabilidad*

La mayor diversidad se encontró en el banco de arena M2, con un valor de 1.98. Los ambientes menos diversos fueron M1, M3, M3s, C1, M4 y C2 debido a que no hubo registros de gorgonáceos. En términos de equitabilidad, el valor más alto también se encontró en el banco M2, con 0.82. Como en el caso de la diversidad, la cifra más baja se obtuvo en los ambientes fueron M1, M3, M3s, C1, M4 y C2, debido a que no hubo registros (Figura 4.126).

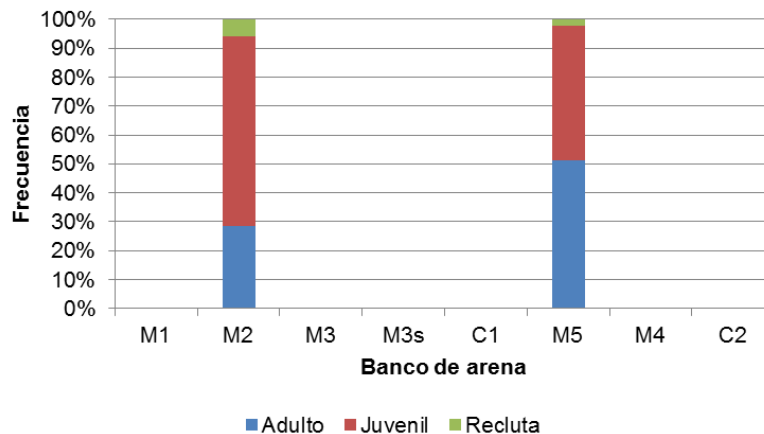
Figura 4.126. Diversidad de GORGONÁCEOS para los BANCOS DE ARENA. Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), Equitabilidad ( $J'$ ).



- *Estructura de tallas*

Los bancos de arena con registros de gorgonáceos fueron M2 y M5, las cuales registraron diferentes frecuencias para las diferentes tallas. En M2 la talla juvenil presentó la mayor frecuencia, con el 65%, seguida por las tallas adulta y recluta. En M5 la mayor frecuencia correspondió a la talla adulta, con el 51.2%, seguida por las tallas juvenil (Figura 4.127).

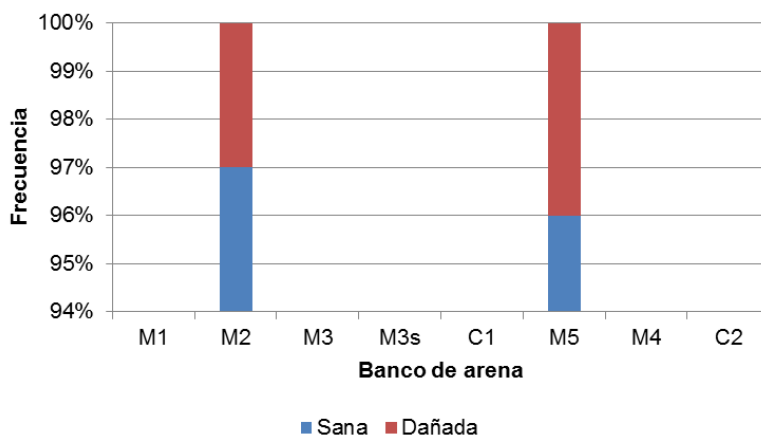
Figura 4.127. Frecuencia de estructura de tallas para GORGONÁCEOS para los BANCOS DE ARENA.



- *Condición de los organismos*

En los 2 bancos con registro de gorgonáceos (M2 y M5) se encontraron colonias dañadas. En M2 se registró una frecuencia del 2.9 %, mientras que en M5 la frecuencia observada correspondió al 4%. Los daños registrados fueron el sobrecrecimiento de algas, siendo sus frecuencias más bajas en los demás ambientes. En los demás bancos no hubo registros (Figura 4.128).

Figura 4.128. Condición del organismo para GORGONÁCEOS para los BANCOS DE ARENA. Sana = colonia sin tejido dañado, Daño = presenta algún tipo de afectación.



#### 4.3.2.8.2.2. Vegetación marina

- *Distribución y composición específica*

En el área de estudio se registró un total de 12 especies, pertenecientes a 9 géneros y 4 phyla. La especie dominante es el alga verde calcárea de crecimiento erecto *Rhypocephalus phoenix* en la mayoría de los bancos, y hay presencia importante del pasto marino *Halodule wrightii*. Las especies del género *Halimeda spp.*, también son importantes por su abundancia y amplia distribución al presentarse en la mayoría de los bancos (Tabla 4.31).

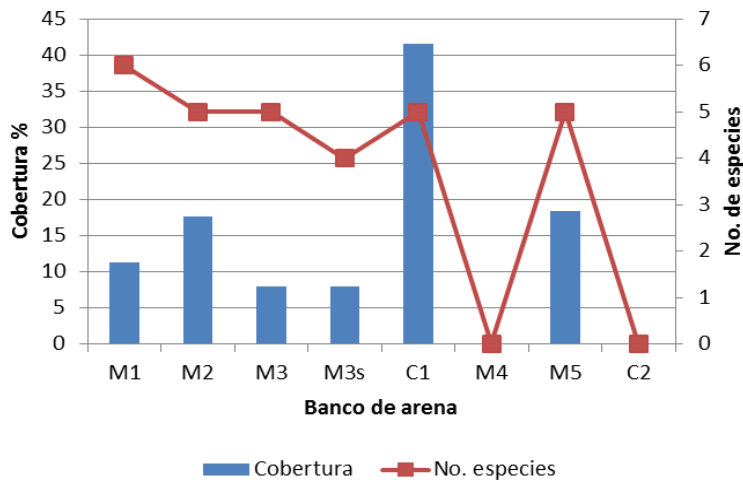
Tabla 4.31. Listado de especies y abundancia relativa de VEGETACIÓN MARINA para los BANCOS DE ARENA: D=Dominante (>20); A=Abundante (10-20); C=Común (5-10); E=Escasa (1-5); R=Rara (<1).

División	Género	Especie	M1	M2	M3	M3s	C1	M4	M5	C2
Chlorophyta	<i>Avrainvillea</i>	<i>asarifolia</i>	C	A						
	<i>Halimeda</i>	<i>gracilis</i>		C	C				A	
		<i>incrassata</i>					A	C		
		<i>scabra</i>								D
		<i>tuna</i>		A	A					
	<i>Penicillus</i>	<i>pyriformis</i>	A		A		C			
<i>Rhypocephalus</i>	<i>phoenix</i>	D	D	D		D		D		
Rhodophyta	<i>Dasya</i>	<i>harveyi</i>	C			C	E			
	<i>Laurencia</i>	<i>poiteau</i>	C	E		C				
Magnoliophyta	<i>Halodule</i>	<i>wrightii</i>	A		D	D	D			
	<i>Styopodium</i>	<i>zonale</i>							C	
Cyanobacteria	<i>Lyngbya</i>	<i>sp.</i>							C	
<b>No. de especies</b>			<b>6</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>

- *Abundancia y riqueza específica*

La mayor abundancia de algas se registró en el banco de Cocobeach 1, con un 41.6% de cobertura, debido a la alta presencia de pastos marinos. El resto de los bancos presentaron coberturas de algas entre el 8 y 18%. En cuanto a la riqueza específica se registró entre 4 y 6 especies de algas por banco de arena (Figura 4.129).

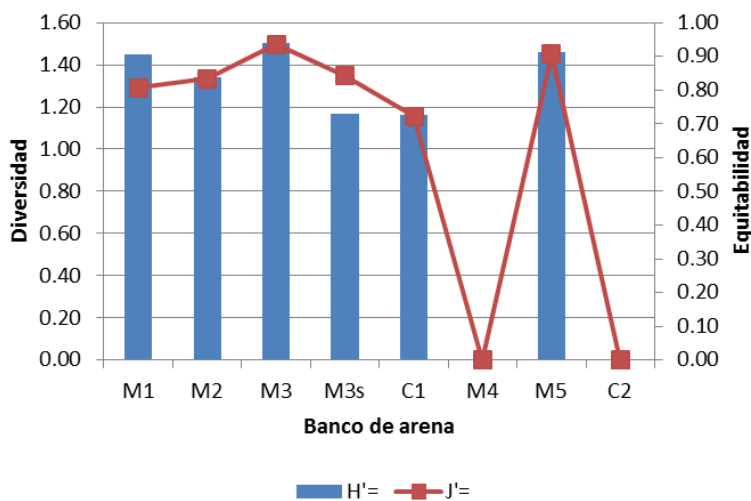
Figura 4.129. Abundancia y Riqueza específica de VEGETACIÓN MARINA para los BANCOS DE ARENA.



- *Diversidad y equitabilidad*

Los valores de diversidad y equitabilidad de algas en general son bajos, y muy similares entre los 8 bancos de arena donde se registró presencia de biota vegetal, estimando valores de  $H'$  entre 1.1 y 1.4; y valores de  $J'$  entre 0.7 y 0.9 (Figura 4.130).

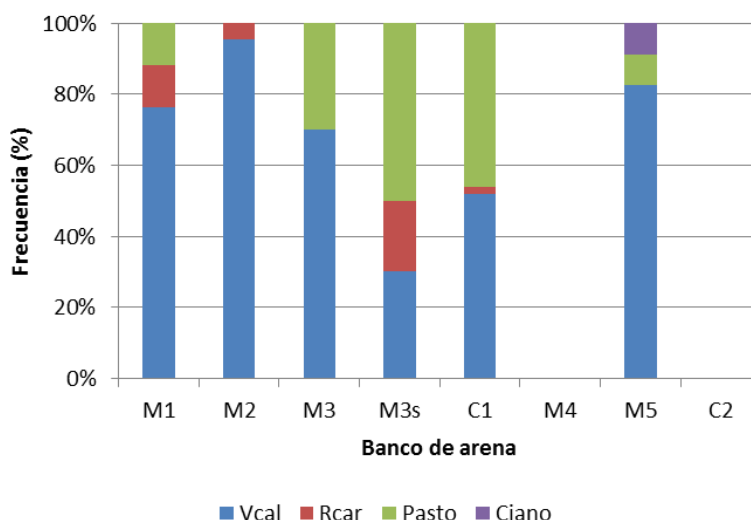
Figura 4.130. Diversidad de VEGETACIÓN MARINA para los BANCOS DE ARENA. Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), Equitabilidad ( $J'$ ).



- *Grupos funcionales*

En cuanto al análisis de frecuencias de los grupos funcionales de la vegetación marina se observa que hay una dominancia de algas verdes calcáreas en la mayoría de los bancos, y una abundancia de pastos marinos en los bancos Mamitas 3, Mamitas 3 somero y Cocobeach 1 (Figura 4.131).

Figura 4.131. Frecuencia de grupos funcionales para VEGETACIÓN MARINA para los BANCOS DE ARENA.



#### 4.3.2.8.2.3. Corales escleractinios

- *Distribución y composición específica*

La comunidad de corales en los bancos de arena es muy escasa, y solamente se encuentra presente en los sitios en donde existe sustrato de laja para permitir su fijación y crecimiento. De este modo solamente se encontraron pequeñas colonias de los géneros *Porites* spp., y *Siderastrea* spp., principalmente en los bancos denominados Mamitas 2 y Mamitas 5 (Tabla 4.32).

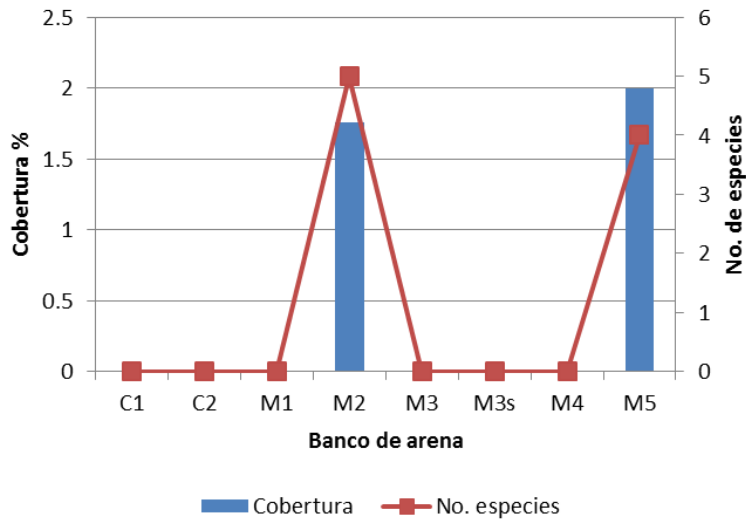
Tabla 4.32. Listado de especies y abundancia relativa de CORALES ESCLERACTINIOS para los BANCOS DE ARENA: D=Dominante (>20); A=Abundante (10-20); C=Común (5-10); E=Escasa (1-5); R=Rara (<1).

Familia	Género	Especie	C1	C2	M1	M2	M3	M3s	M4	M5
Faviidae	<i>Pseudodiploria</i>	<i>strigosa</i>				C				
Milleporidae	<i>Millepora</i>	<i>complanata</i>				A				C
Mussidae	<i>Isophyllastrea</i>	<i>rigida</i>								C
Poritidae	<i>Porites</i>	<i>astreoides</i>				D				A
		<i>porites</i>				D				
Siderastreidae	<i>Siderastrea</i>	<i>siderea</i>				D				D
<b>No. de especies</b>			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>

- *Abundancia y riqueza específica*

La abundancia de corales es muy baja, registrando menos del 2 % de cobertura coralina en los 2 bancos donde se registró sustrato duro, y un número de especies de 5 para el banco de Mamitas 2 y de 4 especies para Mamitas 5 (Figura 4.132).

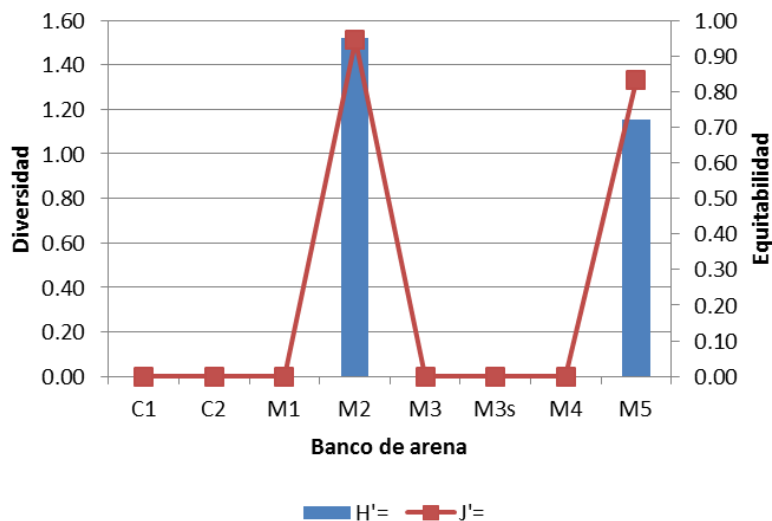
Figura 4.132. Abundancia y Riqueza específica de CORALES ESCLERACTINIOS para los BANCOS DE ARENA.



- *Diversidad y equitabilidad*

Los valores de diversidad y equitabilidad de corales son bajos, estimando valores del índice de diversidad  $H'$  de 1.5 y 1.15 para los bancos de Mamitas 2 y Mamitas 5 respectivamente. Y la equitabilidad con valores de 0.9 y 0.8 respectivamente (Figura 4.133).

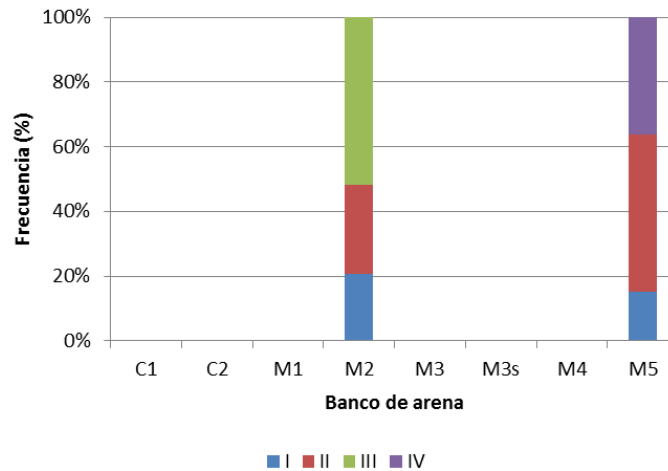
Figura 4.133. Diversidad de CORALES para los BANCOS DE ARENA. Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), Equitabilidad ( $J'$ ).



- *Estructura de tallas*

La estructura de tallas muestra colonias pequeñas, de las 2 primeras clases en un 50% de abundancia para el banco Mamitas 2, y mayor al 60% en el Mamitas 5; y un 59% de colonias de la categoría III en el banco M2, y casi el 40% de colonias de la clase IV en el banco M5 (Figura 4.134).

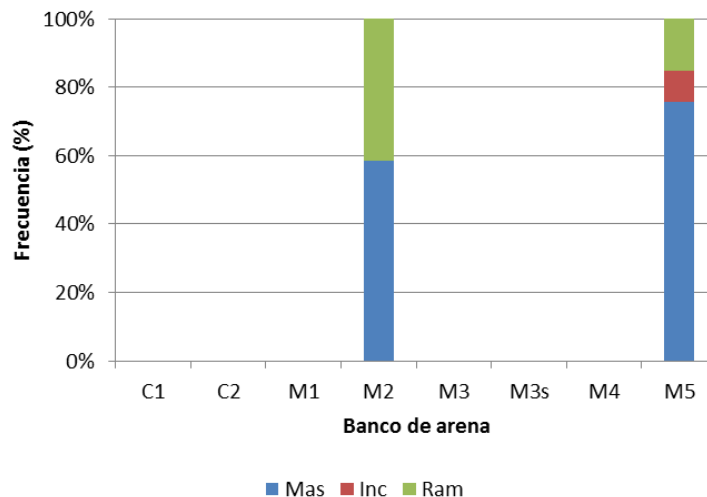
**Figura 4.134 Frecuencia de estructura de tallas para CORALES ESCLERACTINIOS para los BANCOS DE ARENA.**



- *Forma de crecimiento*

La forma de crecimiento que presentan los corales es parecida en ambos sitios; teniendo aproximadamente tres cuartas partes de los corales de la forma masiva, seguida de la forma ramificada y algas incrustantes (Figura 4.135).

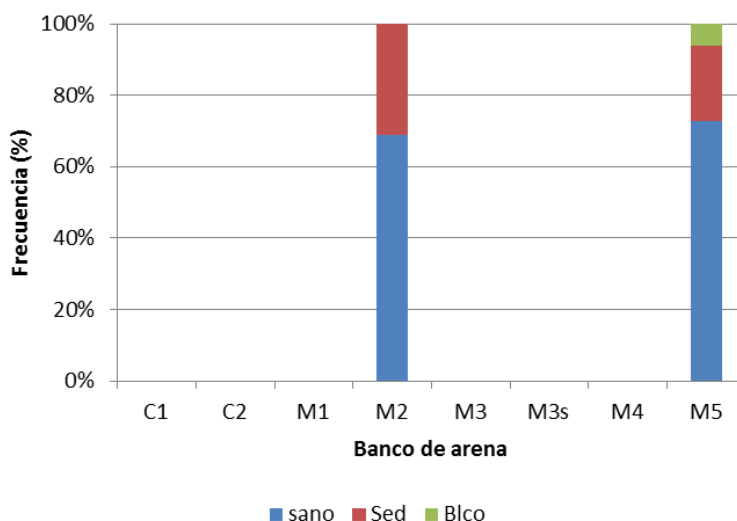
**Figura 4.135. Forma de crecimiento para CORALE ESCLERACTINIOS. Sana = colonia sin tejido dañado, Daño = presenta algún tipo de afectación.**



- Condición de los organismos

En cuanto a la condición de los organismos tenemos que alrededor del 70% de las colonias se registraron sin ningún tipo de daño, y que la afectación más común fue por sedimentos (Figura 4.136).

Figura 4.136. Condición del organismo para CORALE ESCLERACTINIOS para los BANCOS DE ARENA. Sana = colonia sin tejido dañado, Daño = presenta algún tipo de afectación.



#### 4.3.2.8.2.4. Peces

- Distribución y composición específica

En total se registraron 20 especies de peces en los polígonos de los bancos de arena, pertenecientes a 15 géneros y 13 familias. La especie que más abundante fue el lábrido pez navaja, *Xrychtys martinicensis*. El sitio con el mayor número de especies observadas fue M5, mientras que en el sitio denominado C2 no se observaron peces. Cabe resaltar el registro de un tiburón Toro (*Carcharhinus leucas*) en uno de los transectos de muestreo. Ninguna de las especies registradas se encuentra enlistada en la NOM-59 SEMARNAT 2010 (Tabla 4.33).

Tabla 4.33. Listado de especies y abundancia relativa de PECES ARRECIFALES para los BANCOS DE ARENA: D=Dominante (>20); A=Abundante (10-20); C=Común (5-10); E=Escasa (1-5); R=Rara (<1).

Familia	Género	Especie	M1	M2	M3	M3s	C1	M4	M5	C2
Acanthuridae	<i>Acanthurus</i>	<i>bahianus</i>		C					C	
		<i>chirurgus</i>							C	
		<i>coeruleus</i>							A	
Balistidae	<i>Canthidermis</i>	<i>sufflamen</i>				A				
Carangidae	<i>Caranx</i>	<i>crysos</i>	D							
		<i>ruber</i>				D	A			
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus</i>	<i>leucas</i>			A					

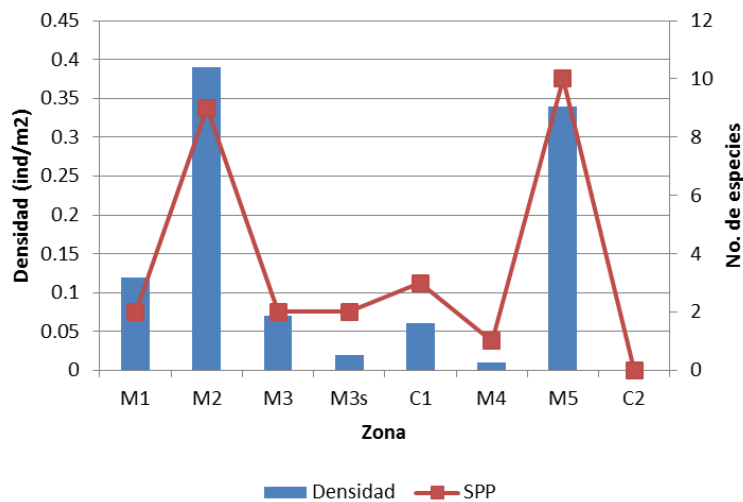


Familia	Género	Especie	M1	M2	M3	M3s	C1	M4	M5	C2
Chaetodontidae	<i>Chaetodon</i>	<i>ocellatus</i>		E						
Clinidae	<i>Malacoctenus</i>	<i>triangulatus</i>		E						
Congridae	<i>Heteroconger</i>	<i>halis</i>			D					
Dasyatidae	<i>Himantura</i>	<i>schmardae</i>						D		
Labridae	<i>Halichoeres</i>	<i>bivittatus</i>		D					A	
	<i>Thalassoma</i>	<i>bifasciatum</i>		A					D	
	<i>Xyrichtys</i>	<i>martinicensis</i>	A			D	D			
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus</i>	<i>paru</i>							E	
Pomacentridae	<i>Stegastes</i>	<i>diencaeus</i>		E					E	
		<i>partitus</i>		A					A	
Scaridae	<i>Sparisoma</i>	<i>radians</i>		E						
		<i>rubripinne</i>							E	
Tetraodontidae	<i>Canthigaster</i>	<i>rostrata</i>		C					A	
<b>Número de especies</b>			<b>2</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>0</b>

- *Abundancia y riqueza específica*

La abundancia de peces en el área de estudio fue escasa y se reflejó en la densidad de organismos que tuvo un promedio de 0.12 ind/m<sup>2</sup>. Los sitios con la mayor densidad de peces (>0.30 ind/m<sup>2</sup>) fueron los denominados M2 y M5, mientras que M3s fue el sitio con la menor densidad y C2 no registro individuos de ninguna especie (Figura 4.137).

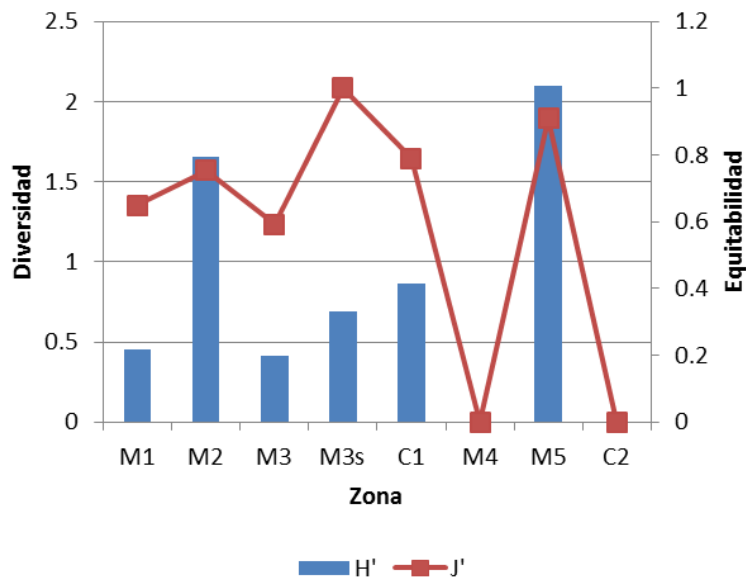
Figura 4.137. Abundancia y Riqueza específica de PECES ARRECIFALES para los BANCOS DE ARENA.



- *Diversidad y equitabilidad*

Sobre los índices, de diversidad H y de equitabilidad J', se observa que también M2 y M5 fueron los lugares con los valores más altos de diversidad, en ellos se registraron varias especies con cantidades de individuos similares. La equitabilidad tuvo su valor más alto en el sitio M3s pero se debe de tomar en cuenta que ahí solo se registraron dos especies con el mismo número de individuos y por tanto la equitabilidad es elevada (Figura 4.138).

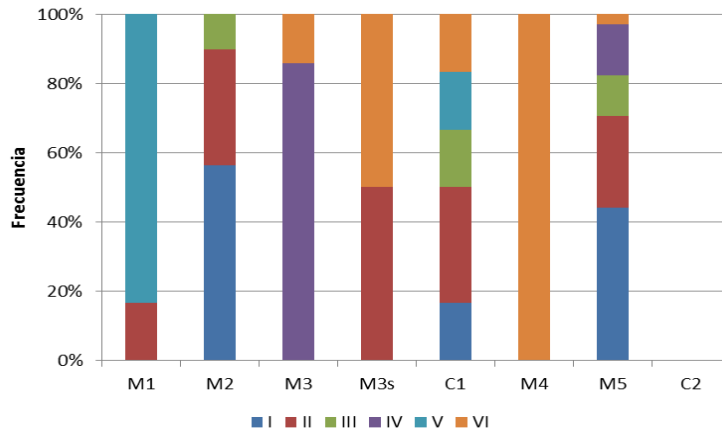
**Figura 4.138. Diversidad de PECES ARRECIFALES para los BANCOS DE ARENA. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J').**



- *Estructura de tallas*

En cuanto a la estructura de tallas, más del 50% de los peces registrados fueron de tallas pequeñas, categoría I y II, de <5 a 10 cm. Solo en algunos sitios como M1 y M3, la frecuencia de tallas de tamaño medio fue más abundante debido a la presencia de cardúmenes de peces pelágicos (Figura 4.139).

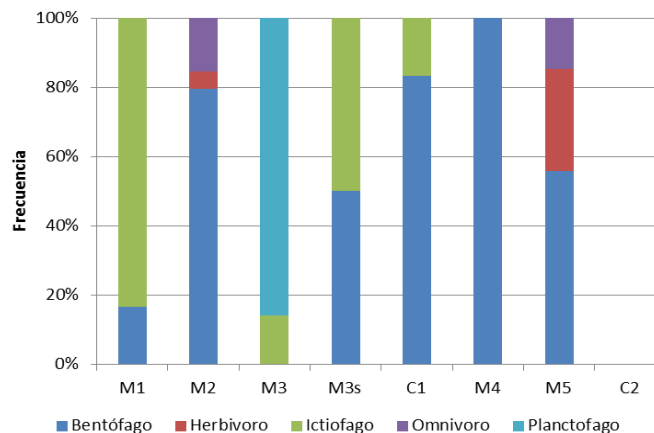
Figura 4.139. Frecuencia de estructura de tallas para PECES ARRECIFALES para los BANCOS DE ARENA.



- *Grupos funcionales*

El grupo trófico más abundante registrado en el área de estudio correspondió a los peces bentófagos (58%) seguido por los peces de hábitos ictiófagos (12%). En cuanto a la frecuencia de las categorías tróficas por sitio, se encontró que los peces bentófagos fueron muy abundantes en casi todos los lugares con excepción de M1 y M3 en donde fueron otros grupos tróficos los más abundantes. La abundancia de peces ictiófagos corresponde a la presencia de peces pelágicos como jureles y de peces planctófagos por la presencia de peces anguila llamados jardineras (Figura 4.140).

Figura 4.140. Grupos tróficos para PECES ARRECIFALES para los BANCOS DE ARENA.



#### 4.3.2.8.3. Caracterización de la infauna

La infauna que se registró en los 8 polígonos definidos para los bancos de arena del Proyecto consta de un total de 37 especies de invertebrados, pertenecientes a 30 géneros, 25 órdenes y 8 clases de 6 grupos: Annelida, Cephalorhyncha, Crustacea, Echinodermata, Mollusca y Sipuncula.

El banco Mamitas 4 fue el que presentó mayor número de especies y abundancia de organismos, seguido del banco Mamitas 1; registrando entre 3 y 12 especies en cada muestra. El resto de los bancos presentó entre 4 y 7 especies por muestra. Las especies que tuvieron mayor abundancia fueron las galletas de mar del género *Mellita* spp., y los bivalvos de las familias Psammobiidae y Lucinidae, encontrando entre 5 y 10 ejemplares entre todas las muestras. El resto de las especies se encontraron en una abundancia de 1 a 4 organismos en total (

Figura 4.141 y Tabla 4.34).

Tabla 4.34. Listado de especies de INVERTEBRADOS para los BANCOS DE ARENA. X=Presencia de la especie.

Grupo	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	M1	M1	M3	M3	M3s	C1	M4	M4	C2	C2		
Annelida	Polychaeta	Capitellida	Capitellidae	<i>Notomastus</i>	spp.						X						
		Canalipalpata	Polygordiidae	<i>Polygordius</i>	spp.		X	X			X	X					
		Eunicida	Lumbrineridae	<i>Lumbrinerides</i>	spp.				X								
				sp 1						X							
			Eunicidae		sp 2			X									
			No identificado		sp 3						X						
		Oeononidae		sp 4							X						
		No identificado	Capitellidae	sp 5										X			
		No identificado	No identificado	sp 6			X	X									
		No identificado	Orbiniidae	sp 7									X				
		Opheliida	Opheliidae	<i>Ophelina</i>	<i>acuminata</i>					X							
<i>Armandia</i>	spp.					X											
Scolecida	Orbiniidae	sp 1				X											
Cephalorhyncha	Priapulida	Priapulomorpha	Tubiluchidae	<i>Tubiluchus</i>	spp.					X							
Crustacea	Malacostraca	Amphipoda	Phoxocephalidae	sp 1					X								
		Isopoda	Paranthuridae	<i>Paranthurus</i>	spp.				X								
Echinodermata	Echinoidea	Clypeasteroidea	Clypeasteridae	sp 1				X									
			Mellitidae	<i>Mellita (Leodia)</i>	<i>sexiesperforata</i>				X		X	X	X				
				<i>Mellita (Leodia)</i>	spp.				X								
		Ophiuridae	Ophiureidea	<i>Ophionereis</i>	<i>reticulata</i>	X	X										
	Holothuroidea	Apodida	No identificado	sp 2									X				
		Synaptidae	<i>Leptosynapta</i>	spp.									X				
Mollusca	Bivalvia	Cardiida	Psammobiidae	<i>Sanguinolaria</i>	spp.				X			X	X				
				sp 1			X				X	X					
		Lucinida	Lucinidae	<i>Codakia</i>	<i>orbicularis</i>								X	X			
				<i>Lucina</i>	<i>pectinata</i>	X	X			X	X		X				
				sp 2			X				X	X					
		Mytiloidea	Mytilidae	<i>Brachidontes</i>	spp.						X			X			
	Veneroidea	Chamidae	sp 3					X									
	Gastropoda	Cuculiniformia	Cuculinidae	sp 4											X		
		Littorinimorpha	Bursidae	sp 5			X										
Natica		Naticidae	<i>Naticarius</i>	<i>canrena</i>							X	X					
Phyllodocida	Cephalorhyncha	<i>Cirsotrema</i>	spp.										X				

Grupo	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	M1	M1	M3	M3	M3s	C1	M4	M4	C2	C2
		Sorbeoconcha	Olivellidae	<i>Olovella</i>	<i>spp.</i>								X	X	
		Venerida	Veneridae	<i>Chiona</i>	<i>spp.</i>								X		
				<i>Anomalocardia</i>	<i>spp.</i>									X	
Sipuncula	Sipunculidea	Golfingiida	Sipunculidae	<i>sp 4</i>						X					
<b>No. de especies</b>						<b>3</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>0</b>

Figura 4.141. Ejemplares de INFAUNA colectados en las muestras de sedimento. Anélido perteneciente a la familia Orbinnidae (izq.), gasterópodo del género *Cirsotrema* spp. (medio) y bivalvo de la familia Psammobiidae (dcha.).

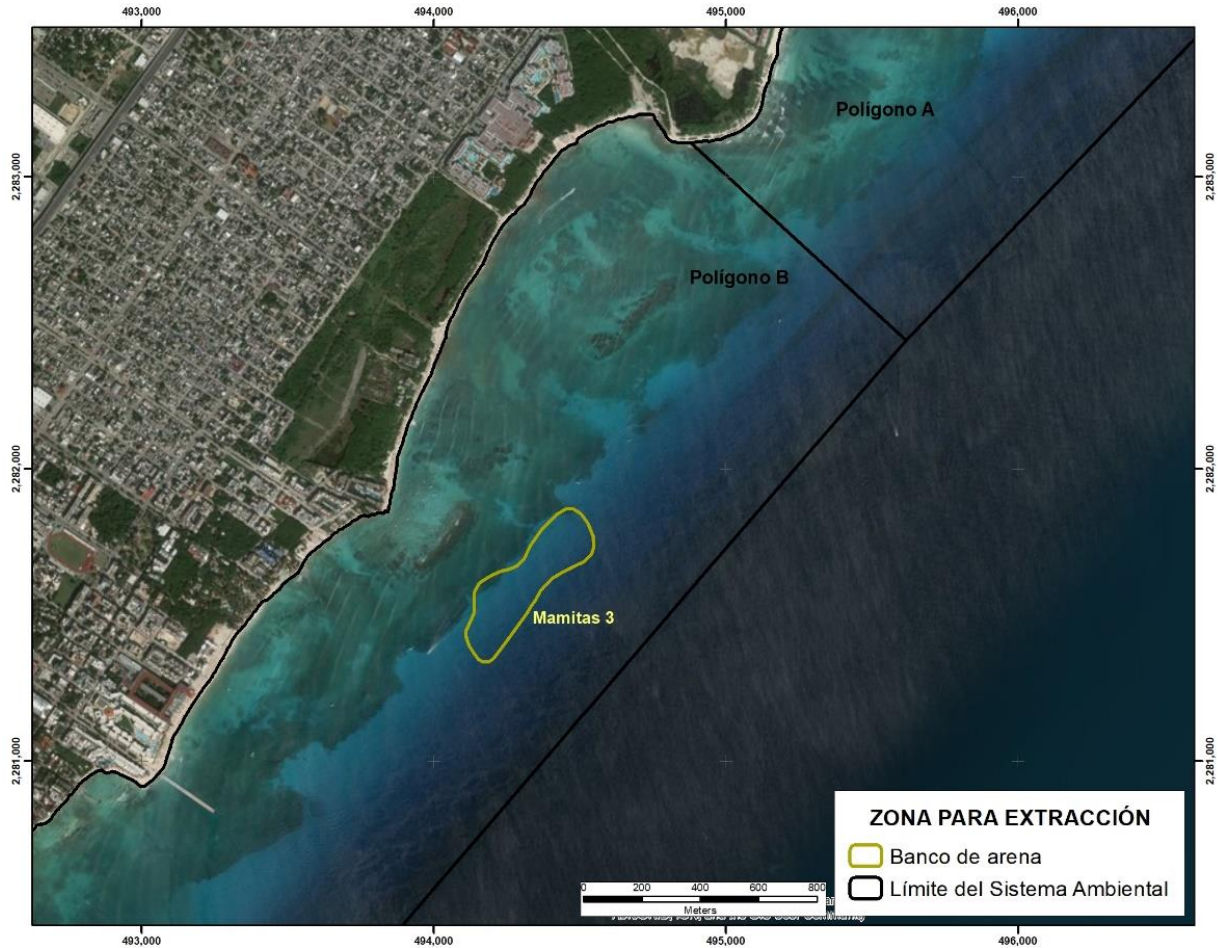


#### 4.3.2.8.4. Banco elegible para extracción

A partir de la información generada durante el estudio de caracterización de la biota presente en los bancos de arena se hizo un ajuste a los bancos que se proponen como aprovechables para la extracción de arena, considerando para tal fin, únicamente 1 banco de arena (Figura 4.142):

- Mamitas 3

Figura 4.142. Polígono del banco de arena identificado como sitio donador para extracción de sedimento (línea amarilla).



#### 4.3.2.8.5. Conclusiones del estudio de caracterización marina

- El SAR definido para el Proyecto presenta un sistema arrecifal con diferentes grados de desarrollo: sección Bahía y Arrecife con una laguna arrecifal incipiente y presencia de praderas marinas, así como un esbozo de Cresta arrecifal con parches pequeños y aislados de este tipo de ambiente. Sección Costa y Arenales formadas por una planicie de laja calcárea con baja diversidad de biota marina, y un arenal profundo muy extendido en la parte profunda.
- La ausencia de una Cresta Arrecifal bien definida provoca que los ambientes dominantes sean muy homogéneos y con baja diversidad biológica, en donde los corales, como principales constructores arrecifales, se encuentran pobremente representados.
- La estructura comunitaria de los corales escleractinios es muy pobre, no solo por la escasa cobertura de tejido y bajo número de especies; sino también por la composición de especies con marcada dominancia de especies ruderales como las de los géneros *Porites* spp. y *Siderastrea* spp.; y poca presencia de especies constructoras arrecifales como las de los géneros *Acropora* spp. y *Orbicella* spp.

- Los 8 polígonos que se caracterizaron como posibles sitios para extracción de arena presentan una porción variable de sustrato de laja en donde no hay arena. Los polígonos que se encuentran en el Arenal profundo presentan parches de pasto marino de la especie *Halodule wrightii*, así como moluscos gasterópodos de las especies *Lobatus gigas* y *L. costatus* en proceso de ovoposición, siendo elementos bióticos importantes a considerar en caso de utilizar estos sitios para la extracción de arena. Los bancos denominados Mamitas 3 y Mamitas 4 son los que presentaron un sustrato propicio para ser donadores de arena. Se recomienda implementar programas de rescate y reubicación de biota marina conspicua antes de realizar las obras de extracción.
- Se registró la presencia de 4 especies que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Dos especies de coral, *Acropora palmata* y *Acropora cervicornis*; y dos gorgonáceos de las especies *Plexaura homomalla* y *Plexaurella dichotoma*.
- Se registró la presencia de 5 especies incluidas en el Proyecto de modificación del anexo normativo III, lista de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 publicado el 13 de agosto de 2018 y aprobado el 14 de noviembre de 2019. Tres especies de pasto marino, *Halodule wrightii*, *Syringodium filiforme* y *Thalassia testudinum*; y dos de corales duros, *Orbicella annularis* y *Orbicella faveolata*. **Cabe señalar que el anexo normativo III, para la especie de pasto marino *Halodule wrightii*, restringe su protección a áreas geográficas específicas.**
- Se detectó la presencia de una nueva enfermedad del síndrome blanco en colonias de coral de crecimiento masivo de 5 especies: *Orbicella faveolata*, *Orbicella annularis*, *Diploria labyrinthiformis*, *Colpophyllia natans* y *Pseudodiploria strigosa*.
- Se recomienda establecer programas de restauración activa mediante el trasplante de colonias de coral para mejorar la estructura y funcionalidad del ambiente arrecifal. Este programa deberá incluir un análisis para la selección de los sitios aptos para la siembra de corales, una propuesta para establecer viveros marinos, un plan de restauración integral que incluya como principal elemento la siembra de corales, así como un programa de monitoreo para evaluar los cambios en la estructura y función de los sitios intervenidos.
- No se registro la presencia de tortugas marinas.

#### 4.3.3. Aspectos socioeconómicos

La Evaluación de Impacto Ambiental es un instrumento de gran aplicación, que se ha convertido en uno de los principales instrumentos preventivos para la gestión del medio ambiente. Constituye un mecanismo cuyo objetivo supone el diagnóstico de los efectos secundarios no esperados de la implantación de un plan o programa o el desarrollo de un proyecto dentro del marco natural.

Una Evaluación de Impacto Ambiental sería una herramienta incompleta si no incorporara el análisis de los parámetros socioeconómicos, pues como se ha visto las fronteras entre lo natural y social son bastante confusas; la situación donde los recursos naturales (que alimentan la producción y reproducción social) sufren una afectación importante, tiene consecuencia directas en la comunidad social, por lo que resulta obvio que se deban estudiar, los efectos (positivos y negativos) que un determinado plan, programa o proyecto tiene sobre el medio socioeconómico (Echavarren, 2007).

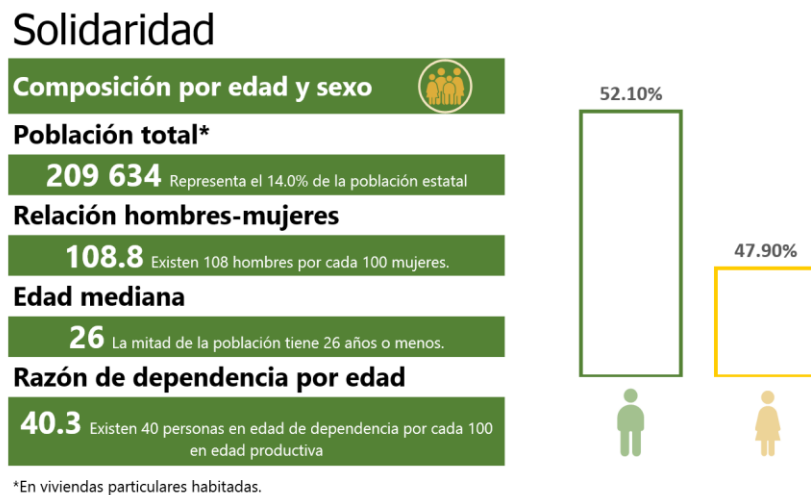
#### 4.3.3.1. Localización regional

El municipio de Solidaridad es uno de los 11 municipios que integran el estado de Quintana Roo. Cuenta con una extensión de 2 204.73 km<sup>2</sup>, lo que representa el 8.35 % de la superficie del Estado. Entre las principales localidades, para el municipio, se encuentra Playa del Carmen, que representa su cabecera municipal, el SAR se localiza frente a las costas de este centro urbano.

#### 4.3.3.2. Composición de la estructura poblacional

De acuerdo con los resultados del anuario estadístico y geográfico de Quintana Roo, 2016, INEGI, el municipio cuenta con una población total de 209 634 personas, que representan el 14.0% de la población estatal. La población total se encuentra estructurada por 109 224 hombres (52.10%) y 100 410 mujeres (47.90%). La relación de hombres-mujeres es de 108.8 hombres por cada 100 mujeres. La mitad de la población cuenta con 26 años o menos. Existen 40 personas en edad de dependencia por cada 100 en edad productiva (INEGI, 2016).

Figura 4.143. Dinámica y estructura de la población para el municipio de Solidaridad (INEGI, 2016).

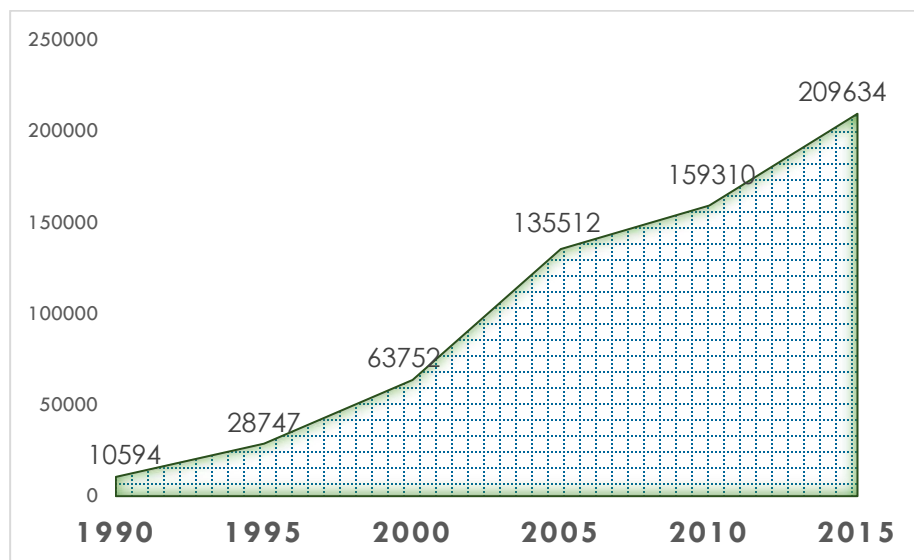


#### 4.3.3.3. Crecimiento demográfico

El municipio de Solidaridad, es junto con los municipios de Benito Juárez y Tulum, los de mayor crecimiento demográfico en el país, el principal motivo es la inmigración de población atraída por la oferta de empleo y desarrollo económico propiciado por el turismo que es la actividad económica básica (SECTUR, *et al*, 2013). Los registros indican que este crecimiento ha sido exponencial, pasando de 10 594 habitantes en 1990 a 209 634 personas para 2015 (Figura 4.144), lo que significa que la población incremento aproximadamente 19 veces más, en 25 años.



**Figura 4.144. Crecimiento de la población en Solidaridad 1990 – 2015 (INEGI, 2016).**



De acuerdo al Consejo Estatal de Población (COESPO), la población del municipio de Solidaridad seguirá creciendo de manera acelerada, estimando que para el 2025 habrá aproximadamente 331 150 habitantes, equivalente a un crecimiento de 35%, lo que quiere decir que uno de cada cuatro nuevos habitantes del estado de Quintana Roo será un residente del municipio de Solidaridad (INEGI, 2016).

#### 4.3.4. Distribución y densidad poblacional

La densidad de población del municipio de Solidaridad es de 92.02 hab/km<sup>2</sup>; sin embargo, este valor es relativo ya que, en la cabecera municipal Playa del Carmen se concentra aproximadamente el 94.11% de la población, haciendo la densidad de población mayor de 3 mil por km<sup>2</sup>; lo que hace atípico a las tendencias, provocando concentraciones altas de población en las zonas urbanas (Tabla 4.35).

**Tabla 4.35. Comparativa entre la densidad de población entre Quintana Roo, Solidaridad y Playa del Carmen (H. Ayuntamiento de Solidaridad, 2016).**

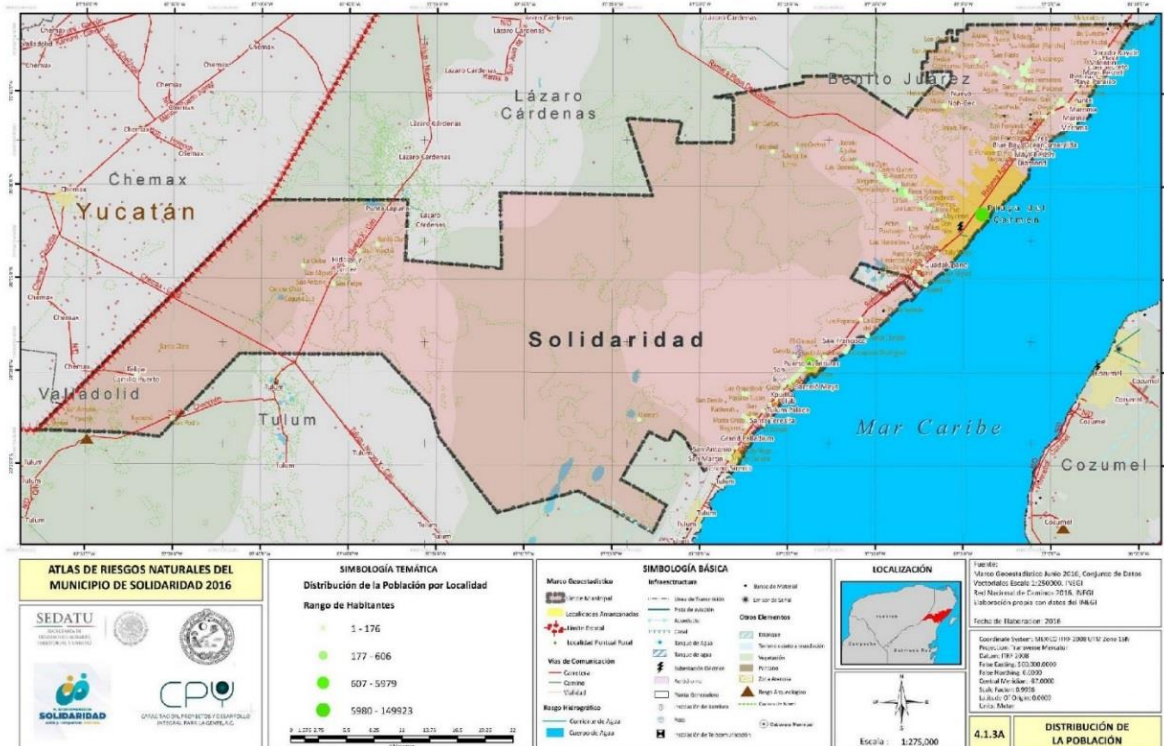
	Quintana Roo	Solidaridad	Playa del Carmen
Km <sup>2</sup>	50 212	2 278	4 303
Habitantes	1 574 824	209 634	149 923
Densidad	31.36	92.02	34.84

La distribución de los habitantes en Solidaridad se concentra de manera desigual, ya que existen localidades con mucha población, como es el caso de Playa del Carmen y Puerto aventuras (Tabla 4.36).

Tabla 4.36. Densidad de población para el municipio de Solidaridad.

<b>Total de localidades:</b>	<b>148</b>
Localidades con mayor población:	
<b>Playa del Carmen</b>	149 923
<b>Puerto Aventuras</b>	5 979

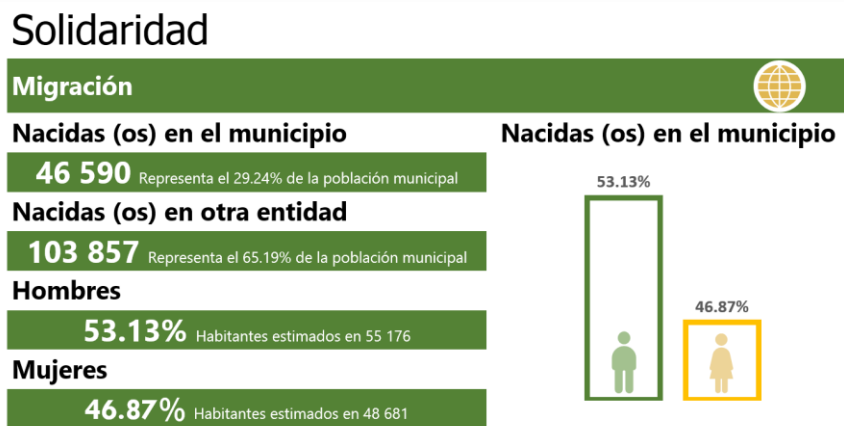
Figura 4.145. Distribución de la población por localidad.



#### 4.3.4.1. Migración

La migración se considera uno de los factores que afectan la dinámica de crecimiento y composición por sexo y edad de la población. Con la información sobre el lugar de nacimiento, para la población que residía en Solidaridad en el 2010 (INEGI, 2010) que era originaria de Solidaridad, la componían 46 590 habitantes, 29.24% de la población total. Mientras que la población residente en el municipio nacida en una entidad distinta la integraban 103 857 personas, 65.19% de la población total. Las estadísticas por sexo indican que el porcentaje de hombres nacidos en otro lugar es mayor que el de las mujeres.

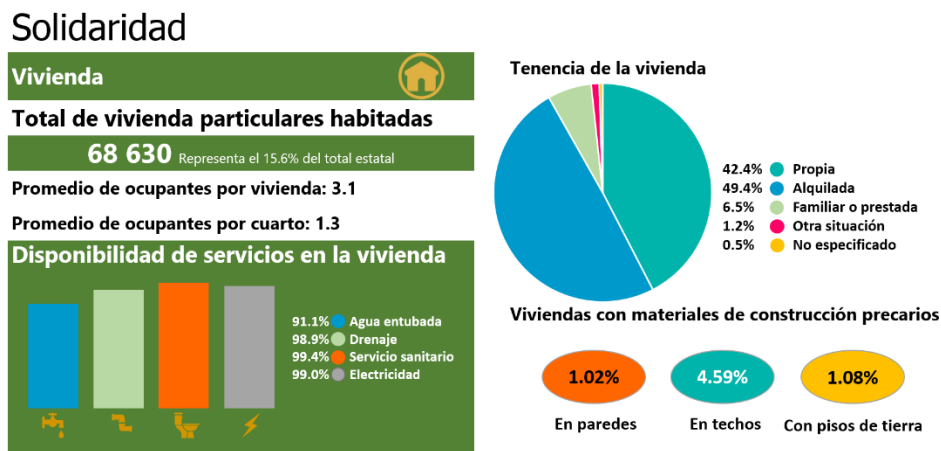
Figura 4.146. Migración, municipio de Solidaridad (INEGI, 2010).



#### 4.3.4.2. Vivienda y urbanización

El municipio de Solidaridad registra un total de 68 630, de las cuales el 91.1% cuentan con agua entubada, 98.9% con drenaje, 99.4% con servicio sanitario y 99.0% con electricidad. El promedio de ocupantes por vivienda se estima en 3.1 y el promedio de ocupantes por cuarto en 1.3. El porcentaje de vivienda con materiales de construcción precarios se distribuye de la siguiente manera: 1.08% con pisos de tierra, 1.02% en paredes y 4.59% en techos. La tenencia de la vivienda está clasificada en propia 42%, alquilada 49.4%, familiar o prestada 6.5%, otra situación 1.2% y no especificado 0.5%.

Figura 4.147. Vivienda y saneamiento ambiental para el municipio de Solidaridad (INEGI, 2016).



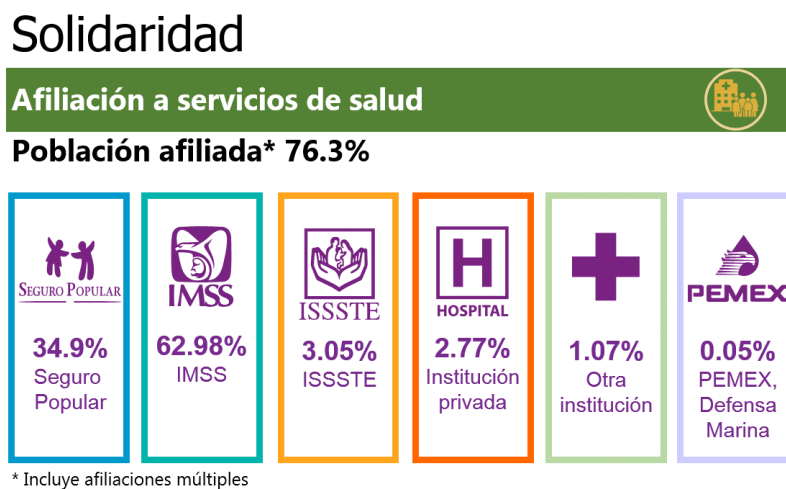
La principal fuente de abastecimiento de agua para el municipio son los pozos profundos de los que se registran un total de 612. El volumen promedio diario de extracción es de 791 mil metros cúbicos. Al 2015, Solidaridad cuenta con un total de 67 921 tomas domiciliarias instaladas, divididas en 62 095 domésticas, 5 661 comerciales, 4 industriales y 161 públicas. En cuanto a la energía eléctrica se cuenta con 112 696 tomas instaladas, de las cuales 112 264 corresponden a domiciliarias (domésticas, industriales y de servicios) y 432 a no domiciliarias (agrícolas, alumbrado público y bombeo de aguas potables y negras) (INEGI, 2016).

En cuanto a vías de comunicación, respecto a longitud de la red carretera según tipo de camino, el municipio cuenta 56 km de carretera troncal federal y 30 km de carreteras secundarias pavimentadas.

#### 4.3.4.3. Salud y seguridad social

Respecto a salud el porcentaje de población afiliada a servicios de salud el municipio de Solidaridad cuenta con un 76.33 de personas afiliadas, 23.06 no afiliadas y 0.61 no especificado. La condición de afiliación se registra de la siguiente manera: 62.98% están afiliados al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), 3.05% al Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), 0.05% a Petróleos Mexicanos (PEMEX), Defensa o Marina, 34.90 al Seguro Popular o para una Nueva Generación, 2.77% a instituciones privadas y 1.07% a otra institución.

Figura 4.148. Afiliación a los servicios de salud para el municipio de Solidaridad (INEGI, 2018).



De acuerdo con los servicios médicos prestado, los padecimientos más recurrentes en el 2016, fueron infecciones respiratorias agudas (46%), infecciones intestinales (13%), infecciones vías urinarias (11%). Conforme a jurisdicción sanitaria número 2, los 20 padecimientos más comunes registrados en 2016 fueron los que se presentan en la siguiente tabla (Servicios Estatales de Salud, 2016, tomado de H. Ayuntamiento de Solidaridad, 2016-2018).

**Tabla 4.37. Padecimientos médicos más comunes en Solidaridad en 2016 (Servicios Estatales de Salud, 2016, tomado de H. Ayuntamiento de Solidaridad, 2016-2018).**

Padecimiento	%
Infecciones respiratorias agudas	46
Infecciones intestinales	13
Infección de vías urinarias	11
Gingivitis y enfermedad periodontal	3
Síndrome febril	3
Conjuntivitis	3
Infección por virus Zika	2
Dengue no grave	2
Obesidad	2
Úlceras, gastritis y duodenitis	2
Otras helmintiasis	1
Otitis media aguda	1
Quemaduras	1
Varicela	1
Vulvovaginitis	1
Escabiosis	1
Hipertensión arterial	1
Amebiasis intestinal	1
Neumonías y bronconeumonías	0
Demás	4

#### 4.3.4.4. Educación

De acuerdo con la encuesta intercensal 2015 del INEGI, en cuanto población de 4 a 14 años, el 84.09% cuenta con la aptitud para leer y escribir, y el 9.31% no sabe leer y escribir. De la población de 15 años y más según nivel de escolaridad, el 19.2% cuenta con el nivel superior de educación, el 26.7% con el nivel medio superior, el 50.9% con el nivel básico, el 3% sin escolaridad y el 0.2% no fue especificado. En cuanto a la población de 3 y más años, el 24.04% asiste al colegio y el 75.7% no asiste. El municipio cuenta con 80 planteles, 793 aulas, 4 bibliotecas, 32 laboratorios y 41 talleres (INEGI, 2016).

Figura 4.149. Características educativas en el municipio de Solidaridad (INEGI, 2016).



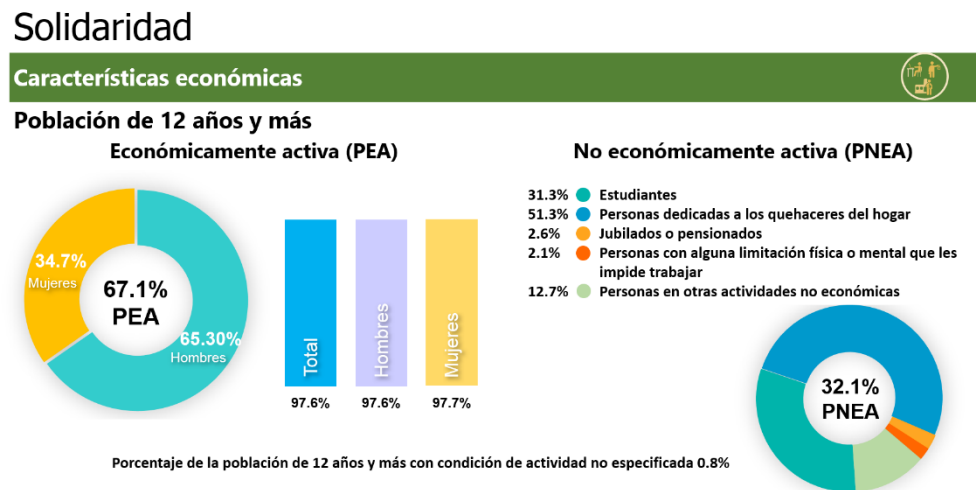
#### 4.3.4.5. Aspectos económicos

##### 4.3.4.5.1. Población económicamente activa y ocupada en el municipio

Geográficamente, 87.2% del total de las unidades económicas para Quintana Roo se concentra en cuatro municipios, Benito Juárez, Othón P. Blanco, Cozumel y Solidaridad, que concentra el 15.2%. En conjunto estos municipios aportaron el 93.8% de la producción bruta total para el estado, Solidaridad contribuyó con el 24.7%.

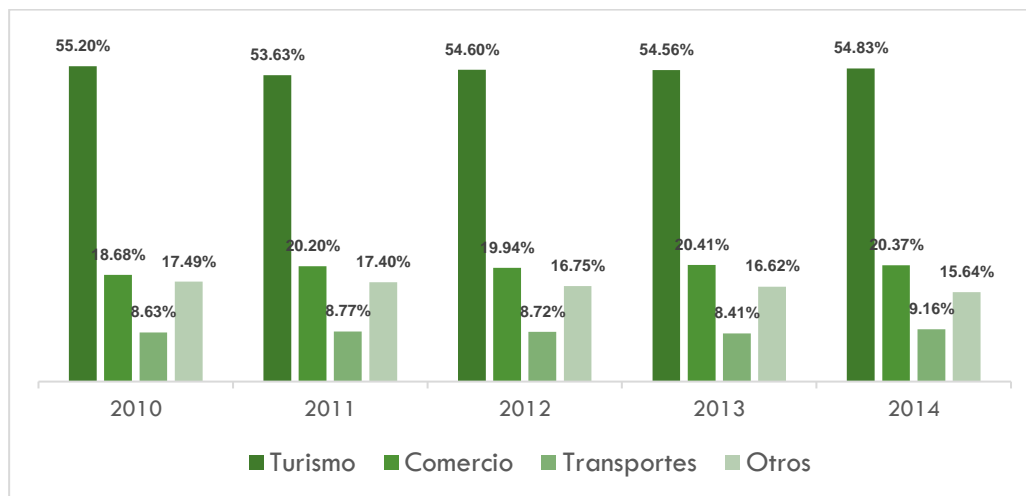
En el municipio de Solidaridad, entre 2010 y 2015, la población de 12 años y más pasó de 119 352 a 162 596 personas, de las cuales 67% conforman la población económicamente activa (PEA), y el 33% se identifica como población no económicamente activa. La población ocupada ha aumentado ligeramente. En 2010 representó el 96.40% de la PEA y para 2015 se situó en un 97.64%, equivalente a 106 588 personas. La tasa de desocupación (TDA-2015) fue de 2.36%, un porcentaje menor al nacional (4%) y al estatal (2.9%) (H. Ayuntamiento de Solidaridad, 2016 – 2018).

Figura 4.150. Características económicas para el municipio de Solidaridad, (INEGI, 2016).



Dentro de las actividades terciarias, la población ocupada con actividades relacionadas directamente con el turismo representó para el 2014 el 54.83%, comercio 20.37%, transporte 9.16% y actividades diversas 15.64% (H. Ayuntamiento de Solidaridad, 2016 – 2018).

Figura 4.151. Población ocupada por actividades terciarias, municipio de Solidaridad, 2010 – 2014.



#### 4.3.4.5.2. Población económicamente activa en las principales localidades

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda del INEGI, para el 2010, Playa del Carmen, cabecera municipal de Solidaridad, registró una población económicamente activa de 76 602, lo que representó, para ese año, el 51.09% de personas para la localidad. La población masculina económicamente activa fue estimada en 50 132 personas y la femenina en 26 470. La población no económicamente activa fue estimada en 32 667 habitantes.

Tanto la economía de Playa del Carmen como la del municipio y estado, está influida en buena medida por la dinámica del sector turístico. En Playa del Carmen se concentran cuatro quintas partes de la actividad económica del municipio. Los sectores que más aportaron a la economía del Playa del Carmen en el 2014, fueron el sector turismo (hotelero y preparación de alimentos y bebidas) y el comercio (Herrera, s.f.).

#### 4.3.4.5.3. Turismo

La principal actividad económica del estado y del municipio es el turismo; en el 2015 este sector captó el 38.5% del total de divisas que ingresaron al país.

A nivel estatal, Solidaridad cuenta con el mayor número de hoteles (214) y cuartos (35 769). La infraestructura hotelera con que cuenta el municipio representa el 37.94% de los hoteles y 41.31% de los cuartos disponibles en el estado (Tabla 4.38).

**Tabla 4.38. Infraestructura hotelera en Quintana Roo, por municipio (INEGI, 2016).**

Municipio	Hotel		Cuartos	
	Número	%	Número	%
Bacalar	18	2.69	289	0.33
Benito Juárez	176	26.27	35704	41.24
Cozumel	45	6.72	4098	4.73
Felipe Carrillo Puerto	9	1.34	134	0.15
Isla Mujeres	47	7.01	2271	2.62
José María Morelos	6	0.90	73	0.08
Lázaro Cárdenas	21	3.13	338	0.39
Othón P. Blanco	86	12.84	2301	2.66
Solidaridad	214	31.94	35769	41.31
Tulum	48	7.16	5607	6.48
<b>Estatad</b>	<b>670</b>	<b>100</b>	<b>86584</b>	<b>100</b>

En cuanto a ocupación hotelera, por centro turístico, Playa del Carmen y Playacar, ambos centros del municipio de Solidaridad, registran la llegada de 56 628 turistas residentes del país y 1 451 015 turistas no residentes en el país. El porcentaje de ocupación hotelera es de 88.0% para Playacar, con una estadía promedio de 6.3 noches por turista y 76.2% de ocupación para Playa del Carmen, con un promedio de estadía de 4.8.

## 4.4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

### 4.4.1. Línea de costa

El Proyecto, tal como se señaló en el Capítulo 2, se localiza en la unidad fisiográfica identificada como Punta Bete y Punta Maroma que, de acuerdo a Juárez, et al., 2006, su diagnóstico ambiental corresponde con un litoral de tipo arenoso y expuesto al oleaje, así como de los fenómenos hidrometeorológicos, como lo son las tormentas y huracanes, en donde el proceso de erosión y el retroceso en la línea de costa es una afectación ambiental de origen natural, permanente y acumulativa.



En el apartado 4.3.1.7.1.3 Análisis de la línea de costa, se mostró como, en particular para el área del Proyecto, existe la predominancia de pérdida de playa seca, derivado del proceso erosivo, que ha registrado en 10 años un retroceso en su línea de costa que va de 15 a 20 m, alcanzando valores de hasta 24 m en las secciones de playa más afectadas (Figura 4. 152).

**Figura 4. 152. Comparativa de la línea de costa entre los años 2007 y 2017 ajustadas a partir de imágenes satelitales calibradas, adquiridas de la base histórica de Google Earth y compradas sobre una fotogrametría.**



De acuerdo a lo anterior, el diagnóstico ambiental del área del Proyecto, corresponde con una zona que presenta una afectación generalizada por la erosión, altamente vulnerable a los efectos de los fenómenos hidrometeorológicos, y en donde el retroceso de la línea de costa será un proceso persistente y en aumento.

#### 4.4.2. Estructura ambiental marina del SAR

##### 4.4.2.1. Polígono A

En el medio marino el Polígono A del SAR, presenta un sistema arrecifal con diferentes grados de desarrollo a lo largo de la costa, por lo que existen variaciones importantes en el patrón de zonación y comunidad biótica asociada. La sección denominada Bahía, presenta una estructura arrecifal más compleja, toda vez que tiene un área extensa en la parte somera, correspondiente a una Laguna Arrecifal incipiente, con presencia de praderas marinas, que no existen en la sección Costa. En esta sección, además se puede distinguir un esbozo de una Cresta Arrecifal, que se presenta solamente como parches aislados, siendo los sitios con mayor heterogeneidad ambiental y desarrollo de la comunidad biótica marina. Esta estructura del arrecife, presente en la sección Bahía, se asemeja un poco más a la zonación de un arrecife típico del Caribe Mexicano (Gutiérrez, *et al.*, 1993), aunque la estructura no está desarrollada y las zonas no están bien definidas. En el caso de la sección Costa, la estructura del arrecife es mucho más simple, ya que básicamente está conformado por una planicie de laja calcárea que en su parte más profunda tiene una mayor abundancia de gorgonáceos, para terminar en el arenal profundo que es muy extenso en esta sección.

De acuerdo a este análisis, el ambiente marino corresponde a un arrecife con muy poco desarrollo estructural. La ausencia de una barrera arrecifal genera ambientes marinos muy homogéneos, poco diversos y con escasa biota marina asociada. Siendo así, la parte somera está conformada por una planicie de laja calcárea cubierta de sedimento y macroalgas, en donde la heterogeneidad ambiental es muy baja, con presencia escasa y dispersa de pequeños cabezos de coral. Estas condiciones se asocian a una baja diversidad biológica, en donde los corales como principales constructores arrecifales se encuentran pobremente representados. En la parte de profundidad media se encuentra el ambiente de laja con gorgonáceos, que en algunos sitios presenta un pequeño desnivel de la laja calcárea sobre el canal de arena, siendo a menudo los sitios con mayor abundancia de biota marina. Y finalmente, los parches definidos como ambiente de Cresta, que es donde existe rugosidad del sustrato y una mayor heterogeneidad ambiental. Estos factores generan las condiciones propicias que determinan la distribución y abundancia de la biota marina en los arrecifes de coral (Porter, 1972, Pichon, 1981; Huges, 1984 y Bayer, 1961). De este modo, la mayor riqueza específica y cobertura de corales se concentra en este tipo de ambiente en donde abundan las colonias de los géneros *Porites* y *Siderastrea*, así como colonias de los géneros *Orbicella* y *Pesudodiploria* que presentan crecimientos masivos. Por su parte, la abundancia de gorgonáceos también es considerable, y se encuentra una asociación de especies que caracteriza cada zona del arrecife; de tal forma que el género *Gorgonia* es el más abundante en las partes someras con oleaje intenso (Alcolado, *et al.*, 1980), mientras que en las partes de mayor profundidad abundan las colonias arbustivas en forma de candelabro o de pluma, tal como lo define Botero (1987) y Alcolado, 1981. Por su parte, la heterogeneidad de ambientes favorece la agregación de un número mayor de especies de peces al encontrar refugios y alimento tanto para especies herbívoras como depredadoras (Jones y McCormick, 2002).

Por otro lado, en cuanto a la biota de invertebrados se observó la presencia de erizos, sobre todo de la especie *Diadema antillarum*, el cual se registró en los ambientes de la Cresta y Laja con macoralgas, siendo un indicador de la salud arrecifal por su papel como uno de los principales organismos herbívoros al mantener control del sobrecrecimiento algal. Esta situación apunta a una recuperación gradual de las poblaciones de esta especie, después de haber estado en una situación crítica en los arrecifes del Caribe a finales de los noventa (Knowlton, 2001; Lessios, *et al.*, 2001). De igual modo, la presencia de organismos de importancia comercial como la langosta espinosa *Panulirus argus*. Sin embargo, en términos generales se puede decir que el arrecife se encuentra en un grado de deterioro similar al que afecta todo el Sistema Arrecifal Mesoamericano en donde más del 50% de los arrecifes se encuentran en condición pobre o crítica debido a un decremento de la cobertura coralina asociado a un incremento de la cobertura de algas carnosas y filamentosas (Healty Reefs, 2015).

En cuanto al hecho de que la estructura comunitaria de los corales escleractinios es muy pobre para el área de estudio aplica no solo por la escasa cobertura de tejido vivo y bajo número de especies que presenta como se ha discutido anteriormente; sino también por la composición de especies presente en las distintas áreas arrecifales, ya que es notoria la marcada dominancia de la especie *Porites astreoides*, seguida de la especie *Siderastrea siderea* en algunos sitios. Y es que hay que hacer notar que estas especies son consideradas pioneras o ruderales en los procesos de sucesión biológica (*sensu* Grime y Pierce 2012), además de tener un reducido aporte a la acreción arrecifal y un papel ecológico poco relevante en los procesos biogénicos de la construcción arrecifal. En cambio, aquellas especies consideradas como las principales constructoras arrecifales, como son las del género *Acropora* en las partes someras y *Orbicella annularis* en las intermedias y profundas, son muy escasas en toda el área de estudio, a pesar de que en muchos de los sitios se observan los esqueletos de estas especies. En el tema del grado de conservación que presenta el ambiente arrecifal también encontramos diferentes situaciones a lo largo del área de estudio. La presencia de corales escleractinios como principal elemento biótico por su papel como constructor arrecifal es en términos generales baja. Sin embargo, resulta interesante analizar la condición en la que se encuentran estos organismos, ya que se detectó la presencia de la nueva afección que está causando la muerte de los corales, y que se manifiesta por el desprendimiento de tejido que deja descubierto el esqueleto del coral.

Finalmente, los polígonos que se analizaron en este estudio como posibles bancos de arena para el Proyecto presentan una biota conspicua prácticamente nula, pero es importante considerar la existencia de los parches de pasto marino que crecen de manera aislada y con diferentes grados de densidad. Estas praderas de pasto marino tienen una composición de especies diferente a los pastizales de las zonas someras; toda vez que presentan dominancia de la especie *Halodule wrightii*, considerada una especie de pasto pionera en la conformación de las praderas, y en menor abundancia la especie *Syringodium filiforme*.

En cuanto a la biota conspicua que habita estos bancos lo más relevante a comentar es que este tipo de ambiente de arenas extensas son el hábitat idóneo para la agregación reproductiva de caracoles gasterópodos como los de las especies *Lobatus gigas* y *Lobatus costatus*, los cuales presentan una época reproductiva amplia, que se presenta prácticamente durante todo el año con picos reproductivos de marzo a octubre, habiendo registrado actividad reproductiva en estas especies durante los muestreos de este estudio. Por su parte, la infauna presente en el sedimento, las especies más abundantes son galletas de mar del género *Mellita* y algunos bivalvos de las familias *Psammobiidae* y *Lucinidae*, sin ser especies de alta relevancia para el ecosistema. Sin embargo, hay que considerar la presencia de fauna sensible como son los gasterópodos en reproducción por lo que sería necesario implementar un programa de rescate y reubicación de biota conspicua antes de realizar la extracción de arena de estos sitios. Del mismo modo es importante considerar que estos arenales son sitios de agregación de hembras de tiburón toro durante la época de invierno.

En cuanto a la parte costera, para la celda litoral se identifica que se trata de un área en proceso de erosión permanente, presentando diferentes estadios de avance y retroceso, de acuerdo a lo presentado en el análisis de línea de costa, sin embargo, el balance final es la pérdida de playa seca por efectos de la escasez natural de sedimentos, y la dinámica propia de la ensenada entre Punta Maroma y Punta Bete que tiende a desplazarse hacia tierra y la incidencia de obras cercanas que funcionan como discontinuidades al transporte longitudinal atrapando el poco sedimento disponible.

#### 4.4.2.2. Polígono B

El medio marino del Polígono B del SAR, presenta un sistema arrecifal con diferentes grados de desarrollo a lo largo de la costa, por lo que existen variaciones importantes en el patrón de zonación y comunidad biótica asociada. La sección denominada Arrecifes, presenta una estructura arrecifal más compleja, toda vez que presenta un área extensa en la parte somera correspondiente a un sustrato de laja con diferentes componentes, además de parches de una Cresta Arrecifal, siendo los sitios con mayor heterogeneidad ambiental y desarrollo de la comunidad biótica marina. En el caso de la sección Arenales, la estructura es mucho más simple, ya que básicamente está conformado por una planicie de arena, con algunas partes muy pequeñas de laja y de pasto marino.

De acuerdo a este análisis, el ambiente marino corresponde a un arrecife con muy poco desarrollo estructural. La ausencia de una barrera arrecifal genera ambientes marinos muy homogéneos, poco diversos y con escasa biota marina asociada. Siendo así, la parte somera está conformada por una planicie de laja calcárea cubierta de sedimento y macroalgas, en donde la heterogeneidad ambiental es muy baja, con presencia escasa y dispersa de pequeños cabezos de coral. Estas condiciones se asocian a una baja diversidad biológica, en donde los corales como principales constructores arrecifales se encuentran pobremente representados.

En la parte de profundidad media se encuentra el ambiente de laja con gorgonáceos, que en algunos sitios presenta un pequeño desnivel de la laja calcárea sobre el canal de arena, siendo a menudo los sitios con mayor abundancia de biota marina. Y finalmente, los parches definidos como ambiente de Cresta, que es donde existe rugosidad del sustrato y una mayor heterogeneidad ambiental. Estos factores generan las condiciones propicias que determinan la distribución y abundancia de la biota marina en los arrecifes de coral (Porter, 1972, Pichon, 1981; Huges, 1984 y Bayer, 1961). De este modo, la mayor riqueza específica y cobertura de corales se concentra en este tipo de ambiente en donde abundan las colonias de los géneros *Porites* y *Siderastrea*, así como colonias de los géneros *Orbicella* y *Pesudodiploria* que presentan crecimientos masivos. Por su parte, la abundancia de gorgonáceos también es considerable, y se encuentra una asociación de especies que caracteriza cada zona del arrecife; de tal forma que el género *Gorgonia* es el más abundante en las partes someras con oleaje intenso (Alcolado, *et al.*, 1980), mientras que en las partes de mayor profundidad abundan las colonias arbustivas en forma de candelabro o de pluma, tal como lo define Botero (1987) y Alcolado, 1981. Por su parte, la heterogeneidad de ambientes favorece la agregación de un número mayor de especies de peces al encontrar refugios y alimento tanto para especies herbívoras como depredadoras (Jones y McCormick, 2002).

Por otro lado, en cuanto a la biota de invertebrados se observó la presencia de erizos, sobre todo de la especie *Diadema antillarum*, el cual se registró en los ambientes de la Cresta y Laja con macoralgas, siendo un indicador de la salud arrecifal por su papel como uno de los principales organismos herbívoros al mantener control del sobrecrecimiento algal. Esta situación apunta a una recuperación gradual de las poblaciones de esta especie, después de haber estado en una situación crítica en los arrecifes del Caribe a finales de los noventa (Knowlton, 2001; Lessios, *et al.*, 2001). De igual modo, la presencia de organismos de importancia comercial como la langosta espinosa *Panulirus argus*. Sin embargo, en términos generales se puede decir que el arrecife se encuentra en un grado de deterioro similar al que afecta todo el Sistema Arrecifal Mesoamericano en donde más del 50% de los arrecifes se encuentran en condición pobre o crítica debido a un decremento de la cobertura coralina asociado a un incremento de la cobertura de algas carnosas y filamentosas (Healty Reefs, 2015).

En cuanto al hecho de que la estructura comunitaria de los corales escleractinios es muy pobre para el área de estudio, aplica no solo por la escasa cobertura de tejido vivo y bajo número de especies que presenta como se ha discutido anteriormente; sino también por la composición de especies presente en las distintas áreas arrecifales, ya que es notoria la marcada dominancia de la especie *Porites astreoides*, seguida de la especie *Siderastrea siderea* en algunos sitios. Y es que hay que hacer notar que estas especies son consideradas pioneras o ruderales en los procesos de sucesión biológica (*sensu* Grime y Pierce 2012), además de tener un reducido aporte a la acreción arrecifal y un papel ecológico poco relevante en los procesos biogénicos de la construcción arrecifal. En cambio, aquellas especies consideradas como las principales constructoras arrecifales, como son las del género *Acropora* en las partes someras y *Orbicella annularis* en las intermedias y profundas, son muy escasas en toda el área de estudio, a pesar de que en muchos de los sitios se observan los esqueletos de estas especies. En el tema del grado de conservación que presenta el ambiente arrecifal también encontramos diferentes situaciones a lo largo del área de estudio. La presencia de corales escleractinios como principal elemento biótico por su papel como constructor arrecifal es en términos generales baja, sin embargo, resulta interesante analizar la condición en la que se encuentran estos organismos, ya que se detectó la presencia de la nueva afección que está causando la muerte de los corales, y que se manifiesta por el desprendimiento de tejido que deja descubierto el esqueleto del coral.

Finalmente, los polígonos que se analizaron en este estudio como posibles bancos de arena para el Proyecto presentan una biota conspicua prácticamente nula, pero es importante considerar la existencia de los parches de pasto marino que crecen de manera aislada y con diferentes grados de densidad. Estas praderas de pasto marino tienen una composición de especies diferente a los pastizales de las zonas someras; toda vez que presentan dominancia de la especie *Halodule wrightii*, considerada una especie de pasto pionera en la conformación de las praderas, y en menor abundancia la especie *Syringodium filiforme*. En cuanto a la biota conspicua que habita estos bancos lo más relevante a comentar es que este tipo de ambiente de arenales extensos son el hábitat idóneo para la agregación reproductiva de caracoles gasterópodos como los de las especies *Lobatus gigas* y *Lobatus costatus*, los cuales presentan una época reproductiva amplia, que se presenta prácticamente durante todo el año con picos reproductivos de marzo a octubre, habiendo registrado actividad reproductiva en estas especies durante los muestreos de este estudio. Por su parte, la infauna presente en el sedimento, las especies más abundantes son galletas de mar del género *Mellita* y algunos bivalvos de las familias *Psammobiidae* y *Lucinidae*, sin ser especies de alta relevancia para el ecosistema. Del mismo modo es importante considerar que estos arenales son sitios de agregación de hembras de tiburón toro durante la época de invierno.

En cuanto a la parte costera, para la celda litoral se identifica que se trata de un área en proceso de erosión permanente, presentando diferentes estadios de avance y retroceso, de acuerdo a lo presentado en el análisis de línea de costa, sin embargo, el balance final es la pérdida de playa seca por efectos de la escasez natural de sedimentos y la dinámica litoral que ha sido afectada principalmente por la urbanización.

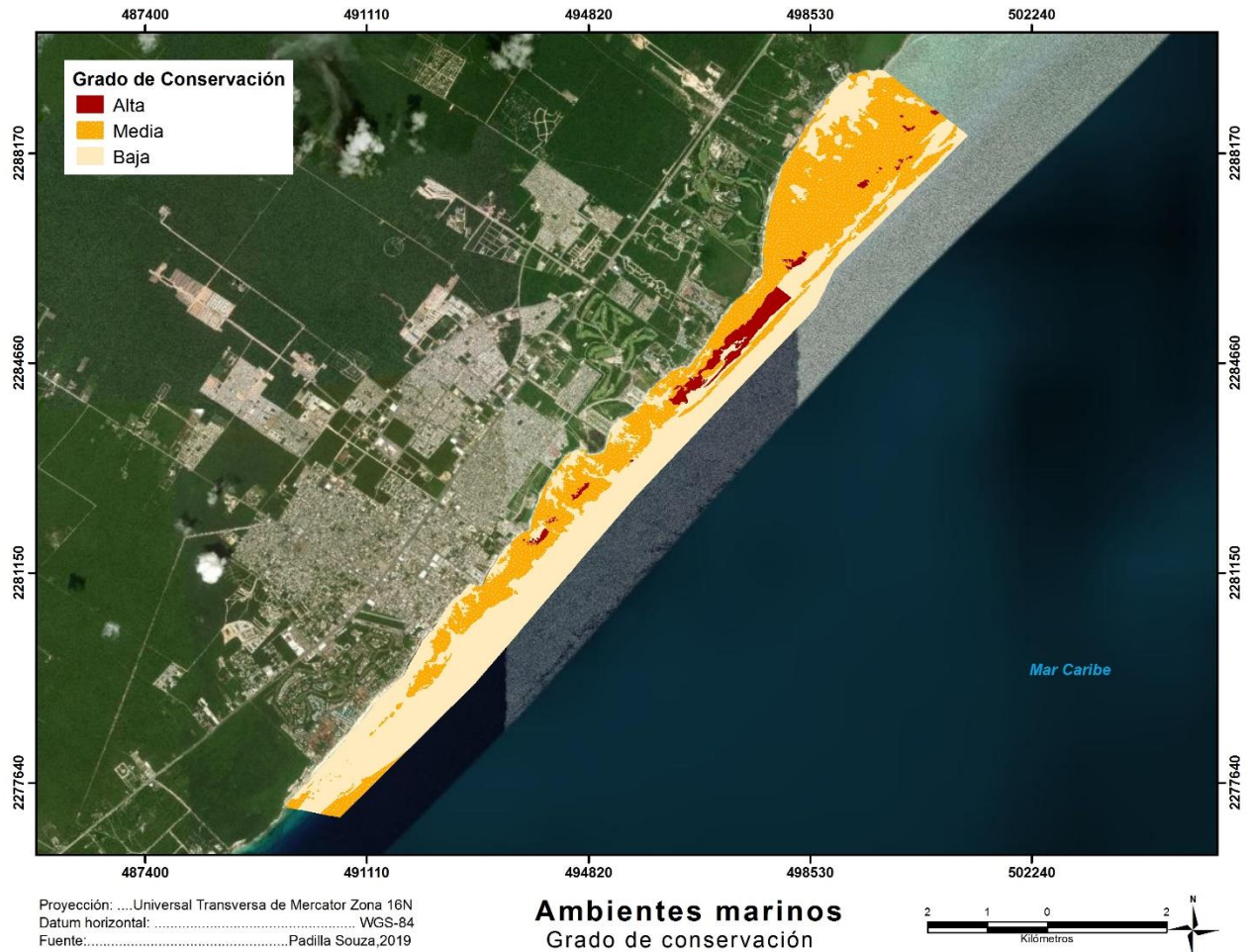
#### 4.4.2.3. Estado actual ambiental del sistema (grado de conservación)

Tomando como base el estudio de caracterización ambiental se procedió a realizar un mapa para definir el grado de conservación de los ambientes marinos en el SAR. Los criterios utilizados para establecer cada categoría fueron los siguientes: a) Representatividad del ambiente, b) complejidad estructural, c) presencia de corales duros, d) abundancia de peces, e) presencia de gorgonáceo, f) presencia de macroalgas, g) presencia de erizo diadema y, h) presencia de invertebrado.

Considerando todos estos factores, los valores más altos de la ponderación son sitios que tienen mejores características y que requieren mayor protección.

En este caso para el SAR los sitios con mayor grado de conservación, son representados por el ambiente marino denominado cresta arrecifal (Figura 4. 153).

Figura 4. 153. Grado de conservación de los ambientes marinos en el SAR.



#### 4.4.3. Pronóstico ambiental con la implementación del Proyecto

Los resultados de modelación numérica muestran el servicio de protección que ofrecerían a la costa las estructuras propuestas en este Proyecto, reflejado por la llegada de olas menos energéticas a la playa para las condiciones de clima de oleaje más frecuentes que caracterizan la región y que ocasionan pérdida de playa seca junto al predio, como son las tormentas de dirección este y oleaje de calma procedente del este y este-sureste. Estos resultados se pueden observar por ejemplo en la Figura 4.154 a vs b, para oleaje de calma de dirección este, en Figura 4.155 a vs b, para oleaje de calma de dirección este-sureste y en la Figura 4.156 a vs b, para oleaje de tormenta en dirección este.

Figura 4.154. Altura de ola, escenarios en condiciones de calma- oleaje en dirección este (T: 8 s): (a) Configuración actual; (b) configuración de proyecto.

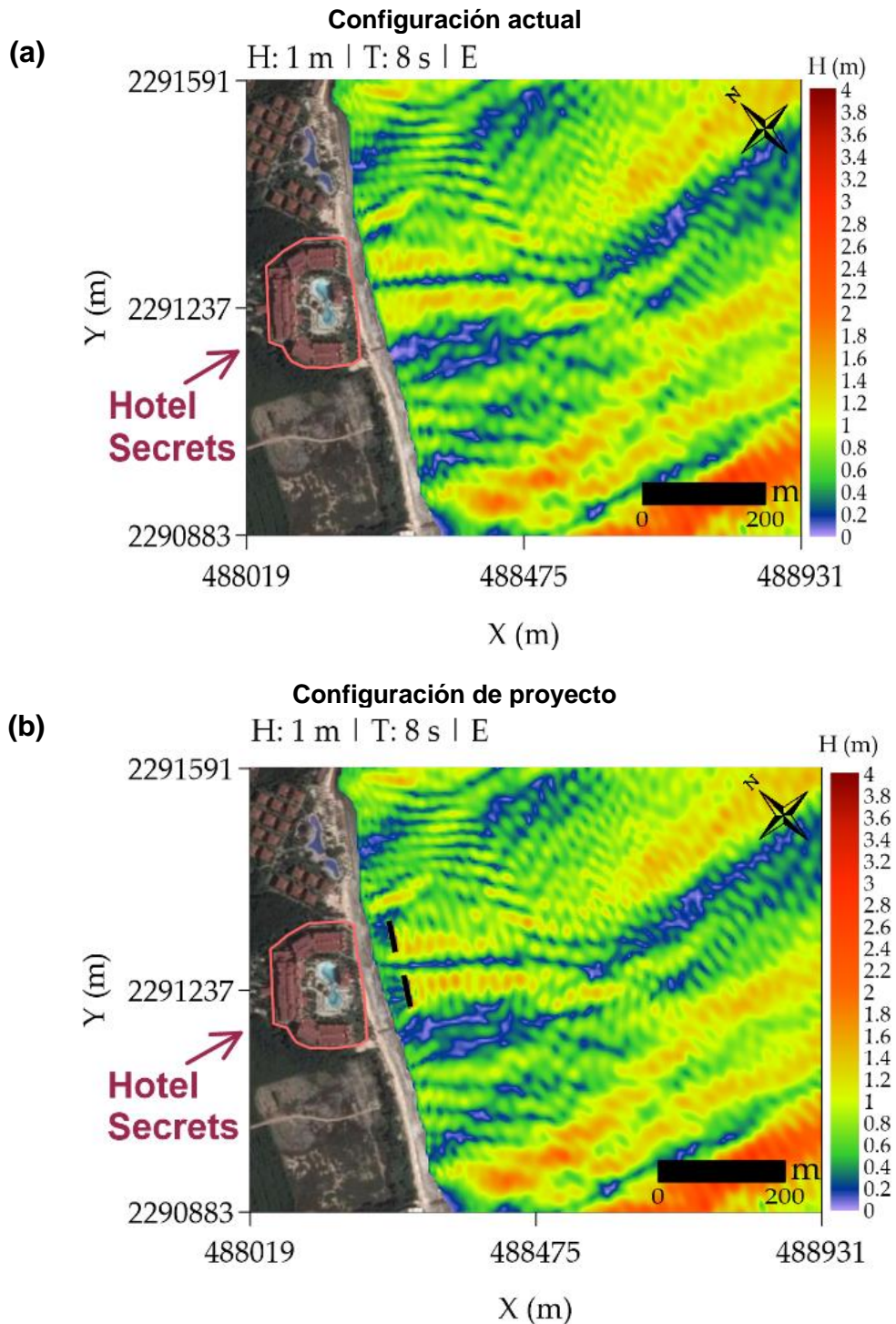




Figura 4.155. Altura de ola, escenarios en condiciones de calma- oleaje en dirección este-sureste (T: 6 s): (a) Configuración actual; (b) configuración de proyecto.

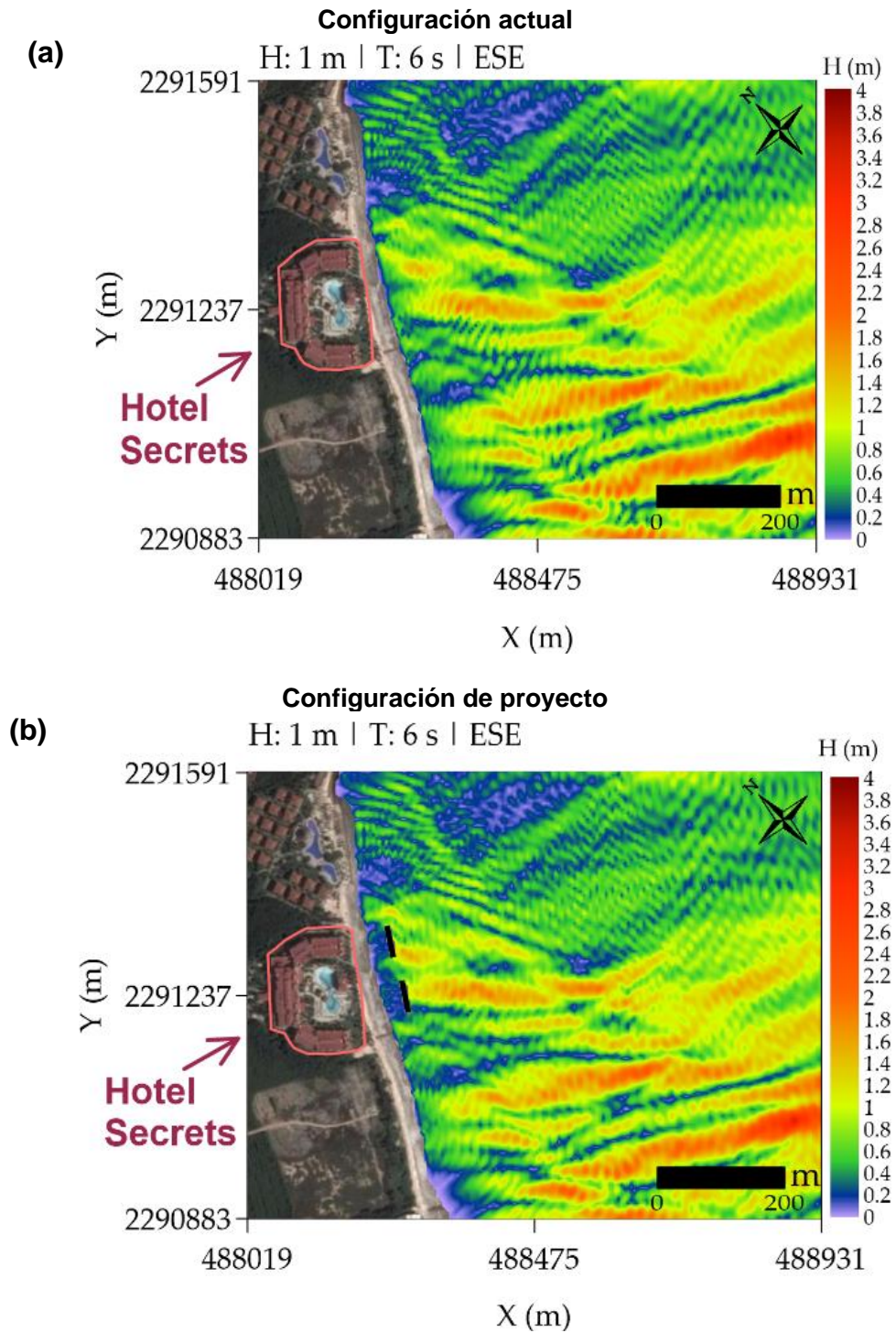
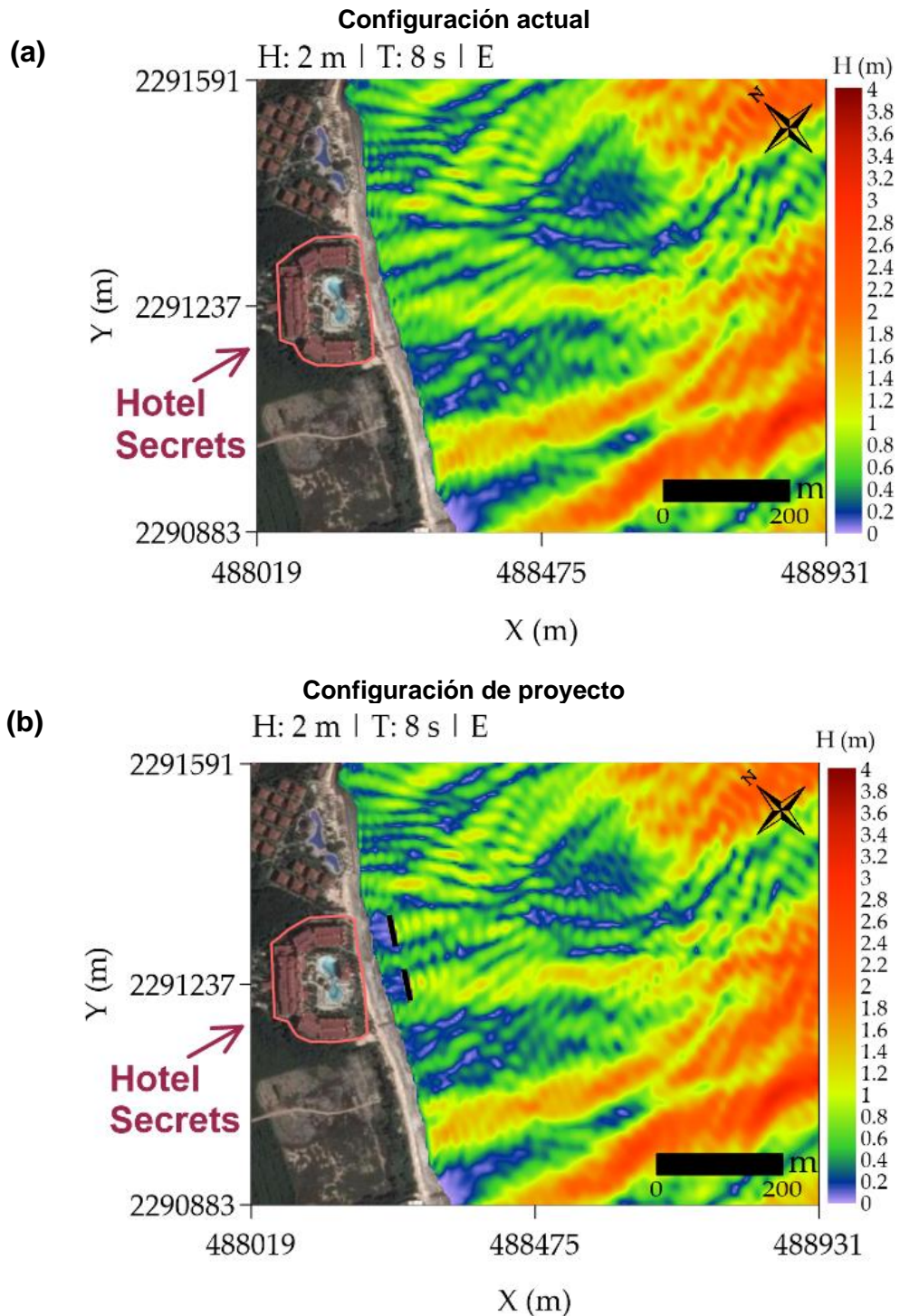


Figura 4.156. Altura de ola, escenarios en condiciones de tormentas del este: (a) Configuración actual; (b) configuración de proyecto.



Como consecuencia, la circulación y magnitud de las corrientes inducidas por el oleaje se reducirían, favoreciendo así la permanencia del sedimento en la playa. Las corrientes asociadas a los escenarios de oleaje representados en la Figura 4.157 a y b, se muestran para su comparación en Figura 4.157 a Figura 4.159, para escenario en calma de dirección este, en Figura 4.157 a vs b, oleaje de calma de dirección este-sureste en Figura 4.157 a vs b y tormentas del este en Figura 4.159 a vs b.

Figura 4.157. Circulación de corrientes en zona de Proyecto- condiciones de calma, oleaje del este (T: 8s): (a) Configuración actual; (b) configuración de proyecto. (Nota: los colores indican la magnitud de velocidad de corriente y las flechas el sentido de circulación).

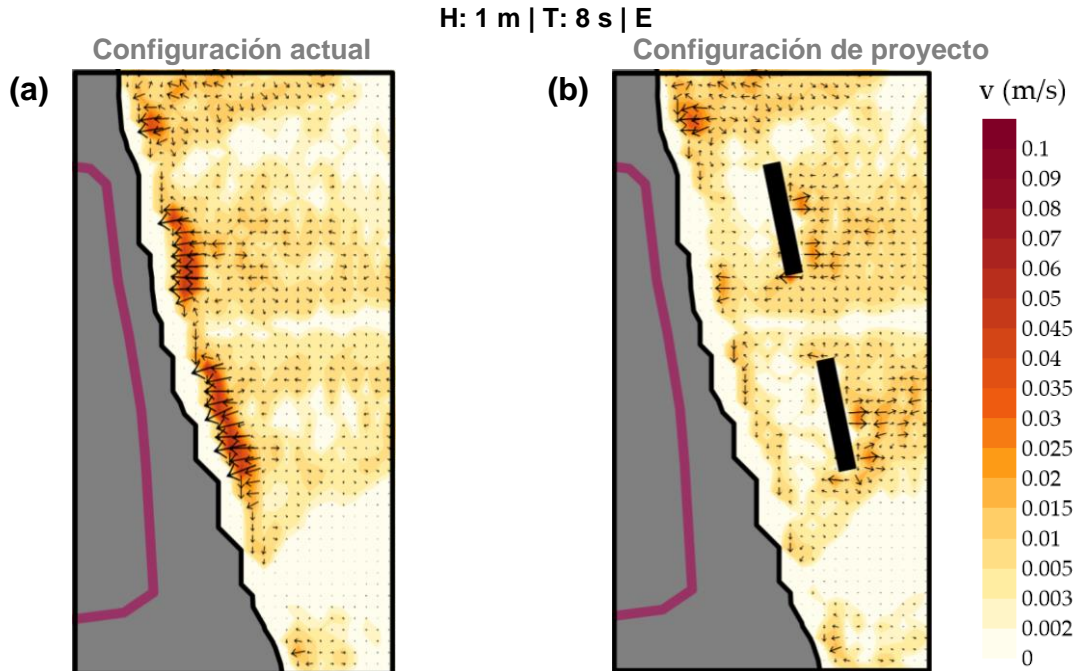


Figura 4.158. Circulación de corrientes en zona de Proyecto- condiciones de calma, oleaje del este-sureste (T: 6 s): (a) Configuración actual; (b) configuración de proyecto. (Nota: los colores indican la magnitud de velocidad de corriente y las flechas el sentido de circulación).

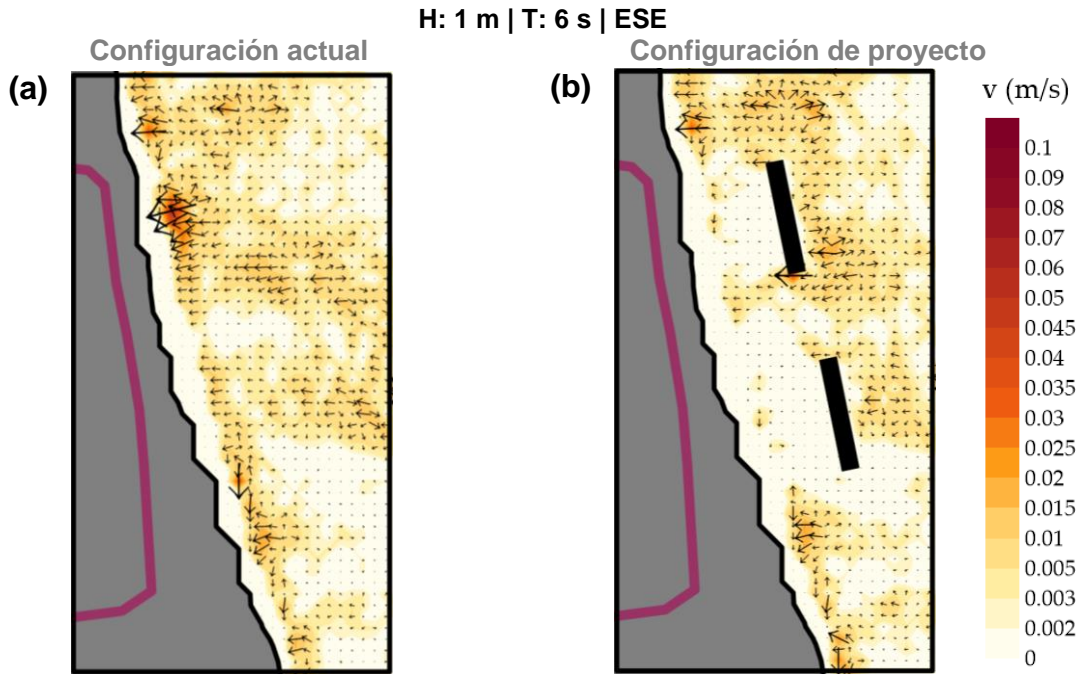
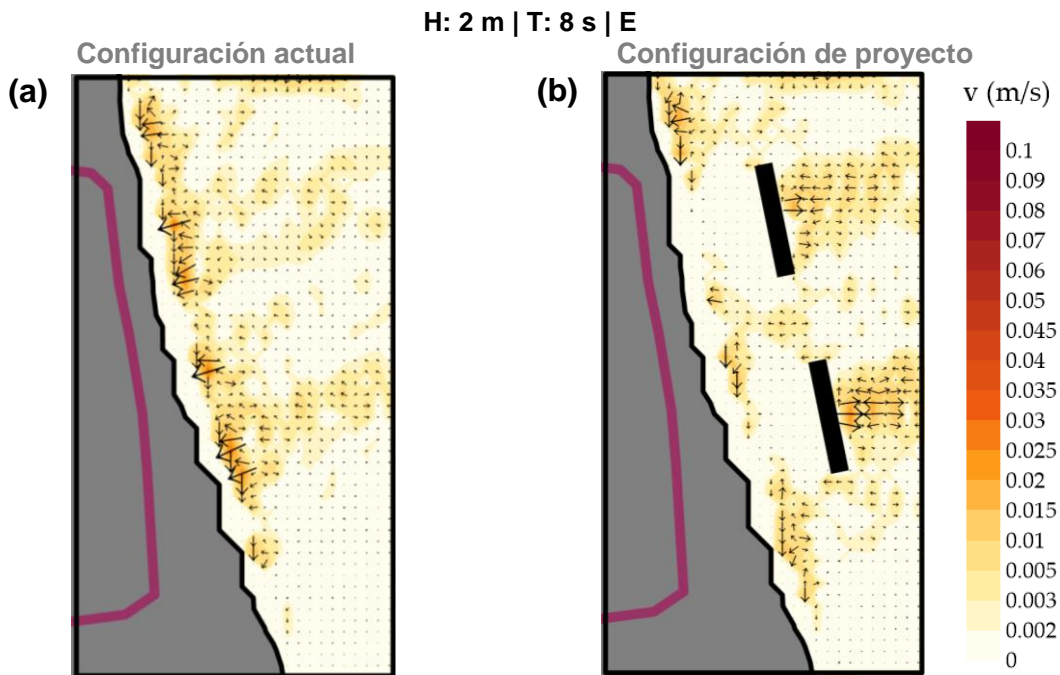
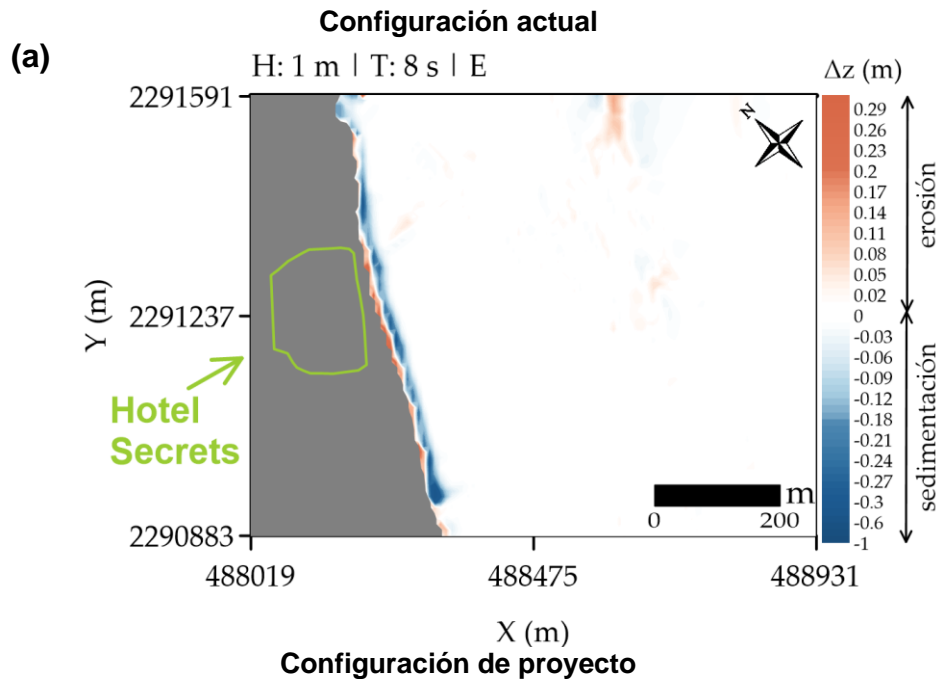


Figura 4.159. Circulación de corrientes en zona de Proyecto- escenarios en condiciones de tormentas del este: (a) Configuración actual; (b) configuración de proyecto. (Nota: los colores indican la magnitud de velocidad de corriente y las flechas el sentido de circulación).



Los resultados de la respuesta morfológica de la playa, en particular, aquéllos que representan la variación de cota batimétrica (erosión-sedimentación) durante un evento de oleaje permiten identificar la función de las estructuras como trampa de sedimento (Figura 4.160 b vs a, Figura 4.161 b vs a y Figura 4.162 b vs a), tras observar sedimentación en la zona de resguardo de las estructuras. Estos resultados permiten entender la tendencia de movimiento del sedimento por la acción del oleaje, el cual es desplazado de la playa seca a la playa sumergida. Se identificaron zonas de erosión y de depósito de sedimentos en el frente de playa del hotel, con mayor sedimentación en la configuración de proyecto, y al revés para la erosión, dado por la protección que ofrecen sobre la playa las estructuras planteadas en el Proyecto.

Figura 4.160. Variación de cota batimétrica- zona de Proyecto, escenarios en condiciones de calma- oleaje en dirección este (T: 8 s): (a) Configuración actual; (b) configuración de proyecto.



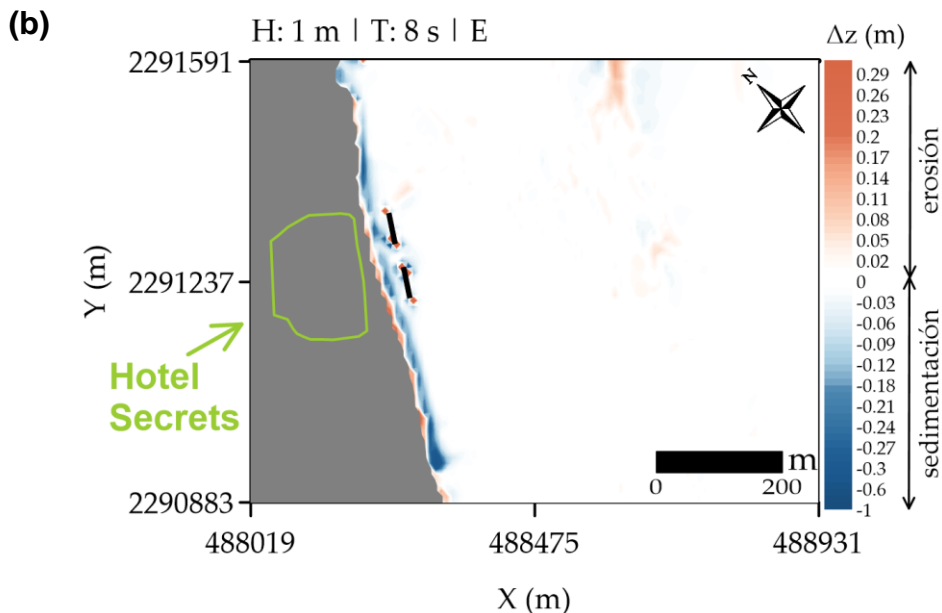
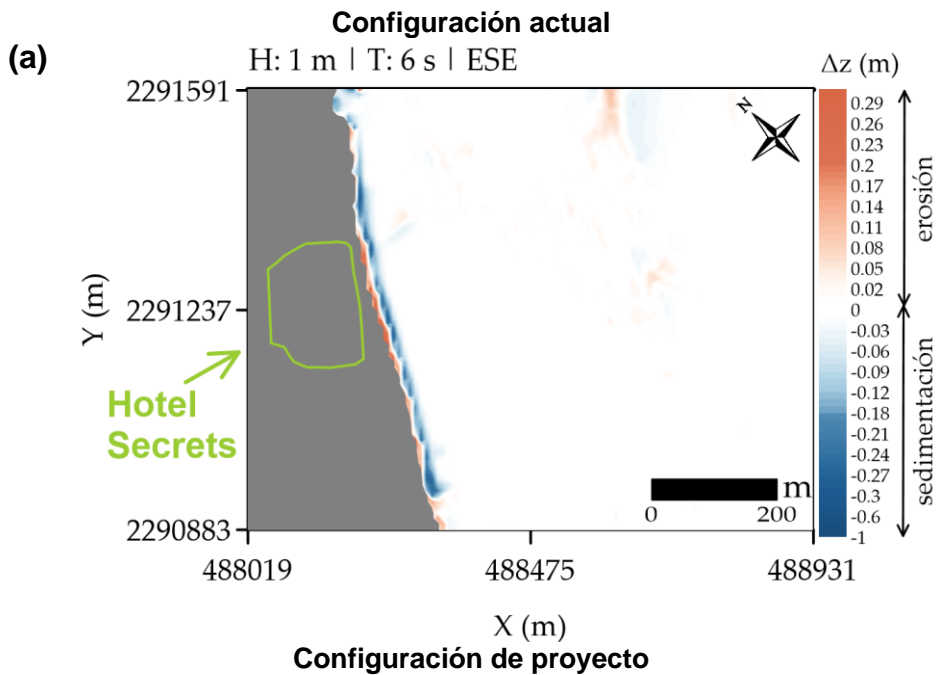


Figura 4.161. Variación de cota batimétrica- zona de Proyecto, escenarios en condiciones de calma- oleaje en dirección este-sureste (T: 6 s): (a) Configuración actual; (b) configuración de proyecto.



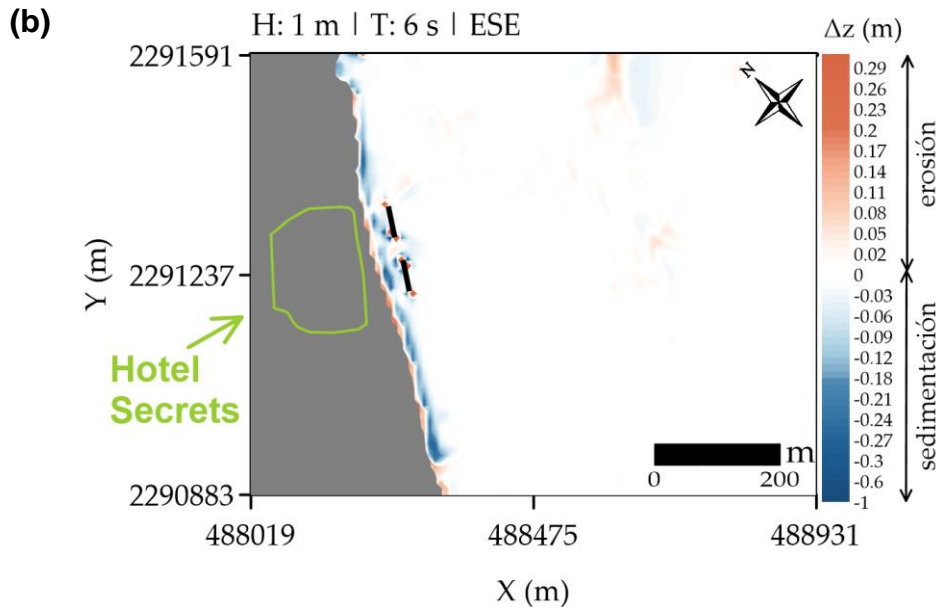
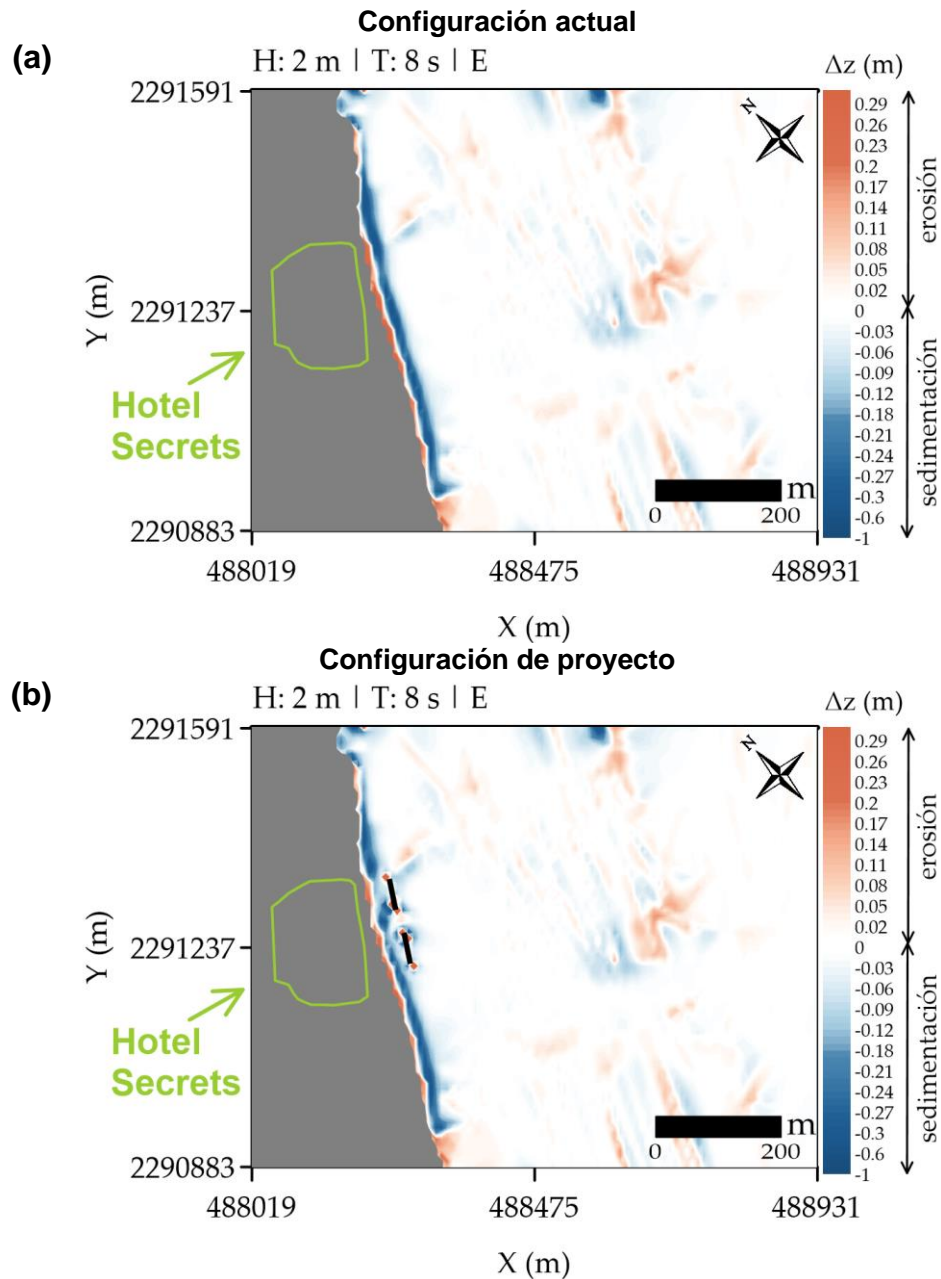


Figura 4.162. Variación de cota batimétrica- Zona de Proyecto, escenarios en condiciones de tormentas del Este: (a) Configuración actual; (b) configuración de proyecto.

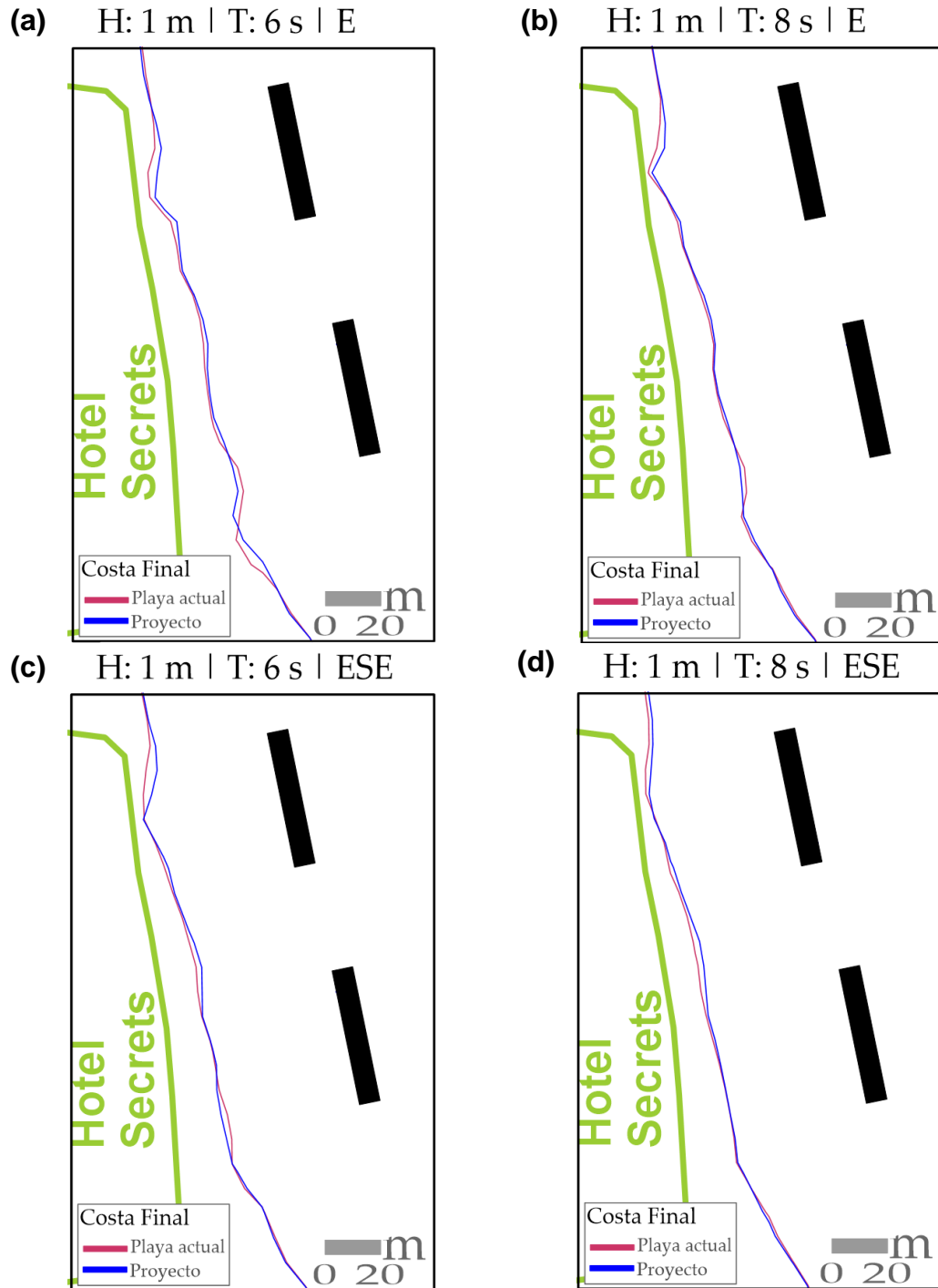


Este servicio de protección también fue determinado mediante el análisis de la posición final de la costa tras la simulación de las distintas condiciones de oleaje (Figura 4.163 y Figura 4.164), en el que se observó una posición de costa más avanzada para todos los escenarios analizados en la configuración de proyecto que en la actual.



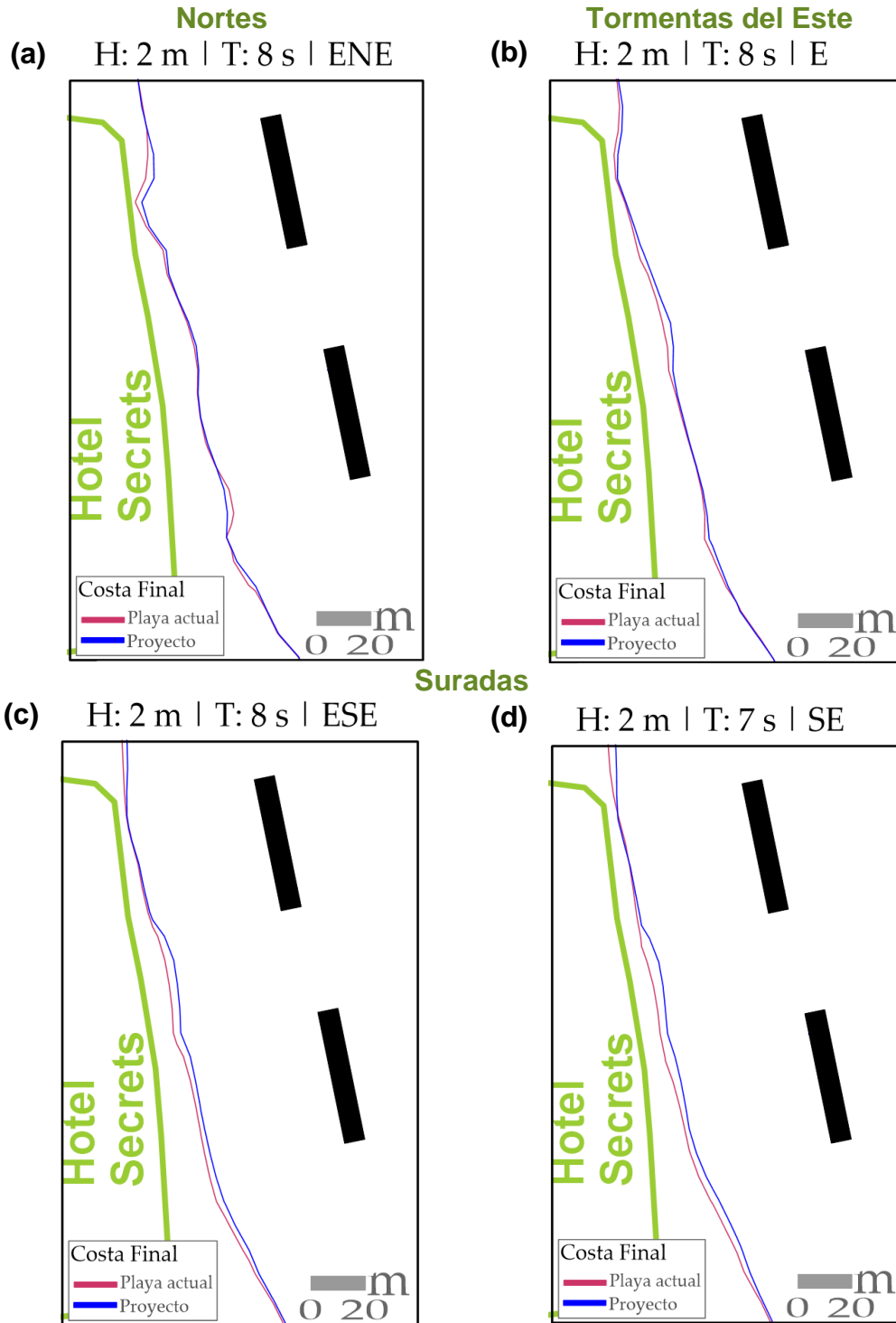
Condiciones de 'Calma' o 'no tormenta'

Figura 4.163. Línea de costa final, en condiciones de oleaje en calma: (a) y (b) oleaje del este (T: 6 s | T: 8 s); (c) y (d) oleaje del este-sureste (T: 6 s | T: 8 s). En rojo- posición final de costa en configuración de playa actual; en azul- posición final de costa en configuración de proyecto.



### Condiciones de Tormenta

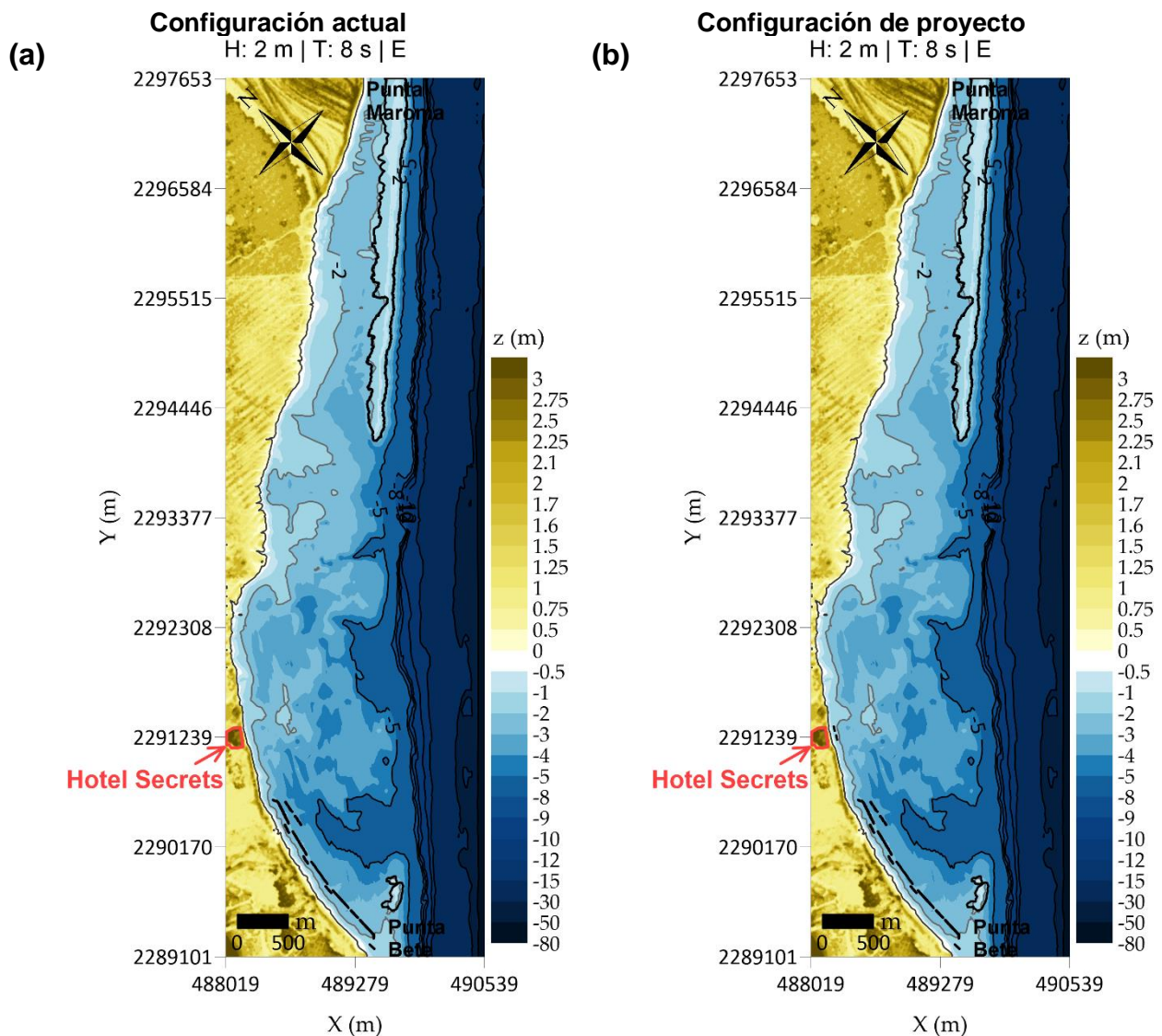
Figura 4.164. Línea de costa final, en condiciones de oleaje de tormenta: (a) Nortes; (b) tormentas del este; (c) Suradas, oleaje en dirección este-sureste; (d) Suradas, oleaje en dirección sureste. En rojo- posición final en configuración de playa actual; en azul- posición final en configuración de proyecto.



Los resultados de modelado numérico en la malla general (región de la celda litoral) permiten comprobar que no se afectarán los arrecifes de Punta Maroma y no se desfavorecerán las playas colindantes incluidas en la región del sistema ambiental a la que pertenece la zona de proyecto, pues los principales cambios se observan únicamente en la zona de proyecto (Figura 4.165 a vs b, correspondiente a la cota de elevación del terreno final tras una tormenta con oleaje de dirección este).

### Tormentas del Este

Figura 4.165. Cota de elevación del terreno final en región de celda litoral, escenarios en condiciones de tormentas del este: (a) Configuración actual; (b) configuración de proyecto.



Manifestación de Impacto  
Ambiental modalidad Regional

Proyecto:

**Recuperación y  
Estabilización de  
Playa en el  
Desarrollo Secrets**

**PROMOVENTE:**

A large black rectangular redaction box covers the name of the promoter. The box is positioned below the 'PROMOVENTE:' label and spans most of the width of the page.

CAPITULO 5

## CAPÍTULO 5. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

### 5.1. INTRODUCCIÓN

En cumplimiento con lo establecido en el artículo 12 fracción V del Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), en el presente capítulo se identifican, describen y evalúan los impactos ambientales que se pueden presentar a partir de la implementación del Proyecto Recuperación y Estabilización de Playa en Desarrollo Secrets, de ahora en adelante citado como el Proyecto.

Se implementó una metodología para identificar, evaluar y describir los impactos provocados por la ejecución del Proyecto que permitiera reducir la subjetividad en la detección y valoración de los mismos. El análisis permitió determinar las afectaciones y modificaciones que se presentarán sobre los componentes ambientales del Sistema Ambiental Regional (SAR) por las obras y actividades del Proyecto durante sus diferentes etapas de implementación y su relevancia en términos de la definición de impacto ambiental significativo conforme a la fracción IX del Artículo 3 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA)<sup>1</sup>.

Para esta evaluación de los impactos ambientales se utilizó la información técnica y ambiental que se desglosa en la Tabla 5. 1 que se describe a detalle en los Capítulos 2, 3 y 4 de esta manifestación de impacto ambiental modalidad regional (MIA-R).

Tabla 5. 1. Información técnica y ambiental de referencia para la Evaluación de Impacto Ambiental.

Información	Capítulos
Descripción del proyecto y de sus fases de implementación	2
Definición del Sistema Ambiental (zonas de influencia directa e indirecta del proyecto).	4
Identificación de usos y aprovechamientos destinados para las zonas de influencia del proyecto	2, 3 y 4
Sistema de información geográfica.	Todos
Información generada mediante trabajos de campo y verificación	4

<sup>1</sup> IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

## 5.2. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE SU USO

Se aplicaron técnicas probadas y comunes para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que podrá ocasionar el Proyecto en su zona de influencia. Estas técnicas son (Tabla 5. 2):

- i) análisis por medio de los Sistemas de Información Geográfica (SIG),
- ii) listas de chequeo,
- iii) matrices de interacción y,
- iv) juicio de expertos

El uso combinado de técnicas hace posible un análisis equilibrado entre la percepción subjetiva y el análisis cuantitativo de la evaluación. Asimismo, permite profundizar en el conocimiento del sitio donde se realizará el proyecto e identificar las áreas de influencia directa e indirecta del mismo, necesarias para el análisis de los impactos ambientales.

Por medio del análisis de los SIG fue posible evaluar de forma cuantitativa los impactos ambientales y generar información suficiente para la identificación de los impactos de mayor extensión que pudieran representar riesgos importantes; mientras que a través de las listas de chequeo y las matrices de interacción se identificaron los impactos más significativos, así como sus fuentes generadoras. El juicio de expertos permitió dimensionar los impactos identificados por las otras metodologías para evitar la subestimación o sobrestimación de los mismos.

**Tabla 5. 2. Técnicas utilizadas para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que potencialmente serán generados por el Proyecto.**

Técnica	Alcances
Análisis de cartografía temática y uso de sistema de información geográfica.	La cartografía, las fotografías aéreas y las imágenes de satélite son herramientas metodológicas muy útiles para la evaluación de impactos ambientales (EIA), permiten analizar diferentes parámetros o atributos ambientales (geología, hidrología, tipos de vegetación, asentamientos humanos y actividades económicas, entre otros) de áreas geográficas a diferentes niveles o escalas de información (Zárate et al., 1996). La sobreposición de esta información, más la correspondiente al proyecto propuesto, produce una caracterización compuesta de un ambiente en el que se pueden evaluar cuantitativa y espacialmente impactos directos, así como la simulación de escenarios y riesgos ambientales (Zárate et al, 1996; Gómez-Orea, 2003; Zárate, 2005).
Listas de chequeo	Estas técnicas se basan en la elaboración de un listado específico de componentes ambientales, agentes de impacto o etapas del proyecto (Canter, 1977; MOPU, 1982; Westman, 1985; Jain et al., 1993; Smith, 1993). Son métodos que se emplean para la identificación de impactos y preliminarmente para la evaluación de los mismos, bajo la consideración de ciertos criterios o escalas (p. ej. de magnitud e importancia). La principal desventaja de estas técnicas es que no permiten definir o establecer las relaciones causa-efecto entre el proyecto y el medio ambiente, tampoco la identificación y evaluación de efectos sinérgicos (Zárate et al., 1996; Gómez-Orea, 2003; Zárate, 2005).

Técnica	Alcances
Matrices de interacción	Las matrices son métodos cualitativos que permiten evaluar las relaciones directas causa-efecto y el grado de interacción que puede existir entre las acciones de un proyecto y los componentes ambientales involucrados en el mismo. Las matrices de interacción son herramientas valiosas para la EIA, ya que permiten no sólo identificar y evaluar los impactos producidos por un proyecto, sino valorar cualitativamente varias alternativas de un mismo proyecto y determinar las necesidades de la información para la evaluación y la organización de la misma. Sin embargo, el uso de estas técnicas presenta algunas desventajas que es importante considerar: a) las matrices con muchas interacciones son difíciles de manejar, b) no consideran impactos secundarios o de orden mayor e impactos sinérgicos y acumulativos, c) para la valoración de cada impacto identificado es asignado un mismo peso en términos de los atributos ambientales definidos (p. ej. magnitud e importancia) y d) los valores asignados a los atributos ambientales generalmente son definidos en escalas o valores relativos, por lo que es recomendable sustentarlos con el uso de índices o indicadores ecológicos, económicos, o normas técnicas (Zárate et al., 1996; Gómez-Orea, 2003; Zárate, 2005).
Juicio de expertos	Identificación y dimensionamiento de impactos ambientales directos, indirectos, acumulativos y sinérgicos con base en la experiencia y juicio de especialistas y evaluadores.

Con los resultados obtenidos de este análisis se generó la información necesaria para proponer modificaciones de las fuentes generadoras de impactos ambientales negativos, o en su defecto plantear las medidas necesarias para mitigarlos, las cuales se abordan con detalle en el Capítulo 6 de esta MIA-R. De esta manera, se sentaron las bases para garantizar la mínima afectación al SAR al que pertenece el Proyecto, así como el mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas y recursos naturales involucrados en sus áreas de influencia.

### 5.3. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

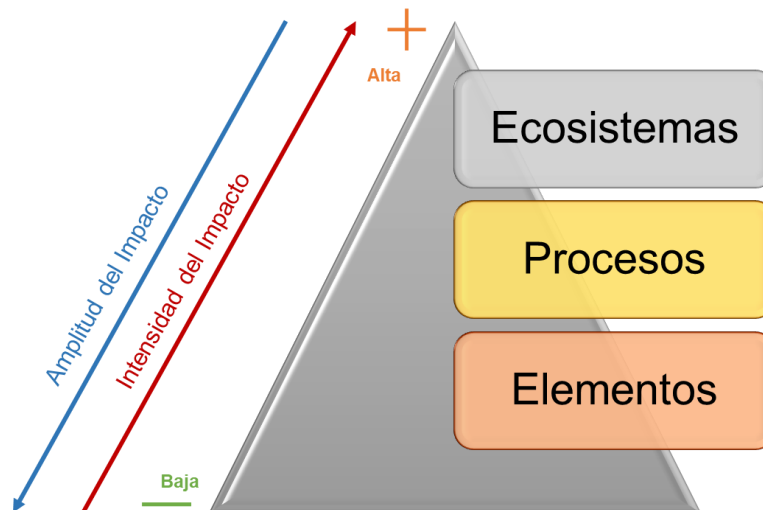
Para identificar los impactos ambientales de proyectos en zonas costeras de forma realista, funcional y poco subjetiva, deben analizarse bajo la óptica del manejo de ecosistemas costeros. Esto es, considerar a dichos ecosistemas como sistemas complejos y dinámicos que pueden cambiar como consecuencia de acciones y procesos que incidan sobre componentes de diversos niveles de complejidad; así como incluir la interconectividad e interdependencia de los componentes naturales y enfatizar la importancia de la estructura y función de los ecosistemas que proveen bienes y servicios ambientales (Curtin y Prellezo, 2010).

Basados en lo anterior se identificaron tres diferentes niveles de complejidad ecológica sobre los cuales pudieran generarse impactos derivados de las acciones del proyecto. Estos niveles son:

- a. Elementos naturales: elementos químicos, físicos y biológicos que se presentan en un tiempo y espacio determinado sin la inducción del hombre (LGEEPA Art. 3º fracción XV).
- b. Procesos naturales: serie ordenada de eventos naturales cuya dinámica y magnitud determinan la funcionalidad de un ecosistema y pueden influenciar las condiciones ambientales locales, regionales o globales (Naeem, et al., 1999).
- c. Ecosistemas: unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de estos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados (LGEEPA Art. 3º fracción XIII).

La interdependencia entre cada uno de estos niveles permite discriminar los impactos de acuerdo con su intensidad y evita contar dos o más veces un mismo impacto, ya que cuando se afecta un nivel mayor forzosamente hay impactos en los niveles inferiores, que ya no es necesario contabilizar, logrando así una mayor certidumbre y objetividad en el proceso.

**Figura 5.1 . Diagrama conceptual del fundamento ideológico para el proceso de análisis de impactos ambientales para el Proyecto. Se muestra la interdependencia de los 3 niveles de complejidad ecológica. Los elementos sostienen a los procesos, los cuales determinan las funciones y características particulares de cada tipo de ecosistema.**



A continuación, se describen con detalle cada una de las metodologías empleadas para la identificación y evaluación de impactos ambientales que atienden a los tres niveles de complejidad ecológica.

### 5.3.1. Cartografía temática y sistemas de información geográfica

El análisis realizado para la identificación de impactos en el área de influencia del Proyecto y las áreas adyacentes se apoyó en los planos cartográficos disponibles y en la fotografía de satélite obtenida del programa Google Earth.

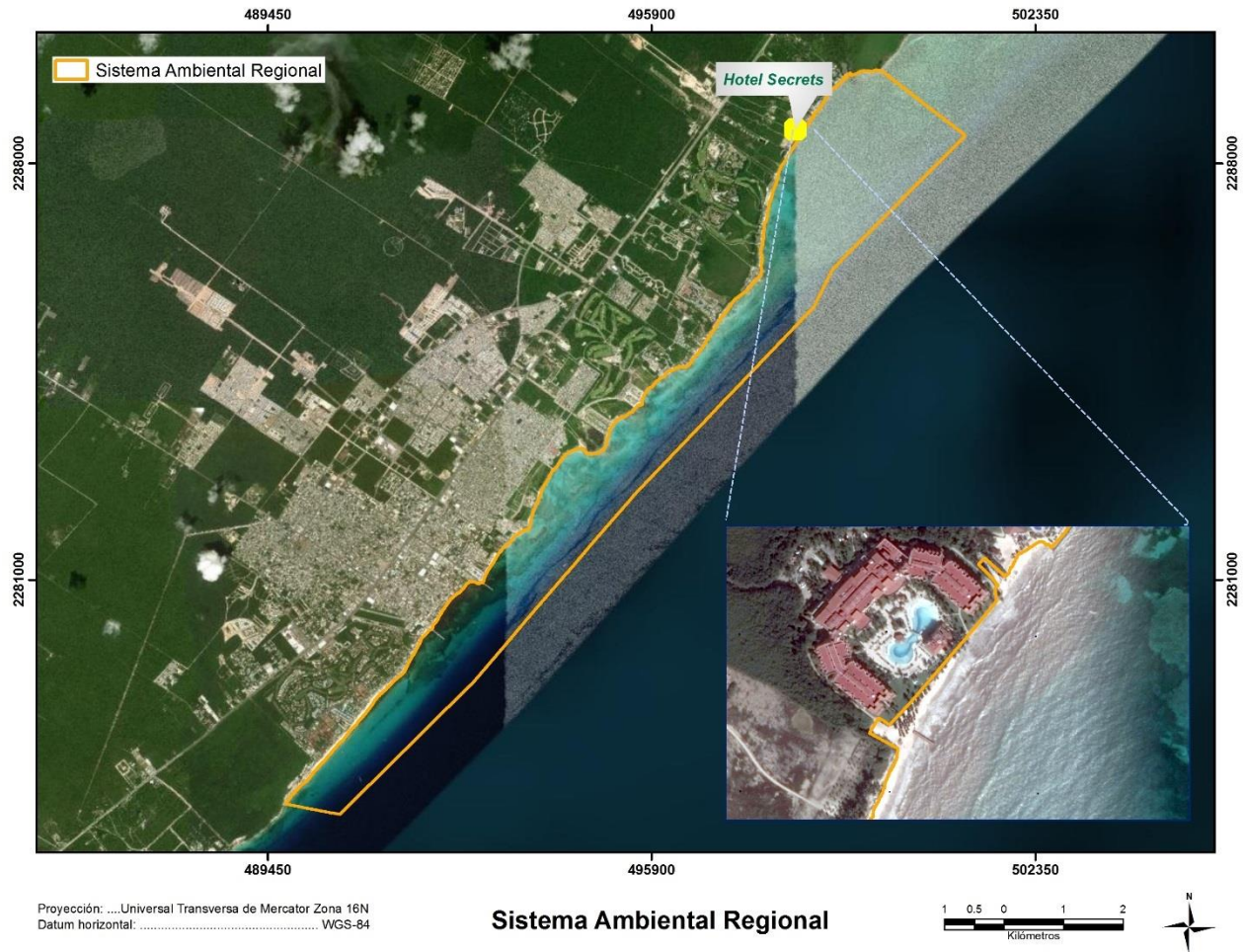
Se contó también con herramientas cartográficas generadas de manera particular para el Proyecto, datos puestos a disposición por el INEGI, planos de usos del suelo y vegetación y estudios hidrográficos. Con dicha información se obtuvo lo siguiente:

- Definición espacial del área de influencia ambiental directa e indirecta del Proyecto (Capítulo 4).
- Definición espacial del área de estudio de la presente MIA-R (Capítulo 4).
- Caracterización del ambiente marino del área de estudio (Capítulo 4).

Con el empleo de estas herramientas se determinó que, para el caso del Proyecto, el Sistema Ambiental cuenta con una superficie de 1,900.52 ha y su delimitación se presenta en la Figura 5.2.



Figura 5. 2. Sistema Ambiental Regional del Proyecto.

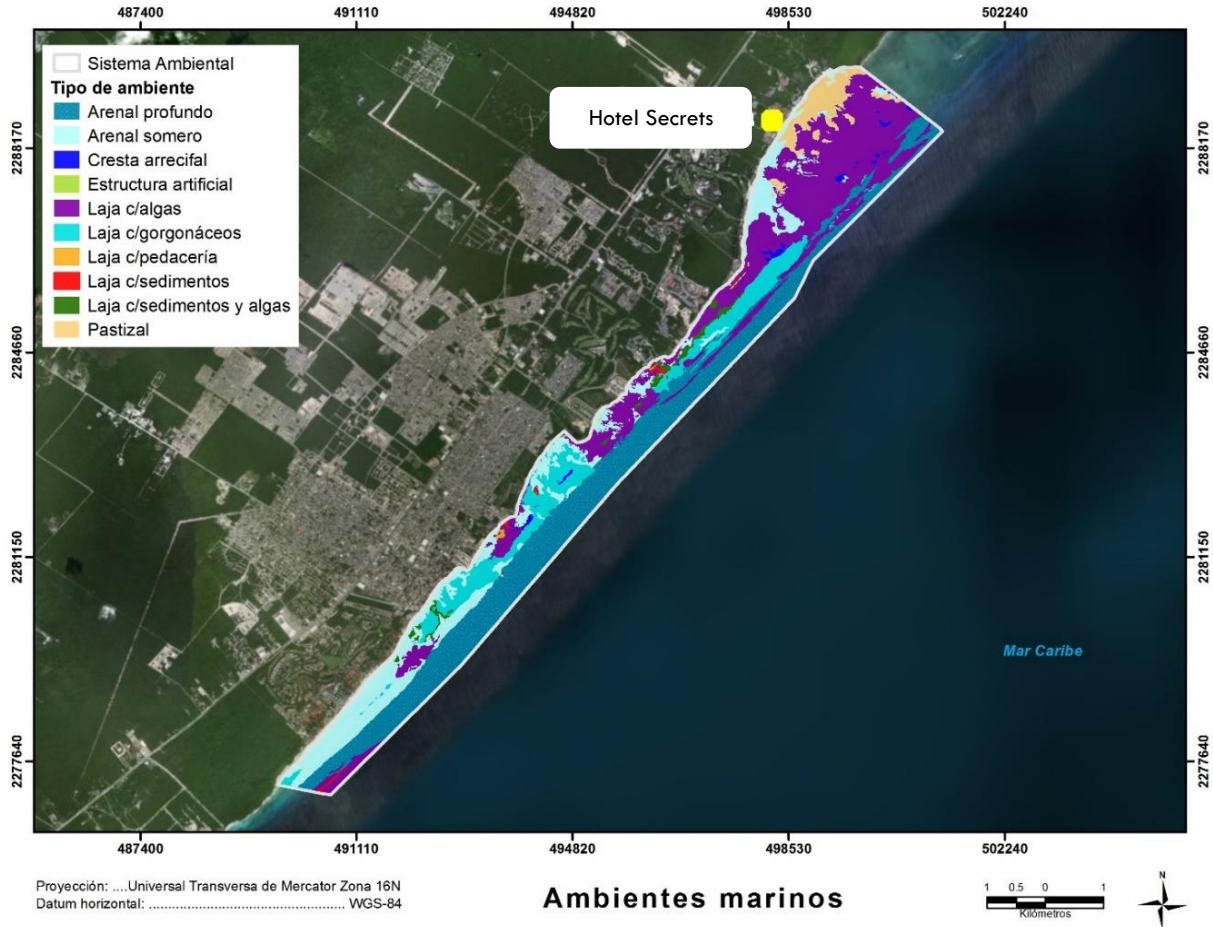


Los límites y principales criterios que se emplearon para definir el SAR del Proyecto fueron:

- Al norte, la distribución de los ambientes marinos presentes en el área, en los que su desarrollo se ve definido por el gran aporte de agua dulce subterránea proveniente del continente, mismo que origina una interrupción en la unidad fisiográfica costera reconocida como Punta Maroma – Punta Bete y limita el desarrollo de una estructura arrecifal de gran tamaño (Juárez, J., *et. al.*, 2006).
- Al noreste, este y sureste, la cota batimétrica de 40 m, así como el límite este de la subzona de Uso Público Playa del Carmen y Tulum-Sian Ka'an, de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.
- Al sur, los hábitats marinos y cobertura bentónica definidos por la CONABIO (2017).
- Al noroeste, oeste y suroeste la franja costera donde se realizará el trabajo de recuperación de playa y, la línea de costa, que supone la división entre el ambiente terrestre y el marino, determinado a partir de la fotografía aérea georreferenciada de 2017, tomando como referencia la pleamar máxima.

Se generó un plano de los ambientes marinos presentes en el SAR, de acuerdo al tipo de sustrato, estructura geomorfológica, profundidad, relieve y la biota marina predominante, se reconocieron 10 tipos de ambientes marinos (Figura 5. 3).

Figura 5. 3. Descripción de los ambientes marinos identificados en el SAR del Proyecto.



### **5.3.2. Listas de chequeo**

#### *5.3.2.1. Descripción del Proyecto*

Las costas del estado de Quintana Roo, año con año se han visto severamente afectadas por el efecto erosivo constante debido a tormentas estacionales y huracanes. Estas tormentas han tenido cada vez mayor fuerza y efecto erosivo en la costa (González, et al, 2013). De manera particular, para el área de estudio se observa un retroceso de la línea de costa en prácticamente toda la extensión del litoral y en la mayoría de los periodos intermedios analizados desde el año 2006 a 2017; estos procesos se relacionan con la variabilidad y desplazamiento de Punta Maroma hacia el sur que se ha producido con los años, dando lugar a una zona costera con mayor exposición a la acción del oleaje.

En el Proyecto el análisis de cambio de línea de costa muestra la predominancia de pérdida de playa seca en los distintos periodos analizados de 2006 a 2017, con un retroceso de línea de costa de 15 a 20 m en la mayor parte del litoral que ocupa el predio, alcanzando valores de hasta 24 m en las secciones de playa más afectadas.

Por lo anterior y, con el objetivo de crear un proyecto integral que permita recuperar, estabilizar y mejorar la playa frente al Hotel Secrets se determinó la necesidad de colocar estructuras masivas a una distancia determinada de la costa que ayuden a disipar la energía de la ola y eviten que la arena que llegue a la playa se regrese al mar con la fuerza de la resaca; así como inyectar arena a la playa para acelerar el proceso de recuperación de la línea de costa y mejorar el aspecto estético de la misma.

De este modo, el Proyecto que se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental mediante la presente MIA-R, consiste en: a) La construcción de infraestructura de protección costera (dos rompeolas) de 50 m de largo paralelos a la costa para disipar la energía del oleaje y de esa manera mitigar los efectos del proceso erosivo de la costa frente al desarrollo turístico; la elevación de la corona de la infraestructura estará a nivel medio del mar. b) La extracción de aproximadamente 9,000 m<sup>3</sup> de arena del banco marino Mamitas 3 y transporte del material al área de depósito mediante una draga de tolva. c) El relleno de la playa para alcanzar un ancho promedio de playa seca de 25 m, con arena proveniente del banco marino ubicado a 8 km al suroeste del predio, frente a las costas de Playa del Carmen.

#### *5.3.2.2. Factores del medio susceptibles de producir impactos*

Se entiende por acción a la parte activa que interviene en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental (Gómez-Orea 2002). Las acciones se identifican a partir de cada una de las diferentes obras y actividades que se realizarán durante el desarrollo de los proyectos, por lo que para el caso del Proyecto antes de determinar las acciones se identificaron y describieron las obras involucradas. Estas se muestran en la Tabla 5. 3.

Tabla 5. 3. Obras y elementos del Proyecto.

Objetivo	Obra	Elementos	Características
Protección costera	Construcción de rompeolas (1 y 2)	Cubos ranurados u elementos prefabricados de concreto	Dos rompeolas de 50 m de longitud de largo cada uno, paralelos a la costa. Con un ancho de corona de 1.10 m y una elevación de 0.00 m respecto al nivel medio del mar y, una distancia entre ellos de 40 m. Sumarán un volumen aproximado de 800 m <sup>3</sup> .
Recuperación de playa	Relleno de playa	Con arena extraída de banco marino Mamitas 3	Se pretende generar una playa seca de 25 m de ancho.
Aprovechamiento de banco de arena	Extracción y transporte de arena	Banco Mamitas 3	Se extraerán 9,000 m <sup>3</sup> de arena, con una draga con tolva. Se ubica a una distancia aproximada de 8 km al suroeste del área del relleno de playa. Después de la extracción, se trasladará a la zona de anclaje, desde donde se bombeará a la playa.

Es importante resaltar que, las acciones derivadas de cada obra o actividad varían dependiendo de los *momentos o etapas* en las que se presentan durante el desarrollo del Proyecto y que, normalmente son:

- a. *Preparación del sitio*, que consiste en las labores necesarias para el acondicionamiento del terreno que permitan su uso de acuerdo al objetivo planteado. Generalmente no representa la construcción o instalación de infraestructura, aunque si requiere de la intervención de la zona de influencia directa.
- b. *Construcción*, que consiste en todas las actividades necesarias para el desarrollo de las obras físicas sobre el área de influencia directa y que se caracteriza por una fuerte actividad sobre el predio y la zona.
- c. *Operación y mantenimiento*, que consiste en las actividades necesarias para hacer funcionar y mantener en buen estado las obras del proyecto, así como en las labores de seguimiento y monitoreo.
- d. *Abandono*, que comienza a partir de que cesan cualquier tipo de actividades relacionadas con el proyecto en el predio y consiste en las acciones necesarias para evitar cualquier impacto ambiental relacionado con las instalaciones fuera de uso.

En este sentido, para el Proyecto se definieron las actividades que corresponden a cada etapa del proyecto y se analizaron las acciones generadoras de impactos, entendidas como las posibles causas simples, precisas, localizadas y bien determinadas de impacto ambiental. Éstas pueden derivar de una o varias obras o actividades y suceder durante uno o varios momentos del Proyecto (Tabla 5. 4).

**Tabla 5. 4. Acciones del Proyecto que potencialmente y, sin las debidas medidas de mitigación podrían generar impactos ambientales en una o varias de sus etapas de desarrollo.**

Obra	Etapas	Acción
Construcción de rompeolas (1 y 2)	Preparación	Transporte de maquinaria, equipo y materiales
		Trazo y marcaje
		Rescate de biota marina
	Construcción	Colocación de elementos prefabricados
	Operación y mantenimiento	Monitoreo para asegurar la funcionalidad de las estructuras
Reacomodo o reemplazo de elementos después de una tormenta		
Relleno de playa	Preparación	Rescate de biota marina
		Limpieza y preparación de la playa
	Construcción	Vertido y distribución de arena en playa
	Operación y mantenimiento	Transporte de maquinaria, equipo y materiales para limpieza y rebombeo de arena
Extracción y transporte de arena	Preparación	Trazo y marcaje
		Rescate de biota marina
	Construcción	Extracción de arena con draga
	Construcción	Transporte de arena

Se identificaron 14 acciones ocasionadas por 3 obras que potencialmente podrían generar impactos al ambiente en una o varias etapas de desarrollo. Esta información sirvió de base para el análisis de los impactos ambientales que se presenta más adelante.

### 5.3.2.3. Factores del entorno susceptibles de recibir impactos

El entorno se define como la parte del medio ambiente que interacciona con el proyecto en términos de fuentes de recursos y materias primas, soporte de elementos físicos y receptores de efluentes a través de los vectores ambientales aire, suelo y agua (Gómez-Orea 2002), así como las consideraciones de índole social.

Se denomina como factor ecológico a todos los elementos del ambiente susceptibles de actuar directamente sobre los seres vivos, por lo menos durante una etapa de su desarrollo. Se clasifican en abióticos, que incluyen el conjunto de características físico-químicas del medio; y bióticos, que son el conjunto de interacciones que tienen lugar entre los individuos de la misma especie o de especies diferentes (Dajoz, 2001). Para efectos del análisis de impactos ambientales, también se consideraron como factores los elementos socioeconómicos ya que son parte primordial de los procesos de degradación y conservación de los recursos.

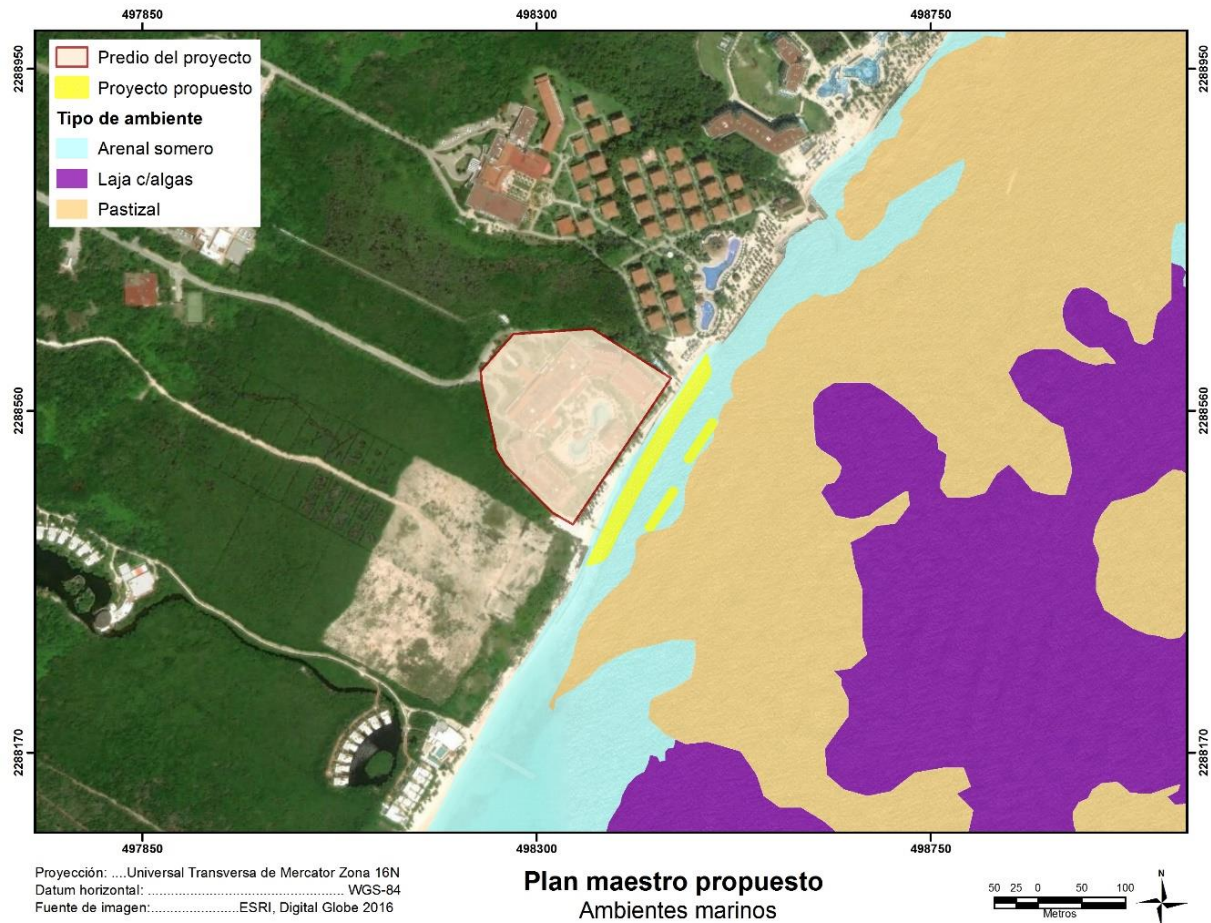
Con base en lo anterior y, a partir de la información obtenida del Capítulo 4, se identificaron los factores del medio presentes en el área de influencia directa e indirecta del Proyecto (Figura 5. 4) y se clasificaron en alguno de los tres niveles de complejidad ecológica (elementos, procesos y ecosistemas).

Posteriormente, se identificaron las propiedades de cada factor que brindará la información necesaria para valorar el grado de afectación por los impactos ambientales y que, por lo tanto, servirán de indicadores del estado del SAR que deberán de incluirse como parte del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental del Proyecto (Tabla 5. 5).

**Tabla 5. 5. Factores del entorno susceptibles a recibir impactos por el Proyecto y las propiedades a medir de cada uno de ellos para su seguimiento dentro del SMGA.**

Nivel	Ambiente	Factor	Propiedad a medir
Elementos	Marino	Agua marina	Calidad (Transparencia, pH, temperatura)
		Biota marina	Riqueza promedio anual de especies de importancia comercial, presencia de especies enlistadas en NOM-059-SEMARNAT-2010
		Sustrato marino	Tipo, profundidad y estructura del sustrato (profundidad de la capa de arena, granulometría)
	Terrestre	Suelo	Calidad (Textura, porosidad, pH, contenido de materia orgánica)
		Aire	Calidad (Niveles de ruido, gases y polvos)
		Paisaje	Fragmentación, conectividad y contigüidad
	Socioeconomía	Empleos	Generación de empleos directos e indirectos
		Oferta turística	Aumento de los servicios y atractivos turísticos del área
Procesos	Marino	Crecimiento arrecifal	Porcentaje de tejido vivo por colonia, enfermedades, no. de colonias nuevas, cobertura
		Dinámica litoral	Perfiles de playa
Ecosistemas	Marino	Arenales	Superficie, volumen
		Pastos marinos	Extensión, cobertura, composición
		Cresta arrecifal	Diversidad, estructura trófica
	Terrestre	Playa	Superficie

Figura 5. 4. Ubicación del Proyecto respecto a los ambientes marinos presentes en el área de influencia directa.



#### 5.3.2.4. Listas de chequeo del Proyecto

Con base en lo anterior, y en la información vertida en los Capítulos 2, 3 y 4 de esta MIA-R se elaboraron las listas de chequeo necesarias para identificar los impactos ambientales, se tomaron en cuenta los factores del medio que pudieran resultar impactados por el desarrollo del Proyecto, tanto positiva (p) como negativamente (n), así como las actividades contempladas en cada una de sus etapas de desarrollo (Tabla 5. 6 a Tabla 5. 8).

Los puntos de partida para la elaboración de dichas listas fueron la información técnica manifestada en el Capítulo 2 y el juicio de los expertos participantes en crear el sistema integral para la recuperación y estabilización de la playa, así como de los expertos de la estructuración de la presente MIA-R.

**Tabla 5. 6. Listas de chequeo de impactos ambientales potenciales previstos para la etapa de preparación.**

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
Trazo y marcaje	Empleos	Generación de empleos directos/indirectos	Demanda de mano de obra, insumos y/o servicios	p	
Rescate de biota marina	Biota marina	Densidad poblacional	Conservación de individuos rescatados	p	
	Empleos	Generación de empleos directos/indirectos	Demanda de mano de obra, insumos y/o servicios	p	
Transporte de maquinaria, equipo y materiales	Suelo	Calidad	Compactación del suelo		n
	Aire	Calidad	Contaminación por ruido		n
		Calidad	Contaminación por gases y polvos		n
	Agua marina	Calidad	Contaminación		n
	Empleos	Generación de empleos directos/indirectos	Demanda de mano de obra, insumos y/o servicios	p	
<b>Total</b>				<b>4</b>	<b>4</b>

**Tabla 5. 7. Listas de chequeo de impactos ambientales potenciales previstos para la etapa de construcción.**

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
Colocación de elementos prefabricados	Agua marina	Calidad	Aumento de turbidez		n
	Sustrato marino	Profundidad, tipo de fondo	Modificación del fondo marino	p	
	Biota marina	Densidad poblacional	Pérdida de individuos		n
		Hábitat	Generación de hábitat	p	
	Pastos marinos	Extensión y cobertura	Disminución de extensión y cobertura		n
	Empleos	Generación de empleos directos/indirectos	Demanda de mano de obra, insumos y/o servicios	p	
	Dinámica litoral	Procesos de transporte de sedimentos	Alteración de la dinámica litoral	p	
Estabilización de la zona litoral			p		
Extracción de arena	Aire	Calidad	Contaminación por ruido		n
	Agua marina	Calidad	Aumento de turbidez		n
			Contaminación		n
	Biota marina	Densidad poblacional	Pérdida de individuos		n
	Empleos	Generación de empleos directos/indirectos	Demanda de mano de obra, insumos y/o servicios	p	
	Crecimiento arrecifal	Tasa de crecimiento	Disminución de la tasa de crecimiento		n
Arenal	Volumen/área	Pérdida de arena		n	



Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
	Arrecife coralino	Salud	Aumento de enfermedades		n
Transporte de arena	Aire	Calidad	Contaminación por ruido		n
	Agua marina	Calidad	Contaminación		n
	Empleos	Generación de empleos directos/indirectos	Demanda de mano de obra, insumos y/o servicios	p	
Tendido y acomodo de la arena	Aire	Calidad	Contaminación por ruido		n
			Contaminación por gases y polvos		n
	Suelo	Calidad	Contaminación		n
	Paisaje	Geoformas	Alteración de geoformas	p	
	Playa	Superficie	Aumento de superficie de playa	p	
	Empleos	Generación de empleos directos/indirectos	Demanda de mano de obra, insumos y/o servicios	p	
	Oferta turística	Aumento de la oferta turística	Generación de atractivos turísticos	p	
<b>Total</b>				<b>11</b>	<b>15</b>

Tabla 5. 8. Listas de chequeo de impactos ambientales potenciales previstos para la etapa de operación y

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
Mantenimiento o reemplazo de elementos prefabricados	Biota marina	Densidad poblacional	Pérdida de individuos		n
	Empleos	Generación de empleos directos/indirectos	Demanda de mano de obra, insumos y/o servicios	p	
Transporte de maquinaria, equipo y materiales	Suelo	Calidad	Compactación del suelo		n
	Aire	Calidad	Contaminación por ruido		n
		Calidad	Contaminación por gases y polvos		n
	Agua marina	Calidad	Contaminación		n
	Empleos	Generación de empleos directos/indirectos	Demanda de mano de obra, insumos y/o servicios	p	
<b>Total</b>				<b>2</b>	<b>5</b>

### **5.3.3. Matrices de interacción**

Las matrices de interacción son una herramienta útil para la identificación de impactos ambientales potenciales que complementan la información brindada por las listas de chequeo y por el SIG. La información generada conjuntamente por estos tres elementos permite identificar y evaluar cualitativa y cuantitativamente los principales impactos ambientales que serán generados con la implementación del proyecto. También permite definir las medidas de mitigación, compensación y prevención correspondientes, mismas que se establecen en el Capítulo 6 de esta MIA-R.

Se elaboró una primera matriz denominada de Identificación de Impactos Ambientales Potenciales (Matriz 5. 1) en la cual se confrontaron las obras y actividades del Proyecto con los impactos ambientales identificados en las listas de chequeo, ordenados de acuerdo al factor del medio sobre el que inciden. Con dicha matriz se identificaron los impactos positivos y negativos que potencialmente generará el Proyecto, y se valoraron tanto los componentes ambientales que pudieran ser más afectados, como las actividades que generarán la mayor recurrencia o intensidad de impactos.

Esta matriz constituye un método cuantitativo para la identificación de impactos ambientales y corresponde a una modificación propia de la matriz de Leopold (1971). Es importante destacar que el valor de magnitud establecido en esta matriz corresponde al producto de la suma de interacciones identificadas entre un impacto ambiental negativo potencial identificado y una obra u actividad.

Se generó una segunda Matriz, denominada de Evaluación de Impactos Ambientales (Matriz 5. 2), para evaluar los impactos identificados en términos de 9 atributos tomados de Gómez-Orea (2003) y que son: consecuencia, acumulación, sinergia, momento o tiempo, reversibilidad, periodicidad, permanencia, recuperabilidad y frecuencia.

A cada atributo le fue asignado un valor entre 1 y 3, según la severidad del mismo (Tabla 5. 9). El valor asignado a cada atributo se basó en el dictamen de los expertos, los resultados de la Matriz de Identificación de Impactos Ambientales Potenciales (Matriz 5. 1) y las listas de chequeo que le dieron origen (Tabla 5. 6 a Tabla 5. 8).

Matriz 5. 1. Identificación de Impactos Ambientales Potenciales para el Proyecto. Donde “n” corresponde a un impacto negativo y “p” a un impacto positivo.

Etapas	Factor	Agua marina		Aire		Suelo		Sustrato marino	Biota marina			Paisaje	Socioeconomía		Crecimiento arrecifa	Dinámica litoral		Pastos marinos	Arenal	Cresta arrecifa	Playa	Impactos por actividad			
		Impacto	Aumento de turbidez	Contaminación por residuos sólidos, líquidos y peligrosos	Contaminación por gases y polvos	Contaminación por ruido	Contaminación por residuos sólidos, líquidos y peligrosos	Compactación	Modificación del fondo marino	Conservación de individuos	Pérdida de individuos	Generación de hábitat	Alteración de geoformas	Demanda de mano de obra, insumos y/o servicios	Generación de atractivo turístico	Disminución de la tasa de crecimiento	Alteración de la dinámica litoral	Estabilización de la zona litoral	Pérdida de cobertura	Pérdida de arena	Aumento de enfermedades	Aumento de superficie de playa	Negativos	Positivos	TOTALES
Preparación	Trazo y marcaje												p										-1	1	0
	Rescate de biota marina								p				p										0	2	2
	Transporte de maquinaria, equipo y materiales		n	n	n		n						p										-4	1	-3
Construcción	Extracción de arena	n	n		n					n			p		n				n	n			-7	1	-6
	Colocación de elementos prefabricados	n						p		n	p		p			p	p						-2	5	3
	Transporte de arena		n		n								p										-2	1	-1
	Tendido y acomodo de la arena				n	n	n						p	p	p								p	-3	4
Operación y mantenimiento	Reemplazo de elementos prefabricados										n		p										-1	1	0
	Transporte de maquinaria, equipo y materiales		n	n	n		n						p										-4	1	-3
	<b>TOTAL IMPACTOS NEGATIVOS</b>	2	4	3	5	1	2	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0		24		58.5
	<b>TOTAL IMPACTOS POSITIVOS</b>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	9	1	0	1	1	0	0	0	1		17		41.5
	Ponderación de impactos	-2	-4	-3	-5	-1	-2	1	1	-3	1	1	9	1	-1	1	1	-1	-1	-1	1		1	1	41
	Valor bruto	6		8		3		1		5		1	10	1	2			1	1	1	1		1	1	41
	Valor Neto	-6		-8		-3		1		-1		1	10	-1	2			-1	-1	-1	1		1	1	-7
	Magnitud	2	4	3	5	1	2	1	1	3	1	1	9	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	41
	% total de interacciones	3.3		4.4		1.7		0.6		2.8		0.6	5.8	0.6	1.1		0.6	0.6	0.6	0.6	0.6		22.8		
	<b>% total de interacciones efectiv</b>	<b>14.6</b>		<b>19.5</b>		<b>7.3</b>		<b>2.4</b>		<b>12.2</b>		<b>2.4</b>	<b>24.4</b>	<b>2.4</b>	<b>4.9</b>		<b>2.4</b>	<b>2.4</b>	<b>2.4</b>	<b>2.4</b>	<b>2.4</b>		<b>100</b>		

Tabla 5. 9. Descripción de la escala de los atributos para evaluar impactos ambientales.

Atributos	Escala		
	1	2	3
<b>Consecuencia (C)</b>	<b>Indirecto:</b> el impacto ocurre de manera indirecta.	No aplica	<b>Directo:</b> el impacto ocurre de manera directa.
<b>Acumulación (A)</b>	<b>Simple:</b> cuando el efecto en el ambiente no resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.	No aplica	<b>Acumulativo:</b> cuando el efecto en el ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
<b>Sinergia (S)</b>	<b>No Sinérgico:</b> 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	<b>Sinérgico:</b> 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.
<b>Momento o Tiempo (T)</b>	<b>Corto:</b> cuando la actividad dura menos de 1 mes.	<b>Mediano:</b> la acción dura más de 1 mes y menos de 1 año.	<b>Largo:</b> la actividad dura más de 1 año.
<b>Reversibilidad del impacto (Rv)</b>	<b>A corto plazo:</b> la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, menos de un año.	<b>A mediano plazo:</b> el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 3 años.	<b>A largo plazo:</b> el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a tres años, o no sea reversible.
<b>Periodicidad (Pi)</b>	<b>Aparición irregular:</b> cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica	<b>Periódico:</b> cuando el efecto se produce de manera reiterativa.
<b>Permanencia (Pm)</b>	<b>Temporal:</b> el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo.	No aplica	<b>Permanente:</b> el efecto se mantiene al paso del tiempo.
<b>Recuperabilidad (Rc)</b>	<b>Recuperable:</b> que el componente afectado puede volver a contar con sus características.	No aplica	<b>Irrecuperable:</b> que el componente afectado no puede volver a contar con sus características (efecto residual).

Atributos	Escala		
	1	2	3
<b>Frecuencia (F)</b>	<b>Poco frecuente:</b> el impacto se presenta en menos de un tercio de las actividades del proyecto.	<b>Medianamente frecuente:</b> el impacto se presenta entre un tercio y dos tercios de las actividades del proyecto.	<b>Muy frecuente:</b> el impacto se presenta en más de dos tercios de las actividades del proyecto.

Fuente: GPPA elaboración propia modificada de Gómez-Orea (2003).

A partir de los resultados obtenidos de dicho análisis se pudo calcular el Índice de Incidencia para cada impacto, mediante la aplicación del modelo propuesto por Gómez-Orea (2002)<sup>2</sup> y cuyos pasos se describen a continuación:

1. Se atribuyó un código numérico a cada carácter del atributo, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable (Tabla 5. 10).
2. El índice de incidencia de cada impacto se evaluó a partir del siguiente algoritmo simple, que consiste en la sumatoria de los valores asignados a los atributos de cada impacto y sus rangos de valor o escala (Expresión V.1):

$$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc + F \quad \text{Expresión V.1}^3$$

3. Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la Expresión V.2.

$$\text{Incidencia} = I - I_{\min} / I_{\max} - I_{\min} \quad \text{Expresión V.2}$$

Siendo:

I = el valor de incidencia obtenido por un impacto.

I<sub>max</sub> = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el mayor valor, que para el caso de esta evaluación será 27, por ser 9 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

I<sub>min</sub> = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor, que para el caso de esta evaluación será 9, por ser 9 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

La Matriz 5. 2 permitió valorar los impactos ambientales generados en términos de su incidencia, y de este modo conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto e identificar y evaluar los impactos residuales.

<sup>2</sup> Domingo Gómez Orea (2002), página 330

<sup>3</sup> Modificado de Gómez-Orea, Domingo. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi Prensa 2002. Pag. 330

Matriz 5. 2. Evaluación de Impactos Ambientales Potenciales.

Factor	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Incidencia	Índice de incidencia
Agua marina	Contaminación por residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n	3	3	1	1	1	1	1	1	12	0.25
	Aumento de turbidez	n	3	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13
Aire	Contaminación por gases y polvos	n	3	1	3	1	1	1	1	1	12	0.25
	Contaminación por ruido	n	3	1	3	1	1	1	1	1	12	0.25
Arenal	Pérdida de arena	n	3	1	1	3	3	1	3	1	16	0.50
Arrecife coralino	Aumento de enfermedades	n	1	1	3	3	3	1	1	1	14	0.38
Biota marina	Generación de hábitat	p	3	1	3	3	1	1	1	1	14	0.38
	Conservación de individuos	p	3	1	1	2	1	1	1	1	11	0.19
	Pérdida de individuos	n	3	3	3	2	2	1	1	1	16	0.50
Crecimiento arrecifal	Disminución de la tasa de crecimiento	n	1	1	3	3	3	1	1	1	14	0.38
Dinámica litoral	Estabilización de la zona litoral	p	1	1	3	3	3	3	3	3	20	0.75
	Alteración de la dinámica litoral	p	1	1	3	3	3	3	3	1	18	0.63
Paisaje	Alteración de geoformas	n	3	3	3	2	2	1	3	3	20	0.75
Pastos marinos	Pérdida de cobertura	n	1	3	3	1	1	1	1	1	12	0.25
Playa	Aumento de la superficie	p	3	3	3	3	2	3	3	3	23	0.94
Socioeconómico	Generación de atractivo turístico	p	3	3	3	3	2	3	3	3	23	0.94
	Demanda de mano de obra, insumos y/o servicios	p	3	3	3	1	2	1	1	1	15	0.44
Suelo	Contaminación por residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n	3	1	3	3	1	3	1	1	16	0.50
	Compactación	n	3	1	1	3	2	1	3	1	15	0.44
Sustrato marino	Modificación del fondo marino	p	3	1	1	3	1	1	3	3	16	0.50

Debido a que al estandarizar los valores obtenidos para el Índice de Incidencia el máximo valor posible es 1, los impactos se agruparon en 3 rangos de 0.33 como se muestran en la Tabla 5. 10. La descripción de cada rango y su interpretación se ajustan a las especificidades del SA en cuanto a la integridad de sus componentes, así como a la definición de impacto ambiental relevante citada en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. En la Matriz 5. 3 (Significancia de los impactos ambientales potenciales según su signo y su valor de I.I.) se presentan los impactos identificados ordenados según su signo, su valor del Índice de Incidencia y su correspondiente significancia.

**Tabla 5. 10. Rango de significancia de los impactos ambientales evaluados de acuerdo con su Índice de Incidencia.**

Rango	Interpretación	Índice de Incidencia
Significativo	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SA.	0.68 o mayor
No significativo	Se compromete la integridad de elementos o procesos sin poner en riesgo la estructura y función de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.67
Despreciables	Alteraciones de muy bajo impacto a elementos o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	0.33 o menor

Fuente: Generación propia GPPA.

La conjunción de los diferentes análisis descritos hasta ahora permitió cuantificar los diferentes impactos de posible generación durante el desarrollo del Proyecto, así como definir y ratificar las estrategias de mitigación y compensación de los mismos. Por otro lado, fue posible identificar las actividades de alta prioridad por la importancia de los impactos que pudieran generar. Los resultados de los procesos mencionados se muestran a continuación.

**Matriz 5. 3. Significancia de los impactos ambientales potenciales según su signo y su valor de Índice de Incidencia.**

Factor	Impacto	Signo del efecto	Incidencia	Índice de incidencia	Significancia
Agua marina	Aumento de turbidez	n	10	0.13	D
Agua marina	Contaminación por residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n	12	0.25	D
Aire	Contaminación por gases y polvos	n	12	0.25	D
Aire	Contaminación por ruido	n	12	0.25	D
Pastos marinos	Pérdida de cobertura	n	12	0.25	D
Arrecife coralino	Aumento de enfermedades	n	14	0.38	NS
Crecimiento arrecifal	Disminución de la tasa de crecimiento	n	14	0.38	NS
Suelo	Compactación	n	15	0.44	NS
Arenal	Pérdida de arena	n	16	0.50	NS
Biota marina	Pérdida de individuos	n	16	0.50	NS
Suelo	Contaminación por residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n	16	0.50	NS
Paisaje	Alteración de geoformas	n	20	0.75	S
Biota marina	Conservación de individuos	p	11	0.19	D
Biota marina	Generación de hábitat	p	14	0.38	NS
Socioeconómico	Demanda de mano de obra, insumos y/o servicios	p	15	0.44	NS
Sustrato marino	Modificación del fondo marino	p	16	0.50	NS
Dinámica litoral	Alteración de la dinámica litoral	p	18	0.63	NS
Dinámica litoral	Estabilización de la zona litoral	p	20	0.75	S
Playa	Aumento de la superficie	p	23	0.94	S
Socioeconómico	Generación de atractivo turístico	p	23	0.94	S



## 5.4. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS

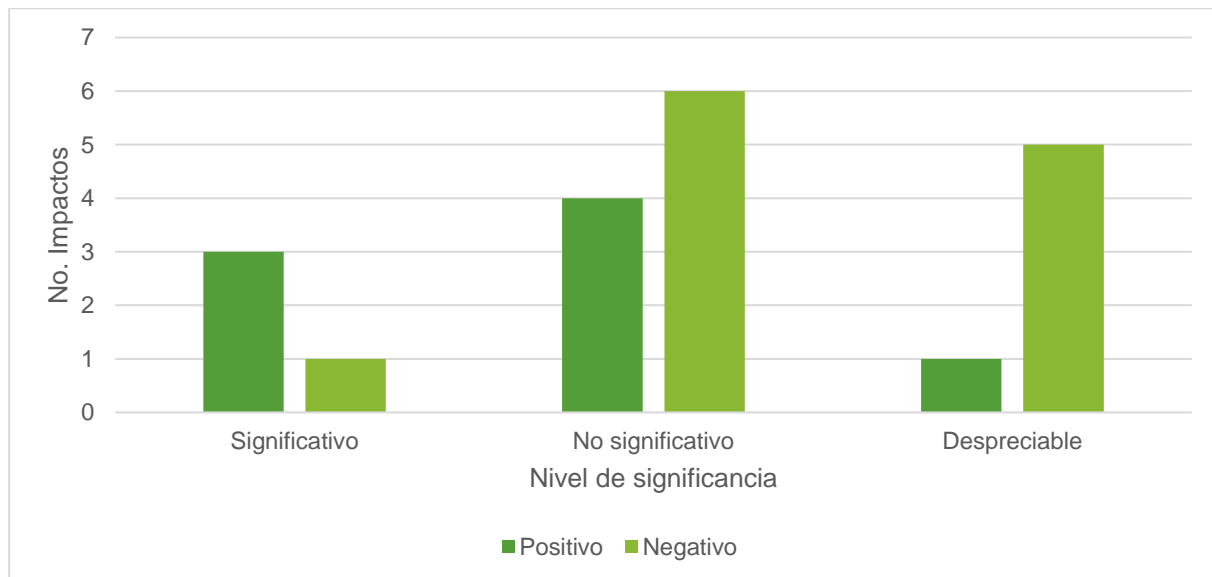
A continuación, se describen los impactos ambientales identificados como resultado del proceso de análisis anteriormente explicado, a partir de los diversos componentes ambientales del área de influencia directa e indirecta del proyecto, definidos en el Capítulo 4 de esta MIA-R, así como de los resultados de las listas de chequeo del proyecto (Tabla 5. 6 a Tabla 5. 8) y de las matrices de Identificación de Impactos Ambientales Potenciales (Matriz 5. 1), y de la opinión de expertos.

### 5.4.1. Análisis de matrices de identificación y evaluación de impacto ambientales potenciales

De las 180 interacción posibles, solo 41 fueron efectivas y que corresponden a 20 impactos generados por 9 acciones. De las 41 interacciones efectivas, 17 fueron positivas (que representan el 41.5%) y 24 (58.5%) fueron negativas.

Del total de impactos positivos identificados el 38% fueron significativos, el 50% fueron no significativos y el 13% fueron despreciables. En cuanto a los impactos negativos, el 8% fueron significativos, el 50% fueron no significativos y el 42% fueron despreciables (Figura 5. 5).

**Figura 5. 5.** Número de impactos positivos y negativos según su nivel de significancia.



De los impactos totales identificados, tanto positivos como negativos, el 75% resultó de tipo directo mientras que el 25% fue indirecto. El 35% de los impactos identificados fue acumulativo y el 70% fue sinérgico. El 25% de los impactos totales fueron reversibles a largo plazo, el 30% a mediano plazo y el 30% a corto plazo. En cuanto a la periodicidad, el 25% de los impactos fue reiterativo y el 75% fue esporádico. El 40% de los impactos identificados se consideraron permanentes, mientras que el 60% fueron temporales. El 25% de los impactos se calificaron como residuales.

La etapa del proyecto que generará mayor incidencia de impactos negativos será la de construcción (14 impactos negativos), aunque también será la que genere el mayor número de impactos positivos (11 impactos positivos). La actividad que generará el mayor número de impactos negativos corresponde a la extracción de arena del banco Mamitas 3, seguida por el transporte de maquinaria, equipo y materiales, tanto en la etapa de preparación como en la de mantenimiento.

Por otra parte, la actividad que generará el mayor número de impactos positivos será la colocación de los elementos prefabricados para la construcción de los rompeolas (5 impactos positivos), seguida del tendido y acomodo de la arena en la playa (4 impactos positivos). Ambas actividades se llevarán a cabo durante la etapa de construcción del proyecto.

En cuanto a los factores del medio, el que recibirá el mayor número de impactos negativos será el aire (8 impactos), seguido por el agua marina (6 impactos). El factor del medio que recibirá el mayor número de impactos positivos será la socioeconomía (10 impactos).

A continuación, se describen los impactos al medio natural y al socioeconómico a partir de los factores del medio en los que incidirán.

#### **5.4.2. Impactos en el medio natural**

Los factores del medio natural identificados como susceptibles de verse afectados por el desarrollo del Proyecto fueron el aire, el suelo, el agua marina, la biota marina, el sustrato marino, el paisaje, el crecimiento arrecifal, la dinámica litoral, el arenal somero y el arrecife coralino. A continuación, se describen los impactos identificados para cada factor.

##### *5.4.2.1. Aire*

Los impactos al aire serán provocados por la operación de la maquinaria requerida para el desarrollo del Proyecto, tanto en el mar como en tierra. Se consideraron despreciables ya que el tipo y número de unidades de maquinaria pesada, vehículos y embarcaciones contarán con el sistema de escape y silenciadores en buenas condiciones de operación, así como con adecuada afinación de los motores de combustión interna.

Todas las emisiones estarán debajo de los niveles máximos permisibles establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas siguientes: NOM-041-SEMARNAT-2006 que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible; NOM-045-SEMARNAT-1996 que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo, proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan Diesel como combustible; NOM-080-SEMARNAT-1994 que establece los niveles máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores.

Por otra parte, los gases y polvos que pudieran emitirse serán dispersados rápidamente por las corrientes de aire que imperan en la zona, además de que el impacto será solo temporal y de corta duración.

### 5.4.2.2. Suelo

Este factor se verá afectado durante la etapa de preparación del sitio y la construcción del Proyecto por las labores de transporte de la maquinaria, el equipo y el material necesarios para la colocación de los elementos de protección y del relleno de playa. Entre la maquinaria necesaria se encuentra un tractor frontal CAT D5 o mayor, una excavadora CAT 320 o similar, grúa de 20 toneladas.

Estos vehículos maniobrarán en dos áreas designadas, una al lado Sur del Hotel de 700 m<sup>2</sup> y otra al norte de 500m<sup>2</sup>. También se contará con un área de Almacenamiento de 200 m<sup>2</sup> para el acopio temporal de los elementos prefabricados (Figura 5. 6). Estas áreas actualmente no cuentan con algún recubrimiento, por lo que la superficie de contacto corresponde únicamente a arena.

Figura 5. 6. Ubicación de las áreas de maniobra y almacenamiento temporal dentro del predio de la propiedad.



El peso de estos vehículos y su movimiento por las áreas de maniobras durante las etapas de preparación y construcción del proyecto podrán generar contaminación y compactación del suelo. Ambos impactos se calificaron como negativos, directos, simples y no significativos debido a que las actividades que los provocarán serán temporales y de corta duración.

La maquinaria a utilizar requiere de combustibles fósiles tipo gasolina o diésel para su funcionamiento, así como de aceites para la lubricación de sus partes. Dichas sustancias pueden derramarse o gotear de la maquinaria y contaminar el suelo. Este impacto se mitigará realizando todas las labores necesarias de llenado de tanques de combustible, mantenimiento y reparación fuera del área del Proyecto, en sitios que cuenten con las características necesarias para evitar la contaminación del suelo. Y se verificará que la maquinaria funcione en óptimas condiciones evitando que tenga fugas; sin embargo, en caso de ocurrir, se removerá por completo la arena afectada y se clasificará como un residuo peligroso, por lo que su disposición final se realizará conforme a la legislación aplicable por medio de una empresa acreditada para tal fin.

La presencia de empleados implica la generación de residuos sólidos, sin embargo, durante las actividades de preparación y construcción se realizará un manejo adecuado, mediante la disposición de contenedores y señalamiento adecuados. El Proyecto aprovechará las instalaciones del Hotel Secrets para almacenar temporalmente los residuos, las cuales cubren con las especificaciones necesarias para evitar contaminar el aire, agua y suelo. De igual manera se realizará para los residuos sólidos y de manejo especial que se generen, y para los residuos peligrosos que pudieran generarse serán separados de acuerdo a su tipo y colectados en contenedores debidamente etiquetados y dispuestos a una empresa autorizada en su manejo.

#### *5.4.2.3. Agua marina*

Los impactos identificados al agua marina son contaminación por residuos sólidos, líquidos y/o peligrosos, así como el aumento en la turbidez.

La contaminación del agua marina es un impacto que será ocasionado por la operación de la maquinaria y las embarcaciones que serán empleadas para llevar a cabo las diversas actividades del Proyecto en la zona marina, como son la draga y embarcaciones menores (ver Capítulo 2). Ya que todas estas máquinas requieren de combustibles fósiles y de lubricantes derivados del petróleo para su operación, existe el riesgo de derrames al mar durante la realización de actividades. Sin embargo, el impacto se consideró despreciable ya que no todas las máquinas estarán operando al mismo tiempo, a que la cantidad de aceite y combustible que manejan es pequeña y a que las corrientes marinas en la zona dispersarían rápidamente un derrame de las proporciones que pudieran ocurrir al desarrollarse el proyecto.

Por otra parte, como medida preventiva y para reducir el riesgo de contaminación ante un derrame de hidrocarburos en el sitio; cualquier servicio o reparación de la maquinaria de uso marino se realizará fuera del área de extracción de arena, de navegación o de anclaje y maniobras. Asimismo, todas las embarcaciones involucradas en el proceso de extracción, transporte y vertido de arena contarán con equipo antiderrames, con flotadores absorbentes, para la contención de derrames y recuperación de hidrocarburos. Se contará con la preparación y el procedimiento adecuados para proceder en tal caso. La verificación de que los materiales y herramientas a utilizar en caso de una contingencia por derrame de hidrocarburos se encuentren en buen estado, así como el procedimiento a seguir en dado caso que se presente una situación de contingencia será supervisada en el marco del Programa de Prevención y Atención a Contingencias Ambientales en el marco del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental diseñado para el Proyecto.

Por otro lado, el aumento de turbidez, es un impacto que se presentará por la extracción de arena del banco seleccionado Mamitas 3 y su posterior vertimiento en la playa. Sin embargo, los sedimentos que se generen con la succión de la arena se controlarán utilizando barreras de malla geotextil (cortinas antidispersión de sedimentos) que tendrán flotadores en la superficie y lastre en el fondo para extenderlas y retener los sedimentos en la zona; estarán debidamente señalizadas y supervisadas para su buen funcionamiento. El proceso de instalación y tipo de selección de las mallas se basará en los lineamientos de la USCE, (*United States Army Corps of Engineers*). Por otra parte, el tiempo en que se realizarán estas actividades será muy corto y, debido al tipo de arenas que se extraerán, estas se precipitarán al fondo rápidamente por lo que no cubrirán grandes distancias. Aunado a lo anterior, las obras de extracción, transporte y vertido de arena solo se llevarán a cabo bajo condiciones óptimas de viento y oleaje. Durante las actividades de todas las etapas del proyecto se monitorearán constantemente las condiciones climáticas a través de sitios oficiales. Por lo anterior, es que este impacto se valoró como despreciable de corta duración, no acumulativo ni sinérgico, temporal y reversible.

#### 5.4.2.4. *Biota marina*

El banco de arena seleccionado para ser explotado como parte del desarrollo del Proyecto, cuenta con una superficie de 45830 m<sup>2</sup> y se ubica en dos tipos de ambientes marinos, aunque prácticamente todo el banco corresponde al Arenal Profundo (45821.77 m<sup>2</sup>), que se caracteriza por presentar un sustrato de arena fina y blanca, donde la biota sésil es prácticamente nula. De acuerdo con los resultados de la caracterización marina realizada para el área de estudio, en este ambiente se observaron varios ejemplares de biota conspicua como fueron varios caracoles gasterópodos de dos especies del género *Strombus* sp, varios de ellos en proceso de cópula, así como bastantes galletas de mar del género *Mellita*. Cerca de la costa se registran manchones asilados de pasto marino de la especie *Halodule wrightii*, registrando un desarrollo pobre y poco denso, además la superficie afectada representará un porcentaje muy pequeño del SAR. Cabe mencionar que la presencia de este pasto marino en el Arenal Profundo no forma una pradera de pastos marinos en términos ecológicos, ya que no ofrece las funciones de estabilización de sedimentos, ni como áreas de refugio, crianza y alimentación de larvas de otras especies, como típicamente ocurre en las praderas de pasto marino que se forman en las partes someras de la Laguna Arrecifal compuestas principalmente por el pasto marino *Thalassia testudinum*.

El otro ambiente presente en el banco de arena es “Laja con Gorgonáceos”, en una superficie de 8.69 m<sup>2</sup> y está formado por una placa de laja lisa en donde la presencia de gorgonáceos es más abundante, y la presencia de algas puede variar.

Por otro lado, la construcción de los rompeolas con elementos prefabricados de concreto se ubicará sobre el ambiente marino denominado como “Arenal Somero” cuyo sustrato típico es de arena fina, sin embargo, durante la caracterización del área de estudio se identificó la presencia de sargazo, cuya descomposición genera materia orgánica que queda en suspensión y luego se va precipitando en el suelo marino. Es un ambiente donde la biota marina es prácticamente nula.

Debido a la escasa biota marina registrada en los ambientes que se desarrollan en el área que pretenden ser explotada para la extracción de arena, así como en el área donde se colocarán los rompeolas, el impacto de pérdida de individuos de biota marina se consideró no significativo.

Por otra parte, como parte de las actividades a desarrollarse durante la etapa de preparación del sitio, se implementará un Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas, que establece en su Acción 14 el rescate y reubicación de la biota marina, mediante el cual se recuperarán los ejemplares de invertebrados y otro tipo de fauna marina sésil o de lento desplazamiento, que se encuentren en las áreas de influencia directa del proyecto, incluyendo el banco de arena y con especial énfasis en las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Este se calificó como un impacto positivo despreciable.

Asimismo, se vigilará que la malla antidispersión no atrape accidentalmente ejemplares de biota marina como tortugas o peces. En caso de que esto suceda, se liberará de inmediato a los organismos en un punto alejado del área de maniobras y de las mallas antidispersión. Sin embargo, se considera que la probabilidad de que animales marinos se vean atrapados por la malla antidispersión es mínima debido al tamaño, material y diseño de la malla misma, así como a que el tiempo que permanecerá instalada en el mar será de máximo 8 horas al día y solo durante los días que se requiera trabajar en el área.

También, el promovente colabora activamente, con el municipio de Solidaridad en el programa de limpieza de sargazo, contribuyendo con el cuidado y conservación de los pastizales y arrecifes en el área del Proyecto y del SAR, y a su vez con la biota marina que habita en estos ambientes marinos.

Por último, la construcción de los rompeolas frontales con elementos prefabricados de concreto, generará un nuevo hábitat con mayor número de oquedades, que servirán como áreas de refugio y alimentación de diversas especies de fauna bentónica, y se podrán establecer algas y algunos invertebrados marinos. Este impacto se calificó como positivo no significativo.

#### *5.4.2.5. Sustrato marino*

La colocación de los dos rompeolas y el relleno de playa frente a la costa del Hotel generarán una modificación poco significativa del sustrato marino. La superficie de "Arenal Somero" de 847.97 m<sup>2</sup> correspondiente al área en donde se desplantarán los rompeolas será sustituida por un sustrato con mayor rugosidad constituido por la acumulación de los elementos prefabricados de concreto, que conformará un nuevo hábitat para la biota marina, por lo que se consideró un impacto positivo no significativo. Por otra parte, en la zona en donde se realizará el relleno de playa la modificación poco significativa del sustrato se deberá a que las características granulométricas de la arena extraída del banco variarán ligeramente de las de la playa original, aunque se espera que esto no sea perceptible para la mayoría de los visitantes. Este ocupará una superficie de 3,900.87 m<sup>2</sup> de la franja costera y ambiente marino de Arenal Somero, considerando el vertimiento de arena máximo esperado.

#### *5.4.2.6. Paisaje*

En el área del proyecto la superficie marina no presenta salientes tales como macizos rocosos o coralinos, boyas o faros que interrumpan la continuidad del paisaje. La construcción de los rompeolas insertará un elemento nuevo en el paisaje, diferente a lo que se observa de manera natural. Si bien, este impacto negativo se calificó como directo, acumulativo, sinérgico y de largo plazo, su implementación no afectará la geoforma del paisaje debido a que la altura de las estructuras se encontrará al nivel medio del mar, por lo que no representa un obstáculo para la visibilidad del paisaje.

#### *5.4.2.7. Dinámica litoral*

La península de Yucatán es considerada tectónicamente estable y con orografía plana. Este tipo de orografía ocasiona la ausencia de flujos superficiales promoviendo que el agua se filtre hacia el subsuelo dificultando el aporte de sedimentos de tierra a mar. Una de las características más representativas de las costas Norte de Quintana Roo son sus playas color azul turquesa compuestas de sedimento calcáreo compuesto por oolitas (esferas calcáreas de 2 mm de diámetro o menos) las cuales por sus características de color y textura impulsan el turismo y la economía del estado.

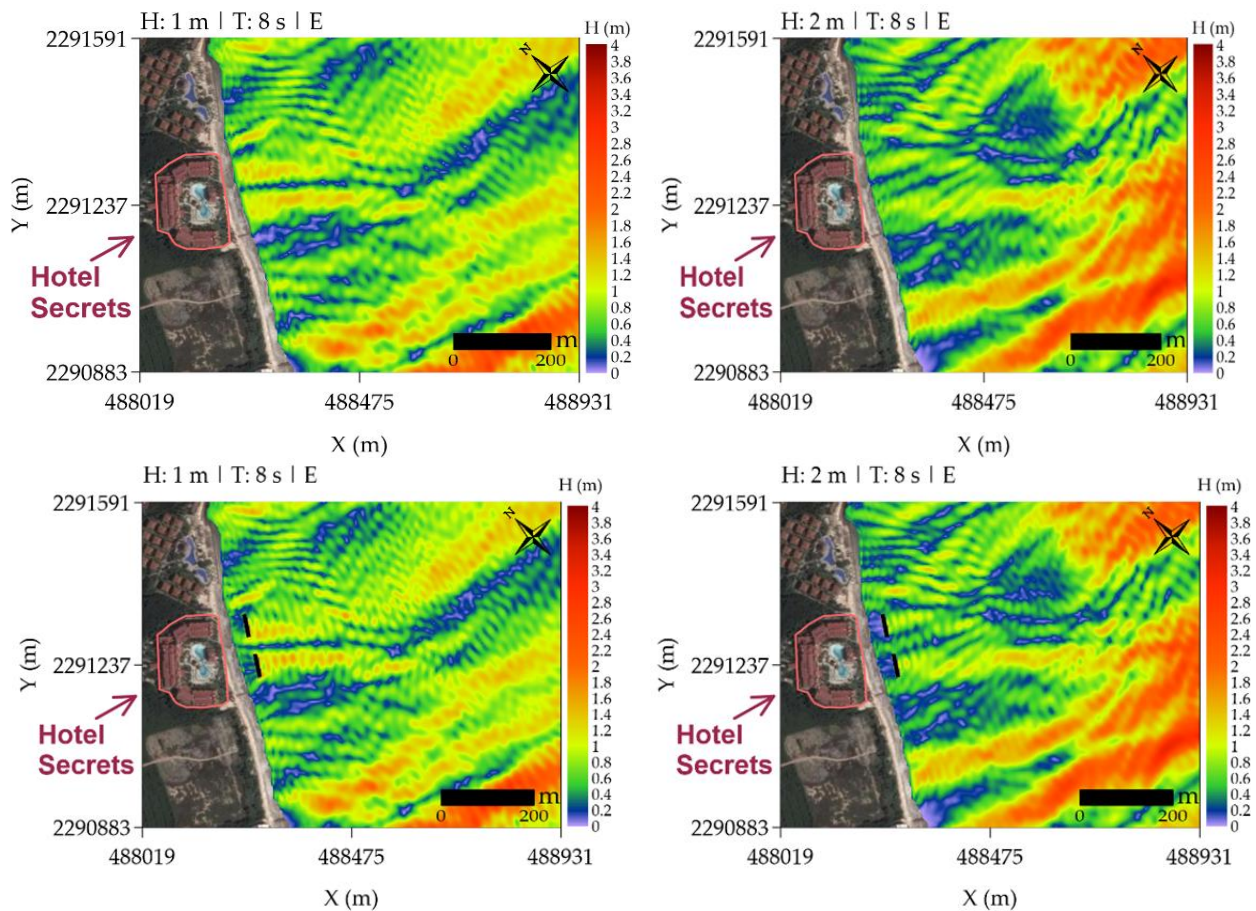
La celda litoral a la que pertenece el área de estudio del Proyecto quedó delimitada por las puntas rocosas identificada como Punta Maroma y Punta Bete que, son claramente sobresalientes en el litoral de playa como fronteras de regiones de playa con distinto patrón de circulación de sedimentos. Esto último observado por cambios bruscos de la orientación de la línea de costa y características principales de las playas. La extensión del litoral de playa que abarca la celda es de alrededor de 9.5 km.

El análisis de cambio de línea de costa frente al predio del Hotel Secrets muestra la predominancia de pérdida de playa seca en los distintos periodos analizados de 2006 a 2017, con un retroceso de línea de costa de 15 a 20 m en la mayor parte del litoral que ocupa el predio, del año 2006 a 2017, alcanzando valores de hasta 24 m en las secciones de playa más afectadas.

Se espera que con la construcción de los rompeolas la playa adopte la siguiente forma, se formen unas salientes ligeras detrás de los rompeolas; cuando se tengan condiciones de oleaje de Noreste las salientes se moverán ligeramente hacia el Sur; cuando se presenten condiciones de oleaje proveniente del Sureste las salientes se cargarán un poco al Norte y cuando el oleaje se presente del Este cada saliente se alineará con el centro de cada rompeolas. Por otro lado, no habrá cambios significativos a la corriente ya que los rompeolas serán paralelos a la costa y estarán alineados con el flujo de la corriente; el movimiento de agua de un lado de los rompeolas y del otro será suficiente para que haya un intercambio adecuado de agua y no se formen estancamientos. Con la protección a la playa dada por las estructuras planteadas, se identificaron zonas de erosión y de depósito de sedimentos en el frente de playa del hotel, con mayor sedimentación en la configuración de proyecto, y al revés para la erosión. Además, no se generarán efectos negativos en los predios aledaños por las obras y actividades de protección y relleno, sino al contrario, es probable que los predios vecinos resulten beneficiados.

En cuanto a la propagación del oleaje en la celda litoral, el Hotel Secrets se encuentra en una de las zonas con mayor exposición a la acción del oleaje, desprovista de protección arrecifal y de estructuras, donde la configuración del fondo marino favorece la concentración de energía del oleaje cerca de la costa. Con la implementación de las estructuras de protección propuestas, la circulación y magnitud de las corrientes inducidas por el oleaje se reducirían, favoreciendo así la permanencia del sedimento en la playa.

Figura 5. 7. Resultados de propagación de altura de ola, zona del proyecto: (superior izquierda), configuración actual condición de calma- oleaje del este-; (superior derecha), configuración actual en condiciones de tormentas del este; (inferior izquierda), configuración del proyecto propuesto en condición de calma- oleaje del este; (inferior derecha), configuración del proyecto propuesto en condición de tormentas del este.



Con base en lo anterior, se valoró que, la alteración de la dinámica litoral sea un impacto negativo calificado como No Significativo.

Por otra parte, la construcción de los rompeolas estabilizará la dinámica litoral y detendrá el proceso erosivo de la playa lo que, aunado al relleno de la misma con la arena del banco seleccionado Mamitas 3, provocará un ensanchamiento que permitirá el desarrollo de actividades turísticas en esa zona. Por esta razón este impacto se consideró positivo y significativo.



#### 5.4.2.8. Crecimiento arrecifal

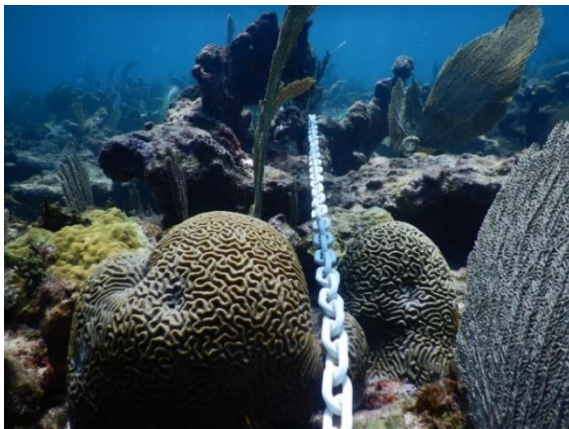
Este impacto podrá ser provocado por la depositación de sedimentos que serán removidos durante las labores de extracción, transporte y vertimiento de arena por parte del proyecto. Altas tasas de sedimentación sobre los corales se asocian a menor riqueza específica en el arrecife, menor porcentaje de tejido vivo debido al aumento en la incidencia de enfermedades, menores tasas de crecimiento, aumento en la abundancia de corales ramificados, baja tasa de reclutamiento, disminución de la productividad neta y menores tasas de acreción (Rogers, 1990).

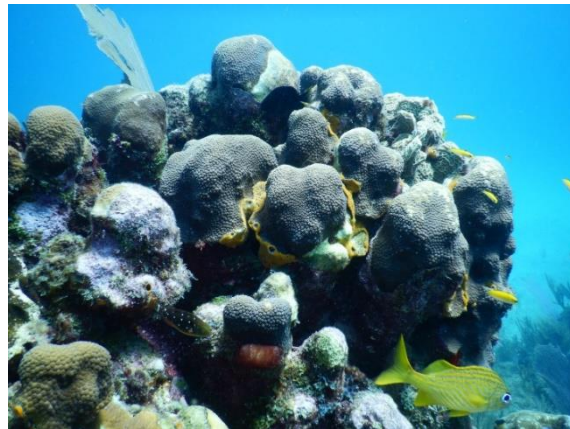
Durante la extracción de arena del banco Mamitas 3, así como durante el vertimiento de arena en la playa se colocará una malla antidispersión frente al área de trabajo para evitar que los sedimentos en suspensión viajen hacia la cresta arrecifal y zonas donde se desarrollen parches de coral. Como medida adicional se detendrán los trabajos durante los eventos de tormentas estacionales (Nortes y Suradas), y durante tormentas extraordinarias. De esta manera no aumentará el riesgo de que las plumas de dispersión sean diferentes a las estimadas, por lo cual se considera que los corales no se verán afectados por el desarrollo del Proyecto y por lo tanto no disminuirá su tasa de crecimiento.

#### 5.4.2.9. Arrecife coralino

El ambiente denominado Cresta Arrecifal en la sección Bahía del Polígono A corresponde a una estructura discontinua que representa la línea de cresta arrecifal que se forma en áreas aledañas, pero que en esta zona se presenta como parches aislados de pequeña extensión. Este ambiente se caracteriza por tener una estructura heterogénea con alta presencia de corales escleractinios de crecimiento masivo y gorgonáceos, principalmente abanicos de mar del género *Gorgonia spp.* En este tipo de ambiente es donde se registró la mayor abundancia y riqueza de especies de coral, registrando las especies ramificadas *Acropora palmata* y *Acropora cervicornis* fuera de los transectos de muestreo; las cuales están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especies bajo protección especial. En este tipo de ambiente la abundancia y variedad de peces fue de las más elevadas, debido a heterogeneidad ambiental que caracteriza estos sitios, siendo las especies más abundantes las del género *Haemulon sp.* Este ambiente tiene una profundidad que va de 1 a 4 metros (Figura 5. 8).

**Figura 5. 8. Cresta arrecifal la sección Bahía. Se observa el sustrato con una estructura heterogénea, con alta presencia de corales y gorgonáceos.**

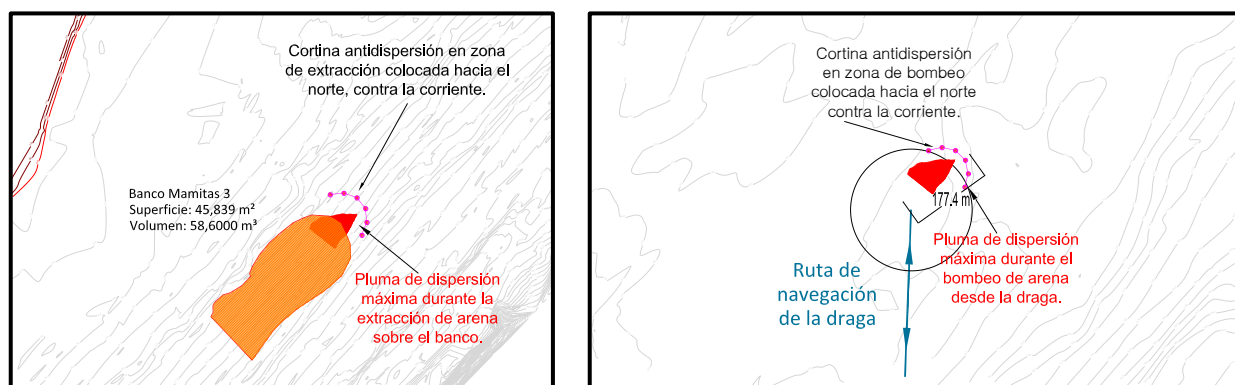


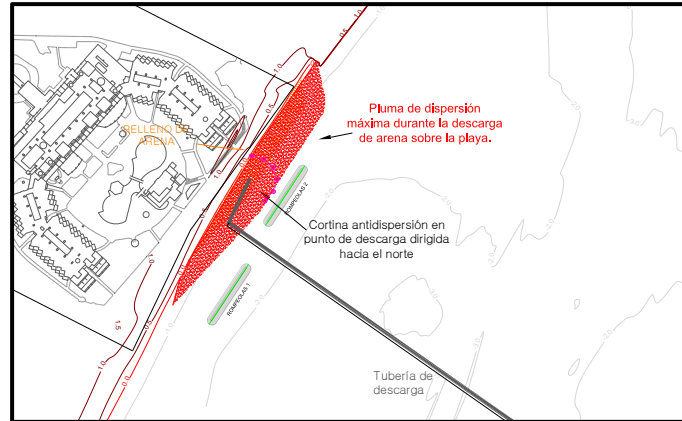


Este ambiente se desarrolla a aproximadamente 175 m al N y Nw del banco de arena seleccionado (Mamitas 3). Considerando que las corrientes predominantes en dicha zona van en sentido S-N existe el riesgo de que los parches arrecifales sean afectados por la pluma de sedimentación originada durante las labores de extracción de la arena. El principal signo de afectación a los corales por la sedimentación es el aumento en la incidencia de enfermedades. Actualmente, todo el Arrecife Mesoamericano enfrenta una difícil situación debido a la rápida propagación del padecimiento denominado “síndrome blanco”, el cual al parecer es disparado por diversos factores generadores de estrés que actúan al mismo tiempo, entre ellos el aumento de turbidez del agua y la sedimentación.

Para evitar este riesgo, el proyecto considera la colocación de mallas antidispersión de sedimentos ubicadas estratégicamente en las zonas hacia donde predomine la corriente, tanto durante las actividades de extracción del banco de arena, como durante el vertimiento de la misma para el relleno de playa (Figura 5. 10).

**Figura 5. 9. Uso de mallas antidispersión durante las actividades consideradas para el Proyecto.**





Con base en lo anterior, se consideró a este impacto negativo como No Significativo.

#### 5.4.2.10. Arenal

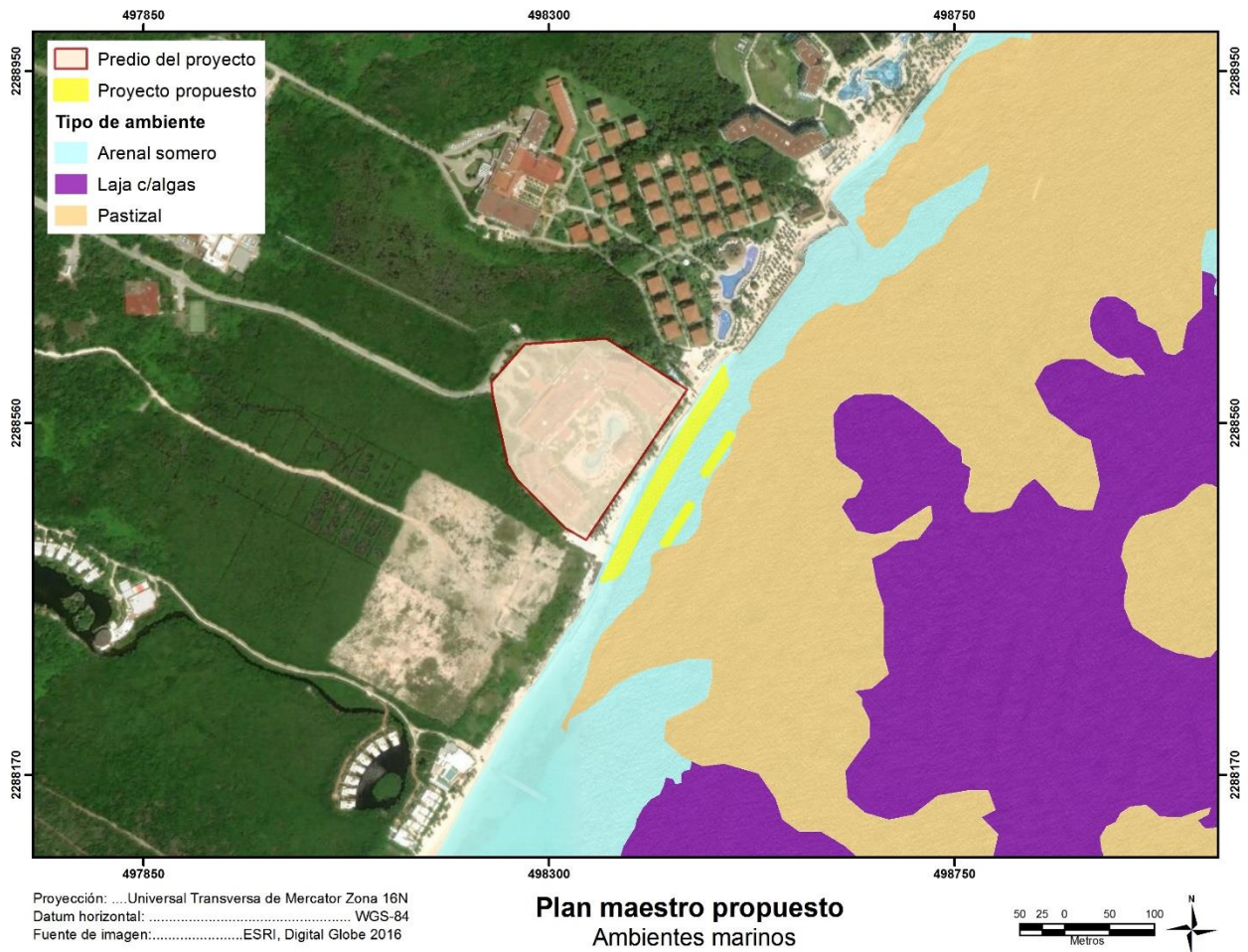
El desarrollo de las obras y actividades del proyecto requerirá del aprovechamiento en la zona marina de 8,947.77 m<sup>3</sup> de arenal profundo del banco denominado Mamitas 3 (58,600 m<sup>3</sup>), cantidad que representa el 15.27% de dicho banco.

Por otra parte, el proyecto requerirá realizar los trabajos de relleno de playa y construcción de los rompeolas sobre el ambiente identificado como arenal somero, ocupando una superficie estimada de 4,748.84 m<sup>2</sup> (0.47 ha) en "Arenal Somero" (Figura 5. 10).

La extracción de arena del banco Mamitas 3 se realizará por medio de una draga de dimensiones adecuadas a la profundidad del banco y a la de la zona de playa donde se depositará la arena. Se estima que cada ciclo de extracción dure 3 horas.

Este impacto se consideró no significativo debido a que el volumen a extraer del banco representa menos del 16% del mismo, además de que la dinámica propia de la zona permitirá que el banco se regenere paulatinamente. Por otra parte, en la zona de aprovechamiento para el relleno de playa y por la construcción de los rompeolas, el arenal somero aumentará su volumen.

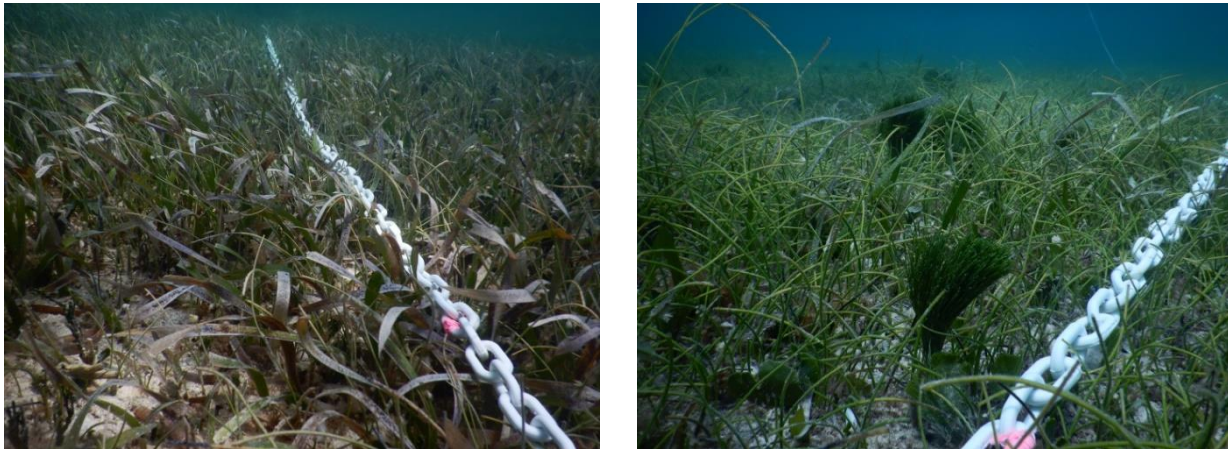
Figura 5. 10. Ambientes marinos identificados en el área de aprovechamiento del proyecto.



#### 5.4.2.11. Pastos marinos

En la sección Bahía del Polígono A, el *Pastizal* es una franja extensa contigua a la línea de costa, formado principalmente por praderas de pasto marino. En algunas áreas el pastizal está dominado por la especie *Thalassia testudinum*, y en otras áreas el pasto dominante es de la especie *Syringodium filiforme*. En ambos casos se encontró presencia de algas verdes de crecimiento erecto, principalmente de los géneros *Halimeda* y *Penicillus*. Las praderas de pasto marino en estos sitios son densas y homogéneas.

Figura 5. 11. Pastizal en la sección Bahía. Pradera de pasto marino de la especie *Thalassia testudinum* (izq.) y de la especie *Syringodium filiforme* (der.).



Si bien, este impacto se valoró como negativo, acumulativo y sinérgico, se calificó como indirecto y despreciable toda vez que, la ubicación de las barreras de protección estará fuera de ella (Figura 5. 10). y, las afectaciones por la construcción de las estructuras serán puntuales en el lugar de instalación. Los sedimentos que pudieran ser resuspendidos durante las actividades de colocación de los elementos prefabricados no representa una afectación para los pastos marinos, ya que se colocarán mallas antidispersión de sedimentos, además de que esta afectación se dará únicamente durante la etapa de construcción, ya que durante la etapa de operación y mantenimiento los pastos marinos no se verán afectados por los rompeolas, pues su función es interceptar y aminorar el oleaje y con ello disminuir la pérdida de arena y erosión de la playa pero no se modificarán las corrientes marinas, ni se alterará la calidad del agua o ningún otro parámetro necesario para el desarrollo de los pastos marinos, por lo que no se espera ningún cambio significativo en esta comunidad, de modo que conservarán sus características.

#### 5.4.2.12. Playa

El desarrollo del Proyecto incluye la reconfiguración de la playa a través de actividades de relleno con arena, y de su protección contra la erosión por medio de la construcción de un par de rompeolas colocados de manera paralela a la línea de costa. Esto implicará la modificación de 4,888.85 m<sup>2</sup> (0.49 ha) de playa arenosa original que representan el 0.16% de este tipo de ambiente en SAR del Proyecto (Figura 5. 12).

Figura 5. 12 Zona de relleno de playa por parte del proyecto.



Se observa un retroceso de la línea de costa de 15 a 20 m en el periodo de 2006 a 2017, lo cual afecta actualmente la actividad turística de la zona (Figura 5. 13).

Figura 5. 13. Comparativa de la línea de costa entre los años 2007 y 2017 ajustadas a partir de imágenes satelitales calibradas, adquiridas de la base histórica de Google Earth y compradas sobre una fotogrametría.



Por todo lo anterior, se considera que el impacto del Proyecto sobre el ambiente de playa no será significativo y será compensado por las labores de reconfiguración de playa y de protección contra la erosión por medio de los rompeolas, que generarán una playa más ancha, que podrá albergar una mayor cantidad de invertebrados marinos, y por lo tanto atraerá un mayor número de especies de vertebrados. De igual forma, constituirá un atractivo.

### 5.4.3. Medio socioeconómico

El proyecto y su SAR son adyacentes a la ciudad de Playa del Carmen en el municipio de Solidaridad y se encuentran a 90 km aproximadamente al sur de Cancún en el Municipio de Benito Juárez. El Corredor Cancún-Tulum, corresponde a la zona costera de los municipios de Benito Juárez y Solidaridad. En esta región se concentra prácticamente la totalidad de las actividades relacionadas con los sectores secundario y terciario, así como el 61.90 % de la población del Estado. La población económicamente activa en estos dos municipios es de 389,481 habitantes (47.47 % de la población total de los dos municipios).

Particularmente, la zona costera del municipio de Solidaridad está integrada por los poblados de Playa del Carmen, Puerto Aventuras, Akumal, Tulum y Chemuyil. Esta zona se denomina la Riviera Maya y actualmente representa el principal destino turístico del estado, así como la zona turística más importante y dinámica del país.

La Riviera Maya registró en 2010 una oferta hotelera de 38,402 cuartos hoteleros en operación (Solidaridad 32,859 y Tulum 5,543 cuartos) y una afluencia de turistas de 3,372,687 principalmente de Estados Unidos, Canadá y Europa (periodo enero-diciembre, 2010). Asimismo, existen proyectos hoteleros en marcha que permiten establecer que el crecimiento de la infraestructura turística irá en ascenso durante los próximos cinco a diez años.

La población de 12 años y más del municipio de Solidaridad, que es económicamente activa es de 81,832 personas (68.56 % del total) de los cuales el 66.10 % se encuentra ocupada y el 2.47 % se encuentra desocupada.

El turismo es la actividad más importante en el Municipio de Solidaridad al igual que en todo el estado de Quintana Roo.

#### *5.4.3.1. Empleos*

El desarrollo del proyecto generará empleos directos e indirectos derivados de la contratación de mano de obra, bienes y servicios.

La demanda de insumos generará empleos de manera indirecta, ya que aumentará la demanda de las proveedoras y distribuidoras de cada producto. Sin embargo, en cuanto terminen las acciones del proyecto este impacto dejará de generarse. De manera directa el proyecto generará empleos ya que requerirá de mano de obra y/o servicios, tales como supervisión submarina por parte de buzos expertos, manejo de la draga, entre otros. Mediante el desarrollo de las actividades del Proyecto se generarán empleos directos pero temporales, ya que al finalizar la fase de construcción ya no se requerirá de mano de obra. Sin embargo, la fase de operación seguirá proporcionando empleos directos, pero a mucho menor escala, ya que requerirá de monitoreos y mantenimiento de los rompeolas.

#### *5.4.3.2. Oferta turística*

Este será un impacto positivo, directo, acumulativo, sinérgico y de largo plazo generado por el relleno de playa, ya que mejorará el paisaje y las aptitudes para uso turístico recreativo del frente de playa del Hotel Secrets Riviera Maya que actualmente es prácticamente nulo. Ya que la economía del desarrollo de la Riviera Maya en general depende de la imagen de sus playas como atractivo turístico, este impacto es de gran importancia para el desarrollo socioeconómico de la región.



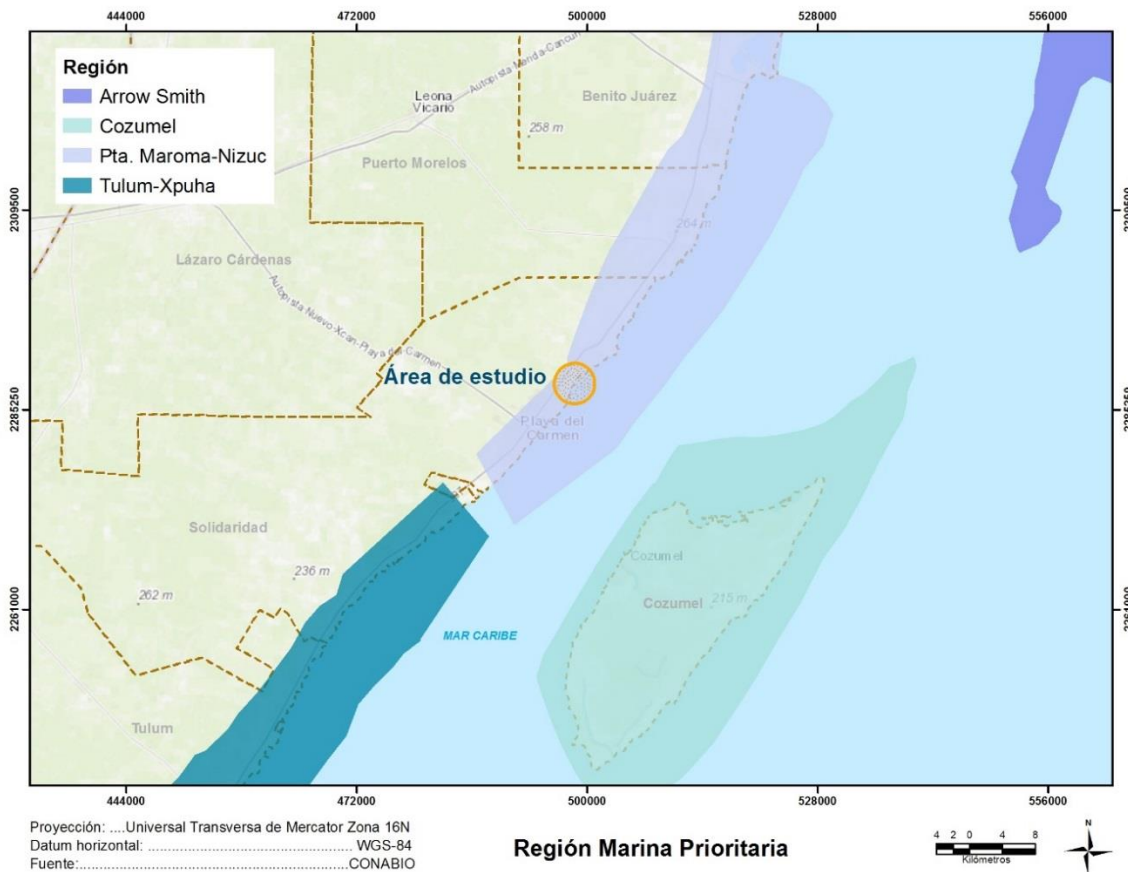
### 5.4.4. Impactos acumulativos

En atención a lo que establece la fracción V del Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente se deberán identificar, evaluar y describir los impactos acumulativos, entendidos como aquellos que resultan del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente (Art. 3 Fracción VII del mismo reglamento).

El análisis de los impactos ambientales de este tipo se basó en la determinación de las desviaciones de la “línea base o cero” originadas por efectos aditivos, considerando que el Proyecto no es la única fuente de cambio en el SAR. Por ello fue importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el proyecto interactúa.

Es importante resaltar que el área donde se ubica el proyecto se encuentra dentro de la región marina prioritaria Punta Maroma – Nizuc (No. 63) catalogada por CONABIO, la cual se caracteriza por la presencia de arrecifes, lagunas, playas, dunas costeras y estuario y en donde se ha identificado un aporte importante de agua dulce al mar por lagunas que provocan giros y contracorrientes (Figura 5. 14).

**Figura 5. 14 Ubicación de las regiones marinas prioritarias identificadas por CONABIO, con relación a la localización del proyecto.**



La problemática ambiental señalada por CONABIO para cada zona, influyó en la clasificación de los impactos identificados para el proyecto como acumulativos y/o sinérgicos. En el caso de la región prioritaria Punta Maroma – Nizuc, se ha detectado del entorno por la tala de manglar y relleno de áreas inundables, remoción de pastos marinos, modificación de barreras naturales, construcción sobre bocas, y daño al ambiente por embarcaciones pesqueras y turísticas, también se ha detectado la deforestación que ha disminuido la capacidad de retención de agua y el blanqueamiento de corales. Otros problemas ambientales identificados por CONABIO son: la contaminación por basura y aguas residuales, así como presión sobre los recursos peces, langosta, pesca ilegal en la laguna de Chacmochuc, campamentos irregulares, así como la introducción de especies como la *Cassuarina spp* y *Columbrina spp*.

La identificación de los impactos acumulativos se realizó a partir de los resultados de las matrices de significancia, el juicio de expertos y la interpretación geográfica, así como de las proyecciones que se presentan en el capítulo 7 del presente estudio.

De lo anterior se identificaron los siguientes impactos acumulativos positivos:

1. Aumento de la superficie de playa
2. Generación de atractivo turístico
3. Demanda de mano de obra, insumos y/o servicios

Los siguientes fueron impactos acumulativos negativos:

1. Alteración de geoformas
2. Pérdida de individuos de biota marina
3. Contaminación de agua marina
4. Pérdida de cobertura de pastos marinos

Dos de los tres impactos acumulativos positivos inciden sobre el factor socioeconómico y corresponden a la generación de empleos directos e indirectos, así como al aumento de oferta turística.

El aumento de la superficie de playa se consideró como un impacto positivo acumulativo debido a que su efecto podrá sumarse al de otros proyectos de recuperación de playas y estabilización de la zona costera en la región.

En cuanto a los impactos acumulativos positivos, por su incidencia solo el aumento en la superficie de la playa y la generación de atractivos turísticos se encuentran en la categoría de Significativos. El resto de los impactos acumulativos negativos identificados presentaron un Índice de Incidencia que los clasifica como No Significativos.

Acerca de los impactos acumulativos negativos, la contaminación del agua que resultó ser despreciable mientras que la alteración de geoformas se calificó como significativo. La alteración de geoformas fue el de mayor significancia, tanto por su incidencia como por su magnitud. Sin embargo, se considera no relevante debido a su la pequeña superficie que representa en relación con el SAR.

En cuanto a la pérdida de individuos de biota marina, será un impacto negativo no significativo, debido a que se realizarán labores de rescate previas al desarrollo de las obras del proyecto que mitigarán el impacto de forma considerable, así como a que, en el área, tanto terrestre como marina, la diversidad faunística encontrada fue baja.

Con respecto a la pérdida de cobertura por los pastos marino se consideró como despreciable toda vez que el proyecto no se desplantará sobre este ambiente marino, además también se consideran las labores de rescate y reubicación de ejemplares de manera previa al desarrollo de las obras.

Por último, con relación a la contaminación del agua marina este impacto se considera acumulativo debido a las posibles descargas de aguas residuales, así como a los lixiviados de tiraderos clandestinos que pudieran existir en la zona. Sin embargo, el proyecto contará con todas las medidas de prevención necesarias para evitar que se contamine el agua marina del SAR (ver Capítulo 6), por lo que este impacto se considera despreciable.

#### **5.4.5. Impactos residuales**

Tal y como lo establece la fracción V del Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente se deberán identificar, evaluar y describir los impactos residuales, entendidos como aquellos que persisten después de la implementación de medidas de mitigación (Art. 3 Fracción X del mismo reglamento).

Dichos impactos representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente y a partir de ellos se determina el “costo ambiental” del proyecto, es decir la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el SAR.

La identificación de estos impactos se llevó a cabo en función al atributo de la recuperabilidad, el cual se entiende como la capacidad de los ecosistemas de recobrar su funcionalidad ambiental. Los impactos con calificación de 3 implican efectos en el ambiente que no le permitirán regresar a su estado original, aún con la aplicación de medidas de mitigación, por lo que se les consideró residuales. Los impactos con valores menores a 3 se consideraron recuperables siempre que se implementen las medidas de compensación y/o mitigación que se presentan en el Capítulo 6.

Derivado de lo anterior se puede establecer que el proyecto generará solo un impacto residual negativo que corresponde a la alteración de geofomas y que se evaluó como significativo. Corresponde a la construcción de los rompeolas, el cual será un elemento nuevo en el paisaje. Tal y como se explica en el apartado 5.4.2.6, este es un impacto negativo porque modifica el paisaje natural, sin embargo, los efectos de dicho impacto generan otros que son positivos, como la protección de la playa arenosa y de la infraestructura turística adyacente, por lo que se considera un impacto que no alterará negativamente la integralidad funcional de los ecosistemas del predio ni del SAR, además de que su altura se encontrará a nivel medio del mar y únicamente podrá ser visualizado por las personas desde la costa en condiciones de bajamar. El resto de los impactos negativos no serán residuales porque el proyecto cuenta con medidas de mitigación eficientes que garantizan que los ecosistemas y recursos asociados retornen a su estado original e incluso mejoren la prestación de servicios ambientales.

Los impactos residuales positivos identificados fueron los siguientes:

1. Aumento de la superficie de playa
2. Aumento de oferta turística
3. Estabilización de la zona litoral
4. Modificación del fondo marino

En cuanto a los impactos positivos la mayoría de éstos, con excepción de los de tipo socioeconómico, se relacionan con la recuperación de la superficie de playa y el mejoramiento de las características geomorfológicas y ecológicas de la misma.

La construcción de los rompeolas generará un impacto residual positivo indirecto, ya que modificará el patrón del oleaje para disminuir la erosión de la línea de costa, lo que redundará en el aumento de la superficie de playa. Así mismo, modificará el fondo marino creando una zona con mayor heterogeneidad ambiental lo que aumentará la biodiversidad ya que proporcionará sitios de refugio, alimentación y reproducción para un mayor número de especies de biota marina.

## 5.5. CONCLUSIÓN

A través de técnicas convencionales de identificación de impactos ambientales y el juicio de expertos a lo largo del presente capítulo fue posible identificar, evaluar y describir los impactos ambientales potenciales que pudieran generarse por el desarrollo del Proyecto en caso de resultar autorizado. De este modo se concluye que el proyecto cumple con lo establecido en el artículo 35 de la LGEEPA, en términos de que los posibles efectos de las actividades del Proyecto, no pondrán en riesgo la estructura y función de los ecosistemas descritos en el Proyecto y el SAR. De igual forma, se concluye que:

- Se identificaron 20 impactos en total que podrían afectar alguno(s) de los factores del medio natural o socioeconómico del SAR.
- Del total de impactos identificados, 8 fueron positivos y 12 fueron negativos.
- Del total de impactos positivos, el 38% fueron significativos, el 50% fueron no significativos y el 13% fueron despreciables.
- Del total de impactos negativos, el 8% fueron significativos, el 50% fueron no significativos y el 42% fueron despreciables.
- La etapa del Proyecto que generará mayor número de impactos negativos será la de construcción, aunque también será la que generará mayor número de impactos positivos.
- La actividad que generará el mayor número de impactos negativos será la extracción de arena del banco Mamitas 3.
- La actividad que generará el mayor número de impactos positivos será la construcción de los rompeolas.
- Los factores de medio que recibirán el mayor número de impactos negativos serán el aire y el agua marina.
- El desarrollo del Proyecto generará tres impactos acumulativos positivos que son: el aumento de la superficie de playa, la generación de atractivo turístico y la demanda de mano de obra, insumos y/ servicios que generará empleos directos e indirectos.
- El desarrollo del Proyecto generará cuatro impactos acumulativos negativos que son: la alteración de geoformas, la pérdida de individuos de biota marina, la pérdida de cobertura de pastos marinos y la contaminación del agua marina.
- El desarrollo del Proyecto generará cuatro impactos residuales positivos que son: el aumento de la superficie de playa, el aumento de la oferta turística, la estabilización de la zona litoral y la modificación del fondo marino.
- El desarrollo del Proyecto generará un impacto residual negativo que consiste en la modificación del paisaje.
- El Proyecto incide mayormente a nivel de elementos con un índice de incidencia y rango de significancia predominantemente No significativo y Despreciable y que la mayoría de los Significativos son positivos. Esto se traduce en que el Proyecto no pone en riesgo la estructura y función de los ecosistemas y generará alteraciones de muy bajo impacto a elementos o procesos del predio y del SAR, por lo que no comprometerá su integridad ecológica.

En resumen, el Proyecto no generará impactos ambientales que produzcan desequilibrios ecológicos que afecten: a) la existencia y desarrollo del hombre y demás seres vivos, b) la integridad y continuidad de los ecosistemas presentes en el predio y el SAR y c) los bienes y servicios ambientales que los ecosistemas prestan en el predio y el SAR; y que por lo tanto es procedente.

En el Capítulo 6 de esta MIA-R, se presentan las medidas necesarias para prevenir, mitigar o compensar, según sea el caso, los impactos ambientales esperados en cada una de las etapas de implementación del proyecto. Estas medidas se integran de manera precisa y coherente en el marco de un Sistema de Supervisión Ambiental específico para el proyecto, cuya ejecución disminuye el impacto ambiental del mismo y evita causar desequilibrios ecológicos<sup>4</sup> que afecten la continuidad de los procesos naturales del SAR evaluado.

---

<sup>4</sup> LGEEPA, Artículo 3, fracc. XII.- Desequilibrio ecológico: La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos;

Manifestación de Impacto  
Ambiental modalidad Regional

Proyecto:

**Recuperación y  
Estabilización de  
Playa en el  
Desarrollo Secrets**

**PROMOVENTE:**

A large black rectangular redaction box covers the name of the promoter. The box is positioned below the 'PROMOVENTE:' label and extends across most of the width of the page.

CAPITULO 6

## CAPÍTULO 6. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

### 6.1. INTRODUCCIÓN

El artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) que establece que:

*“Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, **así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.**”*

En este sentido, y en cumplimiento con el artículo antes mencionado, en el Capítulo 5 de esta MIA-R se identificaron, evaluaron y describieron los posibles efectos en los ecosistemas (impactos ambientales) que potencialmente podría ocasionar el Proyecto en su zona de influencia. Con base en este análisis se determinó la necesidad de definir medidas y estrategias integrales de manejo que permitan la prevención, mitigación o compensación de los impactos ambientales que pudieran generarse.

Se trabajó conjuntamente con el promovente del Proyecto a partir de un planteamiento ecosistémico y con una visión metodológica integral que dio como resultado el **Sistema de Manejo y Gestión Ambiental del Proyecto Hotel Secrets**, el cual se propone y somete a la consideración de la autoridad y que se describe en este capítulo, como un compromiso formal en la búsqueda de una implementación y desarrollo sustentable del Proyecto.

El Sistema de Manejo y Gestión Ambiental del Proyecto (SMGA), es un instrumento operativo formado por un conjunto de reglas o principios que se encuentran racionalmente enlazados para cumplir los siguientes objetivos:

- Implementar las obras e infraestructura propuestas y llevar a efecto las operaciones y actividades relacionadas en un marco de conservación y uso sostenible de los ecosistemas, los bienes y los servicios ambientales involucrados, con la finalidad de que el Proyecto sea responsable y sustentable.
- Contar con un instrumento práctico e integral para llevar a efecto en tiempo y forma las medidas de manejo de impactos ambientales comprometidas por el Proyecto en la presente MIA-R.
- Integrar en este instrumento mecanismos específicos y acciones programadas que permitan dar atención y estricto cumplimiento tanto a los criterios de manejo previstos en el programa de ordenamiento aplicable al Proyecto, como a los términos y condicionantes ambientales que la SEMARNAT imponga al mismo en el caso de que sea autorizado.



- Posibilitar dentro de un marco operativo específico, la verificación del estricto cumplimiento de la legislación y la normatividad ambiental federal y estatal aplicable al Proyecto.

El SMGA funciona a partir de programas, definidos como series ordenadas de operaciones o actividades, dirigidos al cumplimiento de uno o varios objetivos generales. Cada programa a su vez engloba series más pequeñas de acciones dirigidas hacia un objetivo particular denominadas subprogramas.

Las acciones propuestas pretenden prevenir, mitigar o compensar los impactos identificados en el Capítulo 5, así como cualquier otro que pudiera ocurrir durante el desarrollo del Proyecto. Para identificar el tipo de acción de que se trate se han empleado los siguientes criterios de clasificación: **De prevención (P)**: acción que pretenden evitar efectos previsibles de deterioro ambiental<sup>1</sup>

**De mitigación (M)**: acción que pretende atenuar los impactos ambientales.<sup>2</sup>

**De compensación (C)**: acción que pretende igualar en sentido positivo los efectos negativos producidos al ambiente por el desarrollo del Proyecto.

Asimismo, las acciones se clasificaron de acuerdo con su incidencia sobre los impactos identificados de la siguiente manera:

**Directa (D)**: acción que pretende prevenir o mitigar un impacto identificado en el lugar y el momento en que se podría producir; por ejemplo, contención de sedimentos.

**Indirecta (I)**: acción que pretende prevenir o mitigar impactos, identificados o no, en un lugar y/o momento distinto al lugar y/o momento en que son generados, o compensar un impacto en un lugar diferente al afectado; por ejemplo, capacitar a los empleados para que sepan actuar adecuadamente en caso de una contingencia ambiental.

El diseño del SMGA comprende 6 programas, cuya descripción, finalidades, estrategias y acciones se describen más adelante en este capítulo (Tabla 6. 1).

Tabla 6. 1. Diseño del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental del Proyecto Hotel Secrets Capri

Programa	Clave
Supervisión Ambiental	SA
Manejo Integral de Residuos	MIR
Conservación y Manejo de Ecosistemas	CME
Monitoreo Ambiental	MA
Consolidación y Estructuración de la Duna	CED
Prevención y Atención a Contingencias Ambientales	PAC

<sup>1</sup> Capítulo I, Artículo 3º, Fracción XIII del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación de impacto ambiental.

<sup>2</sup> Capítulo I, Artículo 3º, Fracción XIV del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación de impacto ambiental.

El Programa de Supervisión Ambiental funciona como un mecanismo de regulación, verificación y supervisión del resto de los programas, para garantizar su funcionamiento y mejorar su efectividad. El resto de los programas contienen las medidas que inciden directamente sobre alguno de los impactos identificados, así como medidas que se enfocan en generar conciencia en los actores que producen dichos impactos y así disminuirlos.

Mediante la implementación de las acciones que permiten cumplir los objetivos de cada uno de los programas del SMGAS, se prevendrán, mitigarán o compensarán los impactos identificados en el Capítulo 5 de esta MIA-R. La relación entre los programas del SMGA y los impactos sobre los que inciden se muestra en la Matriz 6. 1.

**Matriz 6. 1 Matriz de medidas que conforman el SMGA del Proyecto e impactos negativos sobre los que inciden. Se excluyen las medidas correspondientes al Programa de Supervisión Ambiental. Etapa P: prevención; C: compensación; M: mitigación. CME: Conservación y Manejo de Ecosistemas; PAC: Prevención y Atención a Contingencias; MIR: Manejo Integral de Residuos; MA: Monitoreo Ambiental; CED: Consolidación y Estructuración de la Duna. Nota: Algunas de las medidas son de carácter complementario para el SMGA por lo que se podrá observar que no están asociadas a un impacto, no así todos impactos, los cuales están relacionados con una medida de atención.**

No. Medida	Programa	Factor	Agua marina		Aire		Suelo		Biota marina	Crecimiento arrecifal	Arenal	Arrecife coralino	Pastos marinos	TOTAL DE IMPACTOS POR MEDIDA
			Medida	Aumento de turbidez	Contaminación	Contaminación por gases y polvos	Contaminación por ruido	Contaminación	Compactación	Pérdida de individuos	Disminución de la tasa de crecimiento	Pérdida de arena	Aumento de enfermedades	
1	MIR	Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados		p	p		p							3
2	MIR	Contratación de una empresa certificada para el mantenimiento, limpieza y disposición de los residuos de los baños portátiles		p	p		p							3
3	MIR	Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según su tipo		p	p		p							3
4	MIR	Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y para su registro en bitácora.		p	p		p		p					4
5	MIR	Separación de residuos sólidos		p	p		p							3
6	MIR	Uso de instalaciones de servicios del Hotel		m	m	m	m							4
7	MIR	Uso de letrinas portátiles a razón de 1 por cada 10 trabajadores		p	p		p							3
8	CME	Colado de elementos de cobertura fuera del área del Proyecto		m	m	m	m							4
9	CME	Colocación de mallas geotextiles durante las actividades de extracción, transporte y vertido de arena.	p						p	p		p	p	5

No. Medida	Programa	Factor	Agua marina		Aire		Suelo		Biota marina	Crecimiento arrecifal	Arenal	Arrecife coralino	Pastos marinos	TOTAL DE IMPACTOS POR MEDIDA
		Medida	Aumento de turbidez	Contaminación	Contaminación por gases y polvos	Contaminación por ruido	Contaminación	Compactación	Pérdida de individuos	Disminución de la tasa de crecimiento	Pérdida de arena	Aumento de enfermedades	Pérdida de cobertura	
10	CME	Limpieza de la zona de trabajo		p	p		p		p	p			p	6
11	CME	No afectación a las playas vecinas												0
12	CME	Obras de mantenimiento y resguardo de embarcaciones restringidas a muelles adecuados cercanos		p			p		p			p		4
13	CME	Replegamiento de las mallas antidispersión durante los eventos de liberación de gametos de corales escleractinios y gorgonáceos							p	p				2
14	CME	Rescate y reubicación de biota marina							m					1
15	CME	Señalización							p	p		p		3
16	CME	Ubicación y selección de los bancos de arena							p					1
17	CME	Uso de embarcaciones adecuadas a la profundidad, tipo de fondo y condiciones del mar							p	p			p	3
18	CME	Uso de maquinaria en buenas condiciones		p	p	p	p							4
19	CME	Uso de materiales inertes para elaborar los elementos prefabricados		p										1
20	MA	Monitoreo de biota marina		m			m		m	m		m	m	6
21	MA	Monitoreo topobatimétrico	p						p				p	3
22	PAC	Contar con material adecuado y suficiente para el manejo de contingencias												0
23	PAC	Contar con personal capacitado para el manejo de contingencias												0
24	PAC	Flotadores absorbentes para la contención de derrames de hidrocarburos		p					p			p		3

No. Medida	Programa	Factor	Medida											TOTAL DE IMPACTOS POR MEDIDA
			Agua marina		Aire		Suelo		Biota marina	Crecimiento arrecifal	Arenal	Arrecife coralino	Pastos marinos	
			Aumento de turbidez	Contaminación	Contaminación por gases y polvos	Contaminación por ruido	Contaminación	Compactación	Pérdida de individuos	Disminución de la tasa de crecimiento	Pérdida de arena	Aumento de enfermedades	Pérdida de cobertura	
25	PAC	Plan de acción en caso de derrame de combustible		p			p		p			p	p	5
26	PAC	Plan de acción en caso de fuga de sedimentos	p						p	p		p		4
27	PAC	Restricción de las actividades de extracción, transporte y vertido de arena a meses seguros (marzo a julio)	p	p					p	p		p	p	6
28	PAC	Seguimiento permanente de condiciones meteorológicas y pronósticos del tiempo	p	p					p	p		p		5
29	PAC	Selección de ruta segura para la navegación de la draga								p				1
30	PAC	Uso de tubería de acero de uso rudo	p						p	p		p		4
31	CEU	Colocación de malla antisocavación												0
32	CEU	Colocación de mallas antidispersión de sedimentos durante el llenado de geotubos												0
33	CEU	Uso exclusivo de especies nativas regionales												0

## 6.2. SISTEMA DE MANEJO Y GESTIÓN AMBIENTAL

El Sistema de Manejo y Gestión Ambiental es un instrumento de autocontrol que será implementado por el Proyecto, que tiene como ejes rectores principales la legislación ambiental aplicable en todos los niveles de gobierno. Por ello, cada programa se ha diseñado de tal forma que cumpla con lo dispuesto en los criterios del ordenamiento ecológico correspondiente, así como en lo establecido en las leyes, reglamentos y normas a las que deba sujetarse el Proyecto (Tabla 6. 2 y Tabla 6. 3).

**Tabla 6. 2. Cumplimiento de leyes y reglamentos a través de los Programas del SMGA del Proyecto. CME: Conservación y Manejo de Ecosistemas, PAC: Prevención y Atención a Contingencias; MIR: Manejo Integral de Residuos; MA: Monitoreo Ambiental; SA: Supervisión Ambiental; CED: Consolidación y Estructuración de la Duna.**

Instrumento legal	Tema	CME	PAC	MIR	MA	SA	CED
<b>LEYES, REGLAMENTOS Y ORDENAMIENTOS</b>							
Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias ("CPCMVD").	Contaminación del mar	x	x	x		x	
Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento	Especies protegidas, conservación de la biodiversidad	x		x	x	x	
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento	Manejo y disposición de residuos			x		x	
Ley General del Cambio Climático	Protección de ecosistemas costeros	x			x	x	
Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos de Quintana Roo	Manejo y disposición de residuos			x		x	
Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático en Quintana Roo	Protección de ecosistemas costeros	x			x	x	
Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	Recuperación de especies en riesgo Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas	x			x	x	x
Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe	Protección de ecosistemas costeros Protección de especies en riesgo	x			x	x	x
Programa de Ordenamiento Ecológico Local	Protección de ecosistemas costeros Protección de especies en riesgo	x			x	x	x

**Tabla 6. 3. NOMS aplicables al Proyecto, y su relación con los diferentes Programas del SMGA del Proyecto. CME: Conservación y Manejo de Ecosistemas, PAC: Prevención y Atención a Contingencias; MIR: Manejo Integral de Residuos; MA: Monitoreo Ambiental; SA: Supervisión Ambiental; CED: Consolidación y Estructuración de la Duna.**

Instrumento legal	Tema	CME	PAC	MIR	MA	SA	CED
<b>NORMAS OFICIALES MEXICANAS</b>							
NOM-052-SEMARNAT-2005	Manejo y disposición de residuos			x		x	
NOM-054-SEMARNAT-1993	Manejo y disposición de residuos			x		x	
NOM-061-SEMARNAT-2011	Manejo y disposición de residuos			x		x	
NOM-138-SEMARNAT/SS-2003	Contaminación del suelo por hidrocarburos		x	x		x	
NOM-076-SEMARNAT-2012	Contaminación atmosférica	x	x			x	
NOM-077-SEMARNAT-1995	Contaminación atmosférica	x	x			x	
NOM-080-SEMARNAT-1994	Contaminación por ruido	x				x	
NOM-081-SEMARNAT-1994	Contaminación por ruido	x				x	
NOM-085-SEMARNAT-2011	Contaminación atmosférica	x				x	
NOM-059-SEMARNAT-2010	Especies en riesgo	x			x	x	x
NOM-022-SEMARNAT-2003	Protección de humedales costeros	x				x	
NOM-001-STPS-2008	Seguridad e higiene laboral		x			x	
NOM-002-STPS-2010	Seguridad e higiene laboral		x			x	
NOM-017-STPS-2008	Seguridad e higiene laboral		x			x	
NOM-025-STPS-2008	Seguridad e higiene laboral		x			x	
NOM-003-SEGOB-2002	Seguridad e higiene laboral		x			x	

### 6.3. PROGRAMAS DEL SMGA

#### 6.3.1. Programa de Manejo Integral de Residuos

En el capítulo 5 de esta MIA-R se identificaron la contaminación del suelo y la del agua marina como impactos negativos que podrían ser generados por el Proyecto debidos al mal manejo de los residuos sólidos, líquidos y peligros. De ahí que para disminuir lo más posible ese riesgo el SMGA incluye el Programa de Manejo Integral de Residuos.

Sus objetivos son:

- Reducir al máximo los riesgos de contaminación al suelo y al agua marina que pudieran ocurrir durante cualquier etapa de desarrollo del Proyecto;
- Implementar medidas que aseguren que el Proyecto se apega a la legislación aplicable en materia de residuos.

Para lograr los objetivos planteados el programa contempla la implementación de siete medidas que atienden a cada tipo de residuo según la clasificación manejada en la legislación vigente. A continuación, se describen con detalle dichas medidas y las etapas de desarrollo del Proyecto (P preparación, C construcción y M mantenimiento) en las que deberán ser implementadas.

Acción 1	P	C	M
Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuadas para la separación de residuos.	x	x	x

Durante todas las etapas del Proyecto se colocarán señalamientos en las áreas donde se ubiquen contenedores o en los almacenes de residuos correspondientes que sirvan de guía de referencia para todo el personal y usuarios del Proyecto en cuanto a los procedimientos y contenedores designados para la separación de residuos. De esta manera se evitará mezclar involuntariamente los mismos y se hará más eficiente su manejo (Figura 6. 1).

Figura 6. 1. Ejemplos de señalamientos que se colocarán en las áreas de contenedores y almacenes de residuos para fomentar su separación adecuada.



Acción 2	P	C	O
La limpieza de los sanitarios portátiles y el manejo de los residuos generados por su uso los realizará una empresa especializada y acreditada por las autoridades competentes.	x	x	

Los sanitarios portátiles deberán ser atendidos en cuanto a su mantenimiento y limpieza por una empresa especializada y acreditada para ello por las autoridades competentes. Dicha empresa deberá hacerse cargo de retirar los residuos generados por el uso de los sanitarios y manejarlos adecuadamente.

Acción 3	P	C	M
Se deberán colocar contenedores para residuos sólidos apropiados para cada tipo de residuo en diversas áreas del Proyecto cercanas a los frentes de trabajo.	x	x	x

Acción 4	P	C	O
Establecer lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos de acuerdo a su tipo y para su registro en bitácora.	x	x	x



Los residuos peligrosos generados durante todas las etapas de desarrollo del Proyecto deberán manejarse de diferente manera de acuerdo a sus características particulares, en apego a lo establecido en la Tabla 6. 4.

**Tabla 6. 4. Lineamientos para el manejo de los diferentes tipos de residuos peligrosos que podrán generarse durante las etapas de desarrollo del Proyecto.**

Tipo de Residuo	Manejo	Disposición final
Thiner	Los envases de los residuos peligrosos deberán almacenarse en contenedores plásticos dentro de un gabinete de concreto cerrado y separado de las áreas vulnerables dentro de las embarcaciones o en el área de maniobras.	Serán depositados en bolsas separadas y entregadas a una compañía externa autorizada para su manejo y disposición final.
Pinturas y esmaltes		
Estopas impregnadas con residuos		
Aceite industrial	El aceite industrial utilizado se depositará en un recipiente metálico o plástico de alta densidad de tamaño adecuado para el área o embarcación en la que será colocado.	Será entregado a una compañía externa con autorización para su manejo y disposición final.
Pilas alcalinas	Se colocarán en contenedores especiales para tal efecto en las embarcaciones y en el área de maniobras.	Se entregarán a una empresa autorizada en su manejo y disposición final

Acción 5	P	C	M
Los residuos sólidos se deberán acopiar de manera separada de acuerdo a su tipo en contenedores específicos.	x	x	x

Los residuos sólidos generados por el Proyecto se deberán acopiar de manera separada en contenedores según lo especificado en la Tabla 6. 5.

**Tabla 6. 5. Clasificación y manejo de residuos sólidos de acuerdo a su tipo.**

Categoría	Residuos	Contenedores	Manejo
Residuos orgánicos no contaminados	Residuos de alimentos	Contenedores plásticos con tapa, de tamaño variable de acuerdo al volumen de residuos generado por área.	Entrega al servicio recolector de residuos del Hotel.
Residuos orgánicos contaminados	Residuos orgánicos contaminados con residuos peligrosos.	Contenedores plásticos con tapa hermética de tamaño variable de acuerdo al volumen generado por área.	Entrega al servicio recolector de residuos del Hotel.
Residuos inorgánicos reciclables	Cartón y papel Vidrio Plásticos reciclables Aluminio Tetrapacks	Contenedores plásticos de tamaño variable de acuerdo al volumen generado por área	Entrega al servicio recolector de residuos del Hotel.
Residuos inorgánicos no reciclables	Plásticos no reciclables Otros materiales no aptos para su reciclaje como desechos sanitarios, PVC, metales y escombros.	Contenedores plásticos de tamaño variable de acuerdo al volumen generado por área.	Entrega al servicio recolector de residuos del Hotel.

Los residuos inorgánicos reciclables deberán manejarse de acuerdo a lo establecido en la siguiente Tabla 6. 6.

**Tabla 6. 6. Manejo y disposición temporal de residuos sólidos inorgánicos reciclables por parte del Proyecto.**

Tipo de residuo	Manejo y acopio temporal
Papel y cartón	Deberá compactarse y mantenerse seco para su entrega al departamento responsable del manejo de residuos del Hotel.
PET y PEAD	Deberán acopiarse limpios y secos en una zona segura dentro del área de maniobras para su entrega a una empresa acreditada para su manejo y traslado a centros de acopio o reciclaje.
Vidrio	Deberán acopiarse limpios, secos y en buen estado (no rotos) en una zona segura dentro del área de maniobras, para su entrega a una empresa acreditada para su manejo y traslado a centros de acopio o reciclaje.
Aluminio	Deberán acopiarse limpios, secos y compactados en una zona segura dentro del área de maniobras para su entrega a una empresa acreditada para su manejo y traslado a centros de acopio o reciclaje.
Tetrapack	Deberán acopiarse limpios, secos y compactados en una zona segura dentro del área de maniobras para su entrega a una empresa acreditada para su manejo y traslado a centros de acopio o reciclaje.
Neumáticos	Deberán acopiarse en una zona segura dentro del área de maniobras y entregarse a una empresa acreditada para su manejo y traslado a centros de acopio y transformación para reutilización del material.
Escombro	Deberá acopiarse en una zona segura dentro del área de maniobras en donde será recolectado para su disposición final por una empresa debidamente acreditada para ser llevado a donde indique la autoridad competente.

Acción 6	P	C	M
Uso de instalaciones de servicios del Hotel	x	x	

En caso de requerir apoyo logístico, de comunicación o similar, se usarán las instalaciones del Hotel Secrets, por lo que se evitará la colocación de infraestructura temporal. Los residuos sólidos generados también se acopiarán dentro de las instalaciones del hotel para su posterior recolección por el responsable correspondiente.

Acción 7	P	C	M
Colocación de sanitarios o letrinas portátiles en áreas accesibles dentro del área de maniobras a razón de uno por cada 10 trabajadores.	x	x	

Se colocará un sanitario portátil por cada 10 trabajadores. El espacio mínimo por cabina de evacuación será de 1.2 m<sup>2</sup> con una altura de 2.3 m. Deberán contar con puertas de ventilación superior e inferior y encontrarse equipados con lo mínimo necesario (papel higiénico, descarga automática de agua y conexión a tanque contenedor). Su número se deberá adecuar en función de la cantidad de trabajadores que corresponda a cada etapa de trabajo.

### 6.3.2. Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas

El desarrollo del Proyecto implicará riesgos de afectación a los ecosistemas marinos y costeros cercanos, en especial a los arrecifes coralinos. Para disminuir estos riesgos se implementará el Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas (CME), el cual tiene los siguientes objetivos:

- Mitigar los impactos generados por el desarrollo del Proyecto sobre los ecosistemas que se encuentran en el SAR correspondiente.
- Garantizar la conservación de los ecosistemas que se encuentran en el SAR a través del mantenimiento de los procesos ecológicos propios de cada uno de ellos.

Este Programa está conformado por 12 medidas las cuales se explican en seguida.

Acción 8	P	C	M
Colado de elementos de cobertura para la construcción de los rompeolas fuera del área del Proyecto.		X	X

Los elementos de cobertura que se requerirán para la construcción de los rompeolas y que podrán ser cubos ranurados, cubos sólidos, elementos de patente o cualquier otra forma, serán colados y limpiados por el proveedor fuera de la zona de trabajo del Proyecto, por lo que no afectarán de manera directa a los ecosistemas ni a las especies que ahí se encuentran.

Acción 9	P	C	M
Colocación de mallas antidispersión de sedimentos durante las actividades de extracción, transporte, vertido de arena y construcción de rompeolas.		X	X

Se colocarán mallas antidispersión de sedimentos al norte de la zona de extracción de arena del banco Mamitas 3, ya que la corriente se dirige al norte y es hacia donde podrían viajar los sedimentos en suspensión debido a la succión. La cortina se colocará en forma de media luna para contener los sedimentos en suspensión. También se colocará una serie de mallas antidispersión cerca de la costa en la zona de vertido de la arena para rellenar la playa y en la zona donde se ubicarán los rompeolas, previo a su construcción (Figura 6. 2 y Figura 6. 3).

Figura 6. 2. Ubicación de la cortina antidispersión de sedimentos en la zona de bombeo para descarga en el banco de arena Mamitas 3.

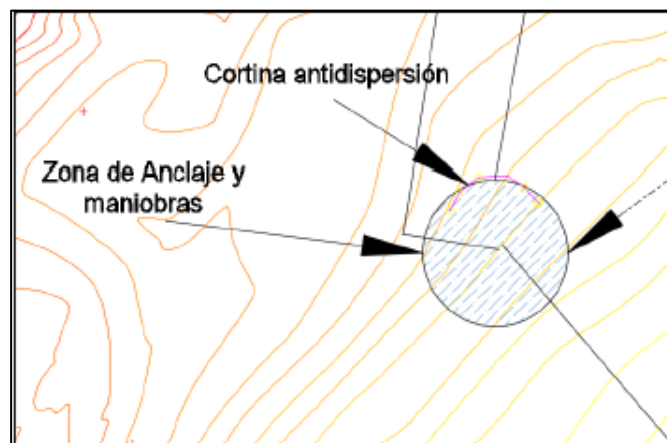
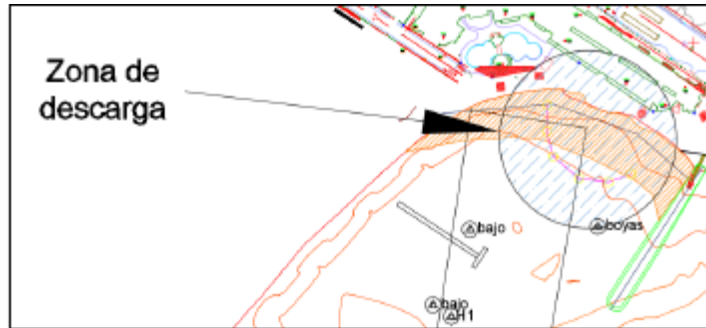
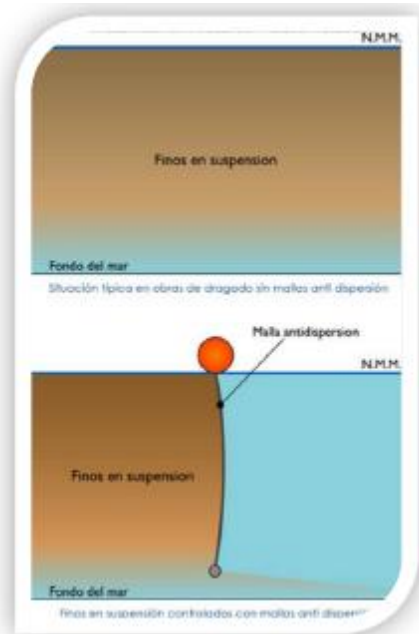


Figura 6. 3. Ubicación de la malla antidispersión de sedimentos en la zona de relleno de playa.



Las mallas se unirán una con otra por medio de suturas, formando una media luna; cada malla tendrá una dimensión de 20 m de largo y se mantendrán a flote por medio de boyas amarradas a la malla. En cada punto donde se coloque una boya se amarrará un lastre a la malla para extenderla hacia el fondo. Los sedimentos serán contenidos y caerán al fondo por gravedad. Ya que la arena en sí no es ningún elemento exótico no representa ningún riesgo para el ecosistema (Figura 6. 4).

Figura 6. 4. Cortina antidispersión de sedimentos con lastre y flotador.

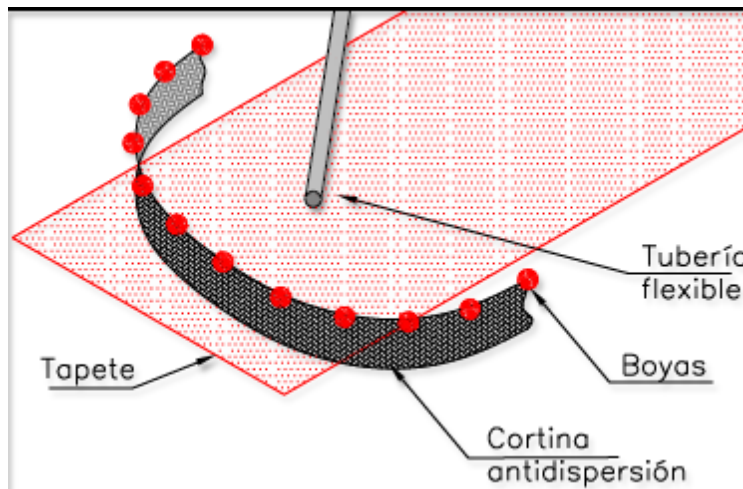


Este procedimiento permitirá que la arena en suspensión caiga de regreso al fondo, evitando que viaje a otros puntos fuera del banco de donde se extraerá o de la zona de playa donde se verterá. La instalación y selección del tipo de cortina o malla a utilizar se basará en los lineamientos de la USCE (Francingues, 2005), verificando bajo el agua su correcta instalación (Figura 6. 5 y Figura 6. 6).

Figura 6. 5. Cortinas antidispersión de sedimentos.



Figura 6. 6. Ejemplo de instalación de cortina antidispersión de sedimentos.



Acción 10	P	C	M
Limpieza de la zona de trabajo		x	x

Los trabajos de limpieza general son muy importantes debido a que el Hotel Secrets está en completa funcionalidad y los detalles olvidados podrían ser un riesgo tanto para los huéspedes como para las embarcaciones locales. Se deberá retirar toda cortina antidispersión de las zonas de bombeo y asegurarse que ninguna sufrió un desgarro o rompimiento para evitar residuos plásticos en el fondo del mar.

Se deberá retirar todos los anclajes y boyas en la zona. Se deberá retirar la maquina pesada revisando que no hubiere fugas de hidrocarburos, en caso de ser así, deberán tener un tratamiento especial y remoción completa de la zona arenosa afectada.

Todos los residuos de uso antropogénico deberán ser removidos y ubicados en los contenedores de basura previamente localizados. Para el caso de los anclajes y boyas temporales se deberán retirar de la zona.

Acción 11	P	C	M
No afectación a las playas vecinas			x

El Proyecto se ha diseñado cuidadosamente con base en los análisis de las corrientes y de la dinámica litoral en la zona, así como en los resultados de la aplicación de modelos computarizados. Cuando se tengan condiciones de oleaje de este se espera que sobre la línea de costa no exista un cambio, ya que los rompeolas servirán como bloqueo de este movimiento.

Por lo que respecta a la corriente no habrá cambios significativos ya que los rompeolas son paralelos a la costa y están alineados con el flujo de la corriente, el movimiento de agua de un lado de los rompeolas y del otro será suficiente para que haya un intercambio adecuado de agua y no se formen estancamientos.

En condiciones de tormentas estacionales fuertes mucha de la arena se moverá y se distribuirá naturalmente hacia los extremos norte o sur y también puede depositarse un poco en el fondo frente a la costa. En general se espera que la playa sea estable y robusta. No se visualiza ningún efecto negativo a los vecinos, al contrario, debido a la inclusión de arena en el sistema, es probable que los predios aledaños resulten beneficiados.

En caso de presentarse un huracán se pueden esperar los siguientes efectos:

- Una cantidad considerable de arena será perdida.
- Los rompeolas no proveerán protección ya que quedarán completamente cubiertos debido a la sobreelevación de marea y oleaje. Se espera que físicamente resistan bien la incidencia del oleaje y tal vez se deterioren o desplacen algunas piezas, después de que pase el huracán se revisarán los daños a la estructura y se evaluará si es necesario reacomodar las piezas movidas o fabricar algunas piezas que hayan sido destruidas.

Acción 12	P	C	M
Obras de mantenimiento y resguardo de embarcaciones restringidas a muelles adecuados cercanos	x	x	x

Como medida preventiva y para reducir el riesgo de contaminación ante un derrame de hidrocarburos en el sitio; cualquier servicio o reparación de la maquinaria de uso marino se realizará fuera del área de extracción de arena, de navegación o de anclaje y maniobras. Cualquier servicio o reparación a los motores de las embarcaciones deberán ser realizadas por el contratista fuera del área del Proyecto; estas operaciones de mantenimiento se llevarán a cabo en alguna marina de Playa del Carmen o Cozumel.

Acción 13	P	C	M
Replegamiento de las mallas antidispersión de sedimentos durante los eventos de liberación de gametos de corales escleractinios y gorgonáceos	x	x	x

Los eventos de reproducción de las diferentes especies de corales escleractinios y gorgonáceos en la zona se presentan en periodos definidos bien conocidos. En caso de que las actividades del Proyecto se estén llevando a cabo durante dichos periodos, será necesario que se replieguen las mallas antidispersión de sedimentos antes del atardecer y que no se vuelvan a colocar hasta bien entrada la mañana del día siguiente. De esta manera se evitará retener a los gametos y afectar la reproducción de estas especies. Para conocer las fechas en las que se espera la liberación de gametos de corales en la zona del Proyecto se deberá contactar a los especialistas del Centro Regional de Investigaciones Pesqueras (CRIP) o a investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México en Puerto Morelos.

Acción 14	P	C	M
Rescate y reubicación de biota marina	x		

Previo al inicio de las actividades del Proyecto, se realizará una inspección de las áreas de afectación para localizar ejemplares de vegetación y fauna marina sésil o de lento desplazamiento y trasladarlos a un lugar cercano donde no sean afectados por el Proyecto, siempre que el tipo de organismo lo permita. Dicha labor será ejecutada por buzos equipados con SCUBA, redes o contenedores especiales y tablillas de acrílico en donde llevarán el registro del número de ejemplares rescatados y de la especie o el grupo al que pertenecen; estos datos serán después integrados a la bitácora de rescate de fauna. El procedimiento detallado para realizar el rescate de biota marina se describirá en el Programa de Rescate de Biota Marina que se elaborará en caso de ser aprobado el Proyecto. Cabe señalar que, en el Anexo 6.1, se presenta a grandes rasgos, los procedimientos, por tipo de organismo, que se seguirán para el rescate de biota marina. Antes de implementar dicho Programa, éste se presentará ante la SEMARNAT para su aprobación.

Asimismo, se realizarán inspecciones a las mallas antidispersión de sedimentos mientras se encuentren colocadas en el sitio, para identificar cualquier animal que pudiera haber quedado atrapado. En caso de que esto suceda se procederá a su inmediata liberación en un área fuera de la zona de maniobras y se registrará en bitácora el suceso incluyendo hora del día, área de trabajo, especie registrada y tamaño del ejemplar.

Acción 15	P	C	M
Señalización		x	x

Una vez construidas las estructuras de protección costera y siguiendo la normatividad de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), se deberá ubicar señalización marina al inicio y al final de los rompeolas de manera que se puedan evitar accidentes con las embarcaciones locales ya que, aunque se tengan las estructuras sobre nivel del mar, por normativa serán necesarios. Se sugiere fabricar dos columnas de concreto al principio y al final de los rompeolas, en la parte superior de la columna agregar las respectivas luces requeridas y avaladas por la SCT.

Acción 16	P	C	M
Ubicación y selección de los bancos de arena	x		

El banco de arena a utilizarse es el llamado Mamitas 3, que se encuentra aproximadamente a 8 km al suroeste del Hotel Secrets. Su superficie es de 45,839 m<sup>2</sup>, con grosores de arena que van de 1 m a 1.5 m. Se estima que tiene un volumen aproximado de 58,600 m<sup>3</sup>. En este banco la biota marina es muy escasa, además de que es posible su rescate.

Acción 17	P	C	M
Uso de embarcaciones adecuadas a la profundidad, tipo de fondo y condiciones del mar		x	

Existen varios elementos a considerar para seleccionar la draga adecuada para un trabajo determinado, entre los cuales se encuentran las condiciones del sitio donde se extraerá la arena, si es un lago o el mar, si está protegido del oleaje o no, etc. Otro elemento es la profundidad máxima del sitio y el tamaño de la draga de acuerdo a la cantidad de arena que se requiere extraer, entre otros.

En este caso particular se tiene un banco de arena con profundidades que varían entre 10 a 15 m, y una zona de maniobras frente al predio de alrededor de 5 m de profundidad, de manera que se buscará una draga con un calado adecuado, las condiciones en que se trabajará son las de un mar semiprotectido, ya que la zona se encuentra protegida parcialmente por la Isla de Cozumel y en general las condiciones de oleaje y viento se pueden considerar favorables, sin embargo se pueden presentar condiciones de oleaje alto cuando se presenta una “surada” (viento fuerte del sur-sureste) o un frente frío (viento del noroeste), estas condiciones de oleaje fuerte pueden desarrollarse súbitamente, por lo que se requiere una embarcación adecuada para mar con condiciones de oleaje medio-alto y por supuesto se requiere considerar los lugares en donde esta puede ser resguardada en caso de que se espere tener alguna tormenta estacional o extraordinaria y mantener vigilados los diferentes sistemas de monitoreo que presentan pronósticos de viento y oleaje día a día, tales como [www.buoyweather.com](http://www.buoyweather.com), [www.noaa.com](http://www.noaa.com), [www.wunderground.com](http://www.wunderground.com), entre otros. Todos ellos proveen información muy útil y confiable que servirá para determinar si se mantiene a la draga trabajando, detenida y anclada o resguardada.

Debido a que el área de depósito de la arena se encuentra alrededor de 8 km del banco donde será extraída, se requiere de una draga con tolva, ya que este tipo de draga extrae una cantidad importante de arena y la alberga en su tolva o depósito y después es capaz de autopropulsarse y navegar hacia un punto más cercano al punto de depósito final donde por medio de una bomba arroja la arena almacenada hacia la costa directamente o si ésta se encuentra a una distancia considerable, la salida de la bomba se conecta a una tubería que llevará la arena hasta la playa (Ref. Macdonel, 1999).

De manera que después de analizar los elementos arriba descritos y de haber revisado varios tipos de dragas se ha elegido dos opciones, la primera; una draga compacta, para uso en mar, con tolva y brazo de dragado como la llamada “Adelaar” de la empresa *Dutch Dredging* (ref. <http://www.dutchdredging.nl/en/ship/adelaar-trailing-suction-hopper-dredger/>), u otra draga con características similares.

Las embarcaciones de apoyo serán propulsadas con motores a gasolina, de tamaños chicos y medianos; estas embarcaciones tendrán entre 10 y 15 metros de eslora; las cargas de combustible y servicios mecánicos necesarios de dichas embarcaciones se harán fuera del área de trabajo en una marina de resguardo.



Acción 18	P	C	M
Uso de maquinaria en buenas condiciones	x	x	x

Para el desarrollo del Proyecto se utilizarán vehículos, maquinaria y equipo con el sistema de escape y silenciadores en buenas condiciones de operación, así como adecuada afinación de los motores de combustión interna. De esta forma se reducirán las emisiones a la atmósfera y la generación de ruido.

Acción 19	P	C	M
Uso de materiales inertes para elaborar los elementos prefabricados	x		

La construcción de los rompeolas no involucra el uso de elementos o sustancias que dañen a la vida marina, ya que solo se emplearán elementos precolados que se fabrican fuera del agua y una vez fraguados se lavan, transportan y colocan sobre el lecho marino o la playa. El concreto fraguado no representa ninguna amenaza para la vida marina ya que no se disuelve ni desprende materiales tóxicos. Por otro lado, la arena que se pretende usar en el relleno de playa será extraída de un banco cercanos a la zona que tiene sedimentos con características similares a las de la playa a rellenar, por lo que no se introducirán elementos dañinos al sistema y solo se reemplazará el material perdido por la erosión.

### 6.3.3. Programa de Monitoreo Ambiental

Dado que en la zona donde se implementará el Proyecto se desarrollan ecosistemas marinos y recursos naturales asociados sensibles a cambios o alteraciones de origen natural y antropogénico, se propone la realización de un Programa de Monitoreo Ambiental (PMA). Este programa considera que los recursos y ecosistemas críticos se evaluarán a través de indicadores de calidad ambiental asociados a la biota marina considerando así evaluar la efectividad de las medidas propuestas para mitigar al máximo los impactos ambientales identificados tales como la contaminación del agua marina, la contaminación del suelo, la pérdida de individuos de biota marina, la disminución en la tasa de crecimiento arrecifal y el aumento en la incidencia de enfermedades que afectan al arrecife coralino.

Los objetivos que persigue este programa son los siguientes:

- Vigilar la evolución de la calidad ambiental en el SAR del Proyecto.
- Evaluar la efectividad de las medidas de mitigación propuestas en este SMGA.
- Identificar y evaluar impactos ambientales no previstos en esta MIA-R, para las diferentes etapas de implementación del Proyecto.
- Proporcionar al equipo de supervisión ambiental y al promovente, elementos e información técnica que les permitan, si es el caso: reorientar, definir intensidades de uso o proponer nuevas medidas de mitigación o medidas correctivas que atenúen el deterioro ambiental que pudiera presentarse en la zona del Proyecto.

Para poder alcanzar los objetivos planteados el Programa debe iniciarse antes de que comience la etapa de preparación del Proyecto y continuarse durante las etapas de preparación, construcción y mantenimiento.

Este programa está conformado por dos medidas, cada una representa un Subprograma específico en donde se explicará con detalle la metodología para la captura y análisis de los datos, el cual será elaborado en caso de que se apruebe el Proyecto y se implementará una vez aceptado por la SEMARNAT.

Acción 20	P	C	M
Monitoreo de biota marina			x

Este subprograma incluirá el monitoreo tanto de los arenales como del Arrecife Coralino como tal. Sus objetivos son:

- Vigilar la salud y calidad ambiental de los ecosistemas de los arenales, pastos marinos y el arrecife coralino.
- Describir y evaluar la evolución del estado ambiental de los arenales, basado en componentes bióticos (incluyendo los pastos marinos presentes) y abióticos.
- Identificar cambios críticos en la estructura y función del arrecife coralino para la definición oportuna de medidas preventivas, correctivas o de mitigación de impactos ambientales no previstos.
- Evaluar cuantitativamente los efectos ambientales del desarrollo del Proyecto y la efectividad de las medidas propuestas para su mitigación.
- Establecer indicadores de éxito y calidad de ambos ecosistemas identificando y diferenciando causas naturales de las inducidas por el hombre.
- Generar información técnico-científica que apoye la toma de decisiones para el aprovechamiento sostenible de los recursos.

#### a) Arenaless

Para cumplir los objetivos del programa que corresponden a los arenales, se deberán considerar componentes bióticos y abióticos.

#### Componentes bióticos

Como componente biótico se seleccionó a la comunidad de peces e invertebrados por ser elementos que representa claramente la estructura y complejidad de las redes tróficas, y por lo tanto la salud del ecosistema.

Se recomienda llevar a cabo un monitoreo anual para evaluar los cambios temporales en la composición específica y abundancia de peces e invertebrados en los sitios en donde se registró mayor diversidad, así como un análisis de su estructura de tallas y grupos tróficos. Se deberá de incluir en este monitoreo a las zonas de transición entre diferentes ambientes.

#### Componentes abióticos

Para poder determinar los cambios en la composición del sustrato y en las tasas de sedimentación, es recomendable llevar a cabo un seguimiento para determinar sus posibles variaciones temporales y su efecto sobre el ambiente.

Se recomienda iniciar con un estudio a lo largo de un año para determinar los patrones de variación estacional en la composición granulométrica de los sedimentos, así como de las tasas de sedimentación, y con base en esta información proponer muestreos anuales para evaluar los cambios temporales en estos parámetros.

El análisis granulométrico de las muestras se hará mediante el método descrito por Folk (1980) y Wentworth (1922) para la obtención de muestras, procesado y análisis. La estimación de la tasa de sedimentación se llevará a cabo mediante la colocación de trampas de sedimento en las estaciones de monitoreo, de acuerdo a los métodos descritos en Almata-Villeda *et al.*, 2003.

### b) Arrecife coralino

Considerando que el ecosistema marino arrecifal es un ambiente sensible a cambios en la calidad del agua y a la práctica de actividades recreativas, se propone el monitoreo de los parches arrecifales identificados en el SAR por medio de un paquete básico de 5 parámetros ecológicos (Tabla 6. 7).

**Tabla 6. 7 Indicadores ambientales para el monitoreo ecológico del Sistema Arrecifal del Proyecto.**

Parámetro	Corales	Ictiofauna	Algas	Erizo diadema
No. de especies	X	X		
Abundancia	Cobertura de coral vivo (%)	Densidad (ind/m <sup>2</sup> )	Cobertura algal (%)	Densidad (ind/m <sup>2</sup> )
Diversidad (H') y Equitabilidad (J')	X	X	X	
Estructura de tallas	X	X		
Condición del organismo	% mortalidad, enfermedades, blanqueamiento			
Grupos funcionales	Proporción algas/coral	Abundancia de especies de herbívoros	Abundancia de algas carnosas	

### Estrategia de muestreos:

La periodicidad del Monitoreo se recomienda de manera idónea cada 6 meses durante la ejecución de las obras que se lleven a cabo para desarrollar el Proyecto; y posteriormente un programa de monitoreo anual durante la etapa de mantenimiento del Proyecto.

Los sitios para el establecimiento de las estaciones de monitoreo se elegirán con base en la caracterización ambiental del ambiente marino (ver Capítulo 4). Algunos se localizarán sobre áreas que no impactará el Proyecto; sin embargo, también se incluirán las zonas aledañas a los rompeolas, de tal forma que se cuente con un registro del crecimiento y supervivencia de las colonias originales, así como de la colonización de los elementos que formarán los rompeolas por parte de diferentes taxa de biota marina.

Durante la etapa de mantenimiento es posible implementar un monitoreo permanente mediante el uso del Sistema de Alerta Temprano Arrecifal que permitirá detectar y monitorear cambios en el arrecife. Sin embargo, esto será posible únicamente cuando existan actividades náutico-recreativas cotidianas y constantes, brindadas por prestadores de servicios autorizados en el área del Proyecto.

El sistema de alerta temprana en arrecifes coralinos consiste en que los propios prestadores de servicios y voluntarios capacitados lleven a cabo monitoreos muy sencillos en el arrecife y registren, en formatos diseñados especialmente para ello, aspectos o eventos inusuales o significativos que son enviados a un centro de recepción donde son analizados y permiten detectar cambios de forma temprana en el sistema arrecifal.

Lo anterior, permite establecer un monitoreo permanente de bajo costo que sirve para conocer en tiempo real la condición de conservación o estado de salud de este ecosistema y orientar los sitios y temas que merecen ser investigados y abordados con mayor urgencia, de modo que constituiría un valioso apoyo informativo a las entidades de investigación y monitoreo. Los aspectos que se registran y aportan información son entre otros:

- La superficie de cobertura de blanqueamiento como el principal indicador.
- Incrementos excesivos de algas y tapetes rojos (cianobacterias) que se extienden y cubren el fondo.
- Abundancia de corales, esponjas y algas.
- Los efectos producidos por los huracanes.
- Los daños producidos por actividades antropogénicas, como son el uso de anclas en el arrecife, la pesca furtiva, empleo de chinchorros que destruyen los corales, redes abandonadas que continúan pescando por tiempo indefinido, y cualquier actividad que afecte la calidad estética de los puntos de buceo, y dañe el arrecife.

El Sistema de Alerta Temprana Arrecifal se considera un programa de monitoreo permanente cuya implementación comprende los siguientes aspectos:

a) Cursos de capacitación de voluntarios

I.-Capacitar a los buzos guías y voluntarios en el registro de la información.

II.-Talleres semestrales para la presentación de resultados y evaluación del programa de monitoreo.

b) Monitoreo y supervisión continúa

I.-Registro y generación de bases de datos local mediante los reportes de voluntarios.

II.- Verificar en campo el monitoreo para identificar aquellos elementos que requieren de mayor atención y capacitación.

c) Análisis de Datos

I.- Análisis e interpretación de la base de datos recopilada.

II.- Atención al estado de conservación, salud o resiliencia de los arrecifes.

**Tabla 6. 8. Actividades consideradas en la implementación del Sistema de Alerta Temprana Arrecifal.**

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cursos de capacitación de voluntarios	X					X						
Recepción y supervisión de reportes	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Taller semestral de resultados y evaluación						X						X
Base de datos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

La implementación de este programa permitirá conocer de manera continua y en tiempo real, el estado de salud en que se encuentran el sistema arrecifal frente a la zona del Proyecto una vez que se encuentre en operación.

### a) Pastos marinos

Considerando que los pastos marinos son un componente ambiental de suma importancia para el ecosistema marino y del cual se quiere monitorear su comportamiento posterior al desarrollo de las obras para vigilar la evolución de la calidad ambiental de la zona de influencia del Proyecto, de acuerdo a lo anterior, se propone el monitoreo de pastos marinos considerando los siguientes parámetros indicadores:

**Tabla 6. 9. Indicadores ambientales para el monitoreo para pastos marinos.**

Variable indicadora	Descripción
<b>Pastos Marinos</b>	
Cobertura	Indicador de condiciones de estrés en la columna de agua y sedimentos, de cambios en la dominancia respecto a macroalgas y sustrato, de impacto y recuperación.
Densidad	Indicador de la disponibilidad de espacio, de las condiciones del sustrato, de impacto y recuperación.
Largo hoja	Indicador de calidad del agua, de impacto mecánico, de superficie fotosintéticamente activa.
Biomasa	Indicador de nutrientes en la columna de agua y en sedimentos, de estrés ambiental, de daño físico, de impacto y de recuperación.
<b>Macroalgas</b>	

Variable indicadora	Descripción
Composición específica, distribución y abundancia	Características de la estructura de las comunidades en el área de estudio.  a) Especies taxonómicas que componen la comunidad. b) Especies taxonómicas que se distribuyen por zona de monitoreo. c) Proporción de los individuos de una especie particular.
Diversidad y equitatividad	Se estima utilizando la riqueza específica y sus abundancias relativas. Se utilizará el índice de Shannon-Weaver.
Grupos morfofuncionales	Proporción de los individuos por grupo trófico.
Ambos	
Indicadores biológicos	Especies o grupos de especies que reflejan el estado de integridad ecológica del sistema.
Especies de interés particular	Son especies elegidas por razones obvias de conservación tales como status o carisma.

Se recomienda llevar a cabo un monitoreo anual para identificar patrones temporales que permitan definir las tendencias de cambio en la dinámica de estas poblaciones. Se deberá incluir en este monitoreo el ambiente de pastizal contiguo a la construcción de las infraestructuras de protección marina.

Acción 21	P	C	M
Monitoreo topobatimétrico			x

Se implementarán levantamientos topobatimétricos semestrales o después de periodos de oleaje extraordinario, para comprobar que la sección de diseño se mantenga en los rompeolas y en la playa. La Batimetría deberá abarcar el área desde la playa hasta 500 m aguas afuera de los rompeolas para detectar si la arena ha escapado y que tan lejos ha llegado, también se deberá abarcar al menos 500 m al sur de la parte sur del desarrollo y 500 m al norte de la parte norte del desarrollo. El monitoreo servirá de base para predicciones futuras.

Asimismo, se realizarán inspecciones visuales periódicas de los rompeolas después de periodos de oleaje extraordinario y de forma semestral, esta inspección deberá de ser documentada con fotos tomadas siempre desde el mismo ángulo, tanto dentro como fuera del agua. La recomendación para este punto en particular es que las fotografías se realicen en periodos de marea baja.

Es importante monitorear la playa y determinar los efectos después de periodos de oleaje fuerte, para así dar mantenimiento según se requiera, es decir, mover la arena acomodándola con maquinaria en donde sea mejor para la dinámica costera o de ser necesario alimentar con nueva arena.

### 6.3.4. Programa de Prevención y Atención a Contingencias

El proceso de construcción y mantenimiento del Proyecto considera la posibilidad de situaciones de riesgo, involuntarias o accidentales, que pudieran afectar al personal, usuarios o visitantes del desarrollo, así como a los ecosistemas. El promovente también considera los riesgos que pueden ser generados por los fenómenos naturales comunes en la región, como los huracanes y Nortes. Por lo anterior, la promovente considera la implementación de un Programa Prevención y Atención a Contingencias Ambientales (PAC) con el objetivo de:

- Implementar acciones de prevención y atención a contingencias que reduzcan los riesgos de daño a recursos naturales y humanos.

Para lograrlo se pretende la realización de las siguientes acciones:

Acción 22	P	C	M
Se deberá contar con material y equipo adecuado y suficiente para la atención de contingencias ambientales.	x	x	x

Se designará un área dentro de la zona de maniobras, para resguardar el material y equipo adecuado y suficiente para la atención de contingencias ambientales tales como salchichas, colchonetas o polvos absorbentes para uso en caso de derrames; palas, extintores y equipo de protección para su uso en caso de incendios; etc.

Las embarcaciones de apoyo también estarán preparadas para que en caso de que se presente un derrame de hidrocarburos, coloquen en poco tiempo mallas absorbentes que ayudarán a contener el derrame y recuperar los hidrocarburos.

Acción 23	P	C	M
Se deberá contar con personal capacitado en el manejo de contingencias	x	x	x

Durante todas las etapas de desarrollo del Proyecto se deberá contar con personal capacitado en el manejo de contingencias ambientales y accidentes, tales como derrames de sustancias peligrosas, encallamientos, fallas en los motores, entre otras. Asimismo, ese deberá contar con personal capacitado en primeros auxilios.

Acción 24	P	C	M
Flotadores absorbentes para la contención de derrames de hidrocarburos	x	x	x

A bordo de las embarcaciones se tendrán flotadores absorbentes de hidrocarburos, que son cordones de 8 plg x 10 pies que pueden ser unidos con una conexión de acero inoxidable para hacerlos tan largos como sea necesario. Se empacan 4 cordones por bolsa y cada cordón tiene una capacidad de absorción de 48 galones.

Estos flotadores absorbentes permanecen en la superficie formando un cerco alrededor de la zona de derrame para evitar que la mancha crezca, una vez que la fuente de la fuga ha cesado y que el cordón se ha cerrado, este se puede empezar a acotar para disminuir su área, provocando que el flotador absorbente absorba el hidrocarburo. Cuando se sature el flotador habrá que remplazarlo por uno nuevo hasta que todo el material quede en los flotadores y la superficie del agua limpia. Los flotadores contaminados deberán mantenerse a bordo de la embarcación para ser dispuestos en un sitio autorizado de forma adecuada (Tabla 6. 7).

Figura 6. 7. Ejemplo de flotador absorbente.



Acción 25	P	C	M
Plan de acción en caso de derrame de combustible	X	X	X

El Proyecto contará con un plan de acción en caso de derrame de combustible, el cual incluirá el procedimiento a seguir para disminuir los riesgos de afectar el medio ambiente. Si por alguna razón existiera un derrame ligero de hidrocarburos el procedimiento a seguir será 1) interrumpir las operaciones, 2) colocar en la zona donde se encuentre el fluido derramado los flotadores absorbentes que se tendrán a bordo de las embarcaciones y en la costa listos para ser usados, y 3) en caso de ser posible y no causar derrames adicionales, navegar de manera inmediata hacia el puerto más cercano para revisión y reparación de la fuga.

Acción 26	P	C	M
Plan de acción en caso de fuga de sedimentos	X	X	X

Si llegara a aparecer una grieta en alguna manguera o tubo por el exceso de presión en el interior, el derrame que se genere se visualizará de inmediato y se procederá a 1) detener la bomba, 2) cambiar la manguera o tubo en el sitio y 3) reanudar el bombeo.

Acción 27	P	C	M
Restricción de las actividades de extracción, transporte y vertido de arena a meses seguros (marzo a julio)	X	X	X



Los trabajos de colocación elementos precolados, solo se deberán realizar con oleaje menor a 0.3 m. Si se realizan entre junio y octubre se deberán monitorear los pronósticos de tormentas y huracanes y si se trabaja entre octubre y marzo se deberán revisar los avisos de entrada de frentes fríos. Cuando exista un aviso de entrada de frente frío o tormenta se deberán detener los trabajos 24 horas antes del día de entrada de dicho temporal, para lo cual se obedecerán los boletines meteorológicos emitidos por la Capitanía de Puerto local.

En caso de pronosticarse oleaje fuerte del Sureste, cerrarse el puerto a la navegación o de la amenaza de una tormenta extraordinaria, las embarcaciones de apoyo serán llevadas a Playa del Carmen, Puerto Morelos, Cozumel u otro puerto de abrigo para resguardarse, y permanecerán ahí hasta que las condiciones mejoren.

Los trabajos de succión de arena del banco se deberán realizar sólo en condiciones ideales en que el mar este en calma (oleaje máximo de 1.5 pies o 45 cm) y viento máximo de 7 nudos (12.9 km/hr).

La recuperación de la playa se debe realizar idealmente entre los meses de marzo y julio, durante estos meses, se evita la temporada de huracanes, la de Nortes y las Suradas son poco probables, por lo que es la temporada ideal.

Acción 28	P	C	M
Seguimiento permanente de condiciones meteorológicas y pronósticos del tiempo	x	x	x

Por dinámica del sedimento en eventos climáticos estacionales o extraordinarios es probable que la arena se pierda o se esparza dentro del área que protegen los rompeolas o alrededores cercanos, la cual puede ser bombeada nuevamente a la playa. Por eso es primordial contemplar un monitoreo topobatimétrico periódico dentro del marco del plan de mantenimiento.

Durante todas las etapas de desarrollo del Proyecto se deberán mantener vigilados los diferentes sistemas de monitoreo que presentan pronósticos de viento y oleaje día a día, tales como [www.buoyweather.com](http://www.buoyweather.com), [www.noaa.com](http://www.noaa.com), [www.wunderground.com](http://www.wunderground.com), entre otros. Todos ellos proveen información muy útil y confiable que servirá para determinar si se mantiene a la draga trabajando, detenida y anclada o resguardada.

Acción 29	P	C	M
Selección de ruta segura para la navegación de la draga		x	

Con base en criterios técnicos y ambientales se analizaron varias rutas posibles para la navegación de la draga durante las maniobras de transporte de arena. La ruta elegida fue la más segura ya que el transporte de arena se realizará por fuera del arrecife de coral, lo cual permite el empleo de equipos de mayor calado y capacidad, disminuyendo el número de viajes y por lo tanto el riesgo de daños al ecosistema

Acción 30	P	C	M
Uso de tubería de acero de uso rudo		x	

Las tuberías de acero, las mangueras, uniones y conexiones a utilizarse durante los procedimientos de extracción, transporte y vertido de arena son de uso rudo y están diseñadas para el manejo de este tipo de mezclas abrasivas de agua y arena a presión. Su diseño robusto es adecuado para absorber la fuerza dinámica de los movimientos debidos al oleaje, por lo que se disminuye el riesgo de cualquier contingencia debido a fisuras, grietas o roturas en la misma.

### **6.3.5. Programa de Supervisión Ambiental**

La verificación del cumplimiento de todas las medidas propuestas en el SMGA se realizará a través del Programa de Supervisión Ambiental, el cual funcionará como un mecanismo de regulación, verificación y supervisión del resto de los programas del SMGA, que permitirá garantizar su funcionamiento y mejorar su efectividad.

La Supervisión Ambiental estará presente durante todas las etapas del Proyecto a través de inspecciones al sitio para identificar impactos no previstos y en su caso, emitir las recomendaciones y establecer los lineamientos para remediarlas de manera inmediata.

Sus objetivos serán los siguientes:

- Supervisar el cumplimiento y/o ejecución de las obligaciones ambientales de cada uno de los actores en las etapas de construcción, operación y mantenimiento.
- Verificar que las acciones y medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales identificados establecidas en el SMGA se cumplan en tiempo y forma.
- Verificar que los cambios de uso de suelo se den de acuerdo al programa de obra comprometido por el Proyecto y a los parámetros de modificación y aprovechamiento autorizados.

Para lograrlos los inspectores responsables deberán verificar el cumplimiento de las obligaciones ambientales del Proyecto, incluyendo las medidas de mitigación que se comprometen en la presente MIA-R, los criterios de los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, las regulaciones dispuestas en los programas de desarrollo urbano y otros instrumentos de ordenamiento aplicables, así como lo establecido en la legislación y normatividad ambiental federal y estatal aplicables al Proyecto y las disposiciones que pudiesen surgir de la autorización de la presente manifestación de impacto ambiental.

Para llevar a cabo adecuadamente la supervisión ambiental durante todas las etapas del Proyecto, se deberán establecer acuerdos específicos con el responsable durante la etapa que corresponda, de tal forma que se garantice el cumplimiento de las obligaciones ambientales. Dicho responsable será también la vía de comunicación mediante la cual se dará atención a los requerimientos de la supervisión ambiental que necesiten autorización oficial previa y/o la implementación de medidas ambientales adicionales a las establecidas en este SMGA.

Como apoyo para facilitar la supervisión ambiental, el Proyecto contará con un reglamento para los obreros, contratistas, prestadores de servicios y demás personal requerido durante las etapas de preparación, construcción y mantenimiento.

Sus acciones concretas serán las siguientes:

- a) **Cumplimiento de obligaciones ambientales.** Consistirá en la verificación directa del cumplimiento estricto de las obligaciones ambientales del Proyecto, incluyendo:
  - las medidas de mitigación que se contemplan en la presente MIA-R.
  - los criterios del aplicables al Proyecto de acuerdo con los instrumentos legales aplicables
  - la legislación y normatividad ambiental federal estatal y municipal aplicable al Proyecto,
  - las disposiciones que pudiesen surgir de la autorización de la presente manifestación de impacto ambiental y
  - los criterios y medidas comprometidas en la implementación de buenas prácticas ambientales, así como en los esquemas de certificación ambiental que logren ser formalizados.
- b) **Supervisión del proceso constructivo y de mantenimiento.** Consistirá en el establecimiento de acuerdos específicos para garantizar el cumplimiento de las obligaciones ambientales durante las etapas de construcción y de mantenimiento. Se dará seguimiento con el responsable de la obra para que las determinaciones contempladas en los procesos de planeación y gestión sigan las rutas previstas. Se deberá poner especial atención a la identificación de cambios que requieran autorización oficial previa y/o la implementación de medidas ambientales adicionales, asegurando la menor afectación ambiental.
- c) **Generación de reportes de cumplimiento.** Consistirá en la presentación por escrito de los resultados de la supervisión del Proyecto durante cada una de sus etapas. Se deberán incluir evaluaciones cuantitativas de desempeño del Proyecto basadas en el número de acciones efectivas llevadas a cabo en tiempo y forma, número de sanciones recibidas por el Proyecto, número de reconocimientos en material ambiental recibidos por el Proyecto, número de certificaciones en materia ambiental obtenidas por el Proyecto. Los reportes de cumplimiento deberán estar sustentados en la información vertida en las bitácoras de los Programas del SMGA, así como en la bitácora de supervisión, las cuales deberán estar disponibles para su revisión por las autoridades competentes cuando lo requieran.

Dichas acciones las llevarán a cabo supervisores ambientales calificados, quienes deberán realizar visitas regulares de inspección al sitio del Proyecto y anotar en una *Bitácora de Supervisión Formal* todas las observaciones realizadas. La información asentada en la bitácora será la base para los reportes periódicos de cumplimiento del Proyecto.

Para facilitar el logro de los objetivos del programa se proponen una serie de herramientas que podrán usarse en las diferentes fases del Proyecto, según resulte conveniente. Estas herramientas son:

- Lista de chequeo de obligaciones ambientales.
- Auditoría ambiental
- Agenda ambiental
- Calendario ambiental
- Reglamento

### **6.3.6. Programa de Consolidación y Estructuración de la Duna**

El Programa de Consolidación y Estructuración de la Duna consiste en el diseño de una estrategia integral para el Proyecto de Recuperación y Estabilización de Playa en el Desarrollo Secrets, mediante el cual se consiga proveer de mayor estabilidad a la línea de costa y potenciar la permanencia del sustrato arenoso recuperado, a partir de la consolidación de una duna. Ésta cumplirá con la función de servir como reservorio de arena, proteger contra inundaciones y dar conectividad al ecosistema.

La implementación de este programa, se valorará y activará conforme a los resultados que se obtengan del seguimiento (monitoreo ambiental) contemplado para evaluar el comportamiento del sistema (estabilización y sedimentación costera) y que, permitan confirmar que éste cuenta con las condiciones ambientales adecuadas para entrar en ejecución.

A continuación, se presentan de manera general los elementos que integran el Programa de Consolidación y Estructuración de la Duna. Es importante señalar que, el Proyecto ejecutivo final, en donde se describirán a detalle las acciones técnicas y obras requeridas, se presentará para validación de la autoridad una vez que las condiciones señaladas en el párrafo anterior se cumplan y de manera previa a su implementación.

Los objetivos que persigue este programa son:

- Consolidar la estabilización de la línea de costa mediante la conformación de una duna artificial.
- Generar un hábitat natural para diversas especies de fauna de la región mediante la forestación de la duna con especies nativas.
- Crear una barrera natural que fortalezca la protección de la línea de costa ante los efectos de los fenómenos hidrometeorológico extremos.
- Brindar mayor protección a la infraestructura costera del proceso de erosión.

Los elementos que integran el Programa de Consolidación y Estructuración de la duna son:

- a. Tapete antisocavación: Elemento geotextil diseñado para proteger a la estructura principal del oleaje y la acción de las corrientes.
- b. Geotubos o geocilindros: Sacos fabricados con geotextil de alta resistencia tejido telar. Permiten filtrar lodos, con altos niveles de flujo, permitiendo el paso de los líquidos efluentes a través de sus paredes, mientras los sólidos son retenidos. Con mucha resistencia especialmente para soportar las condiciones extremas del medio ambiente como es el agua salada, las altas temperaturas y la exposición al sol.
- c. Cubierta vegetal: Plantación de especies nativas dunares.

Condiciones:

Como se señaló en el párrafo primero, en el sitio del Proyecto se deben de contar con ciertas condiciones que den factibilidad a la implementación de este Programa, las cuales son:

1. Recuperación de la línea de costa en un 100%, de acuerdo a lo previsto en los modelos de depositación.
2. Que exista estabilidad en la conformación y consolidación de la playa (valorados a través de los resultados obtenidos del monitoreo topobatimétrico).
3. Que, cumplido el punto 1 no se observe aún la formación natural de una duna.

Procedimiento general:

- 1 Colocación del tapete antisocavación.** Se colocará el tapete antisocavación bajo los geotubos y se extenderá hacia el lado del mar. El tapete contará con un tubo de anclaje de un solo lado, que será relleno con arena; el material de relleno provendrá de un banco de material autorizado. El tapete evitará que la arena por debajo del geotubo se pierda en caso de haber oleaje extremo y que la socavación provoque que el geotubo ruede y se mueva de su posición.
- 2 Llenado de geotubos.** Los geotubos o geocilindros serán alineados y extendidos paralelos a la línea de costa. Formarán un elemento que funcionará como una barrera de protección contra el oleaje y los vientos de tormenta. Estos sacos geotextiles serán rellenos con arena proveniente de un banco de material autorizado.

Figura 6. 8. Ejemplo de flotador absorbente.



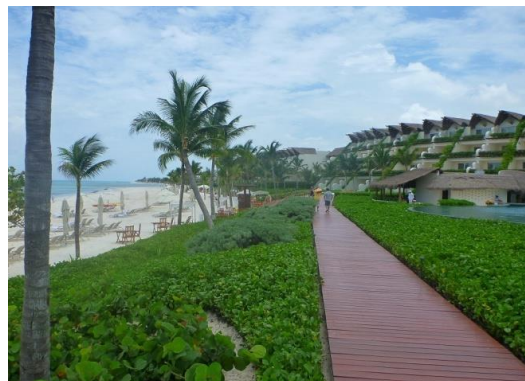
Figura 6. 9. Geotubo relleno y tubo de anclaje.



- 3 Recubrimiento del geotubo.** Cuando se complete el llenado de los geotubos, estos serán cubiertos de arena y se conformará el talud. Durante esta operación se colocarán mallas geotextiles frente al sitio de trabajo para evitar que se dispersen los sedimentos en suspensión que se deriven del llenado de los geocilindros y del acomodo de arena.

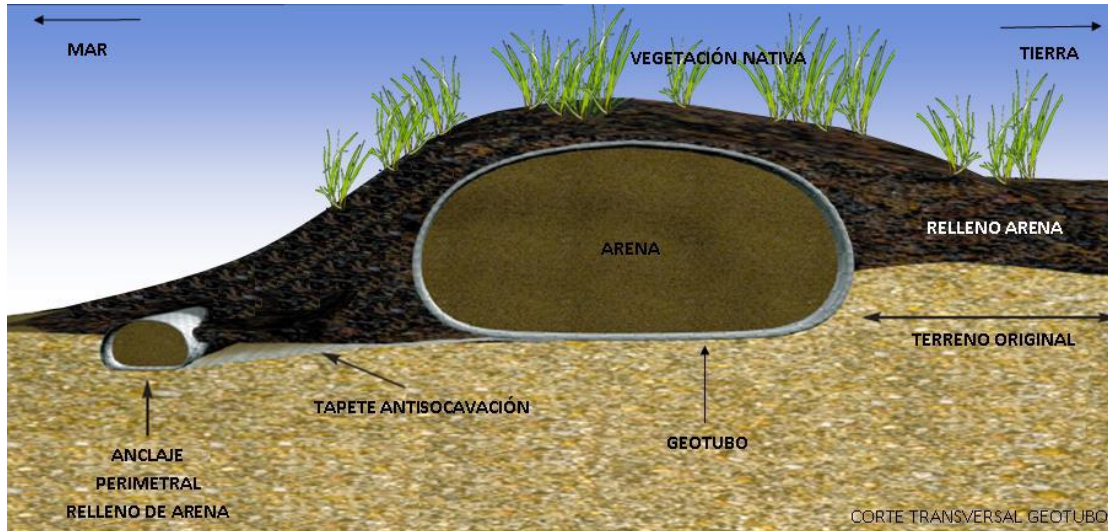
- 4 **Limpieza general.** Se realizará limpieza general del área, en donde se retirarán todos los materiales, equipo y maquinaria utilizados.
- 5 **Cubierta vegetal.** Conformada la duna se procederá a sembrar esta zona con especies nativas, pioneras y arbustivas, fijadoras de dunas, cuya supervivencia sea factible. Las plantas de las especies seleccionadas serán adquiridas de viveros comerciales debidamente autorizados. Las acciones principales para la siembra de la duna serán:
  - ▶ Delimitación física de la extensión del área a sembrar por medio de protecciones que eviten el paso de personas a la misma.
  - ▶ Selección de las especies susceptibles para usarse en la siembra, las cuales deberán ser nativas y propias del ecosistema de duna costera de la región.
  - ▶ Determinación de la técnica y la época del año más adecuadas para obtener la menor tasa de mortalidad de las plántulas utilizadas.
  - ▶ Preparación del terreno a sembrar, que incluye la nivelación y acondicionamiento.
  - ▶ Trasplante y siembra de los ejemplares vegetales de acuerdo a la técnica adecuada para cada tipo de especie de que se trate y diseño de plantación adecuado al uso que se le dará a la zona.
  - ▶ Selección del tipo de productos que deberán utilizarse para el mantenimiento de las plántulas utilizadas en la siembra de la duna costera. En caso de requerirse algún tipo de agroquímico, éste deberá encontrarse dentro de la lista de productos autorizados por la CICOPLAFEST.
  - ▶ Selección de la forma más adecuada para proteger las áreas forestadas del paso de personas y vehículos.
  - ▶ Mantenimiento del área forestada.
  - ▶ Refuerzo de la forestación.
  - ▶ Monitoreo.

Figura 6. 10. Ejemplo de reforestación de duna artificial.



- 6 Enriquecimiento de la duna.** Una vez que las primeras especies pioneras y arbustivas plantadas se hayan establecido completamente, se realizará una reforestación del área, de acuerdo a las necesidades que se observen.

Figura 6. 11. Esquema general del programa de consolidación de duna.



- 7 Monitoreo ambiental.** Se realizará un monitoreo periódico de las condiciones del sitio, así como de la efectividad de las medidas tomadas para la reforestación.

Para este Programa se considerará la realización de las siguientes acciones:

#### Acción 31

Colocación de malla antisocavación

Previo al llenado de los geotubos se instalará una malla antisocavación con la finalidad de proteger la estructura de la erosión causada por escurrimientos de agua o corrientes marinas, lo que puede ocasionar la dispersión de sedimentos.

#### Acción 32

Colocación de mallas antidispersión de sedimentos durante el llenado de geotubos

Cuando se realice el llenado del geotubo se colocarán mallas antidispersión de sedimentos para evitar que se propaguen los sedimentos en suspensión que se deriven del llenado de los geotubos.

#### Acción 33

Uso exclusivo de especies nativas regionales

Para la forestación y reforestación de la duna se utilizarán únicamente especies nativas regionales, propias del ecosistema. Las especies se obtendrán de viveros autorizados, de esta forma se asegurará que no existan especies que puedan disminuir el éxito de la forestación y reforestación.



## 6.4. EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE LAS ACCIONES DEL SMGA

El SMGA del Proyecto debe evaluar periódicamente la efectividad y pertinencia de las acciones que constituyen cada uno de sus Programas y adaptarlas, en caso necesario, a los contextos ambientales, legales, económicos o sociales del entorno.

1. **Ajustes de Proyectos y procedimientos.** Cuando se detecten acciones del SMGA que antagonicen con otras o las obstaculicen, o que no sean eficaces ni oportunas, se procederá a evaluar si pueden ajustarse para mejorar su desempeño, sustituirse por otras más adecuadas o eliminarse. La detección de dichas acciones se llevará a cabo a través de la supervisión ambiental. Esto implicará el trabajo conjunto y permanente con el personal encargado del diseño del Proyecto, desde la concepción de las ideas básicas para el desarrollo del mismo, hasta su operación. Por medio de la supervisión ambiental se creará un mecanismo de solicitud de cambios a las instancias pertinentes, que permita integrar los ajustes necesarios para lograr el menor impacto ambiental del Proyecto.
2. **Sistema de base de datos.** Consistirá en un sistema central que registrará la organización, clasificación y administración de toda la información generada para cada uno de los Programas contenidos en el SMGA. Con esta información se podrá coordinar eficientemente el resto de las acciones del SMGA en las diferentes etapas del Proyecto, así como generar un banco de datos disponible para diversos fines en pro del desarrollo sustentable.

## 6.5. RESUMEN DE LAS ACCIONES QUE CONFORMAN EL SMGA

A continuación, se presenta un listado de las acciones del SMGA y las etapas en las que deberán aplicarse (Tabla 6. 10).

Tabla 6. 10. Acciones del SMGA y las etapas en las que deberán aplicarse.

No. Medida	Programa	Factor	Etapa		
		Medida	Preparación	Construcción	Mantenimiento
1	MIR	Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados	x	x	x
2	MIR	Contratación de una empresa certificada para el mantenimiento, limpieza y disposición de los residuos de los baños portátiles	x	x	x
3	MIR	Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según su tipo	x	x	
4	MIR	Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y para su registro en bitácora.	x	x	x
5	MIR	Separación de residuos sólidos	x	x	x

No. Medida	Programa	Factor  Medida	Etapa		
			Preparación	Construcción	Mantenimiento
6	MIR	Uso de instalaciones de servicios del Hotel	X	X	X
7	MIR	Uso de letrinas portátiles a razón de 1 por cada 10 trabajadores	X	X	
8	CME	Colado de elementos de cobertura fuera del área del Proyecto		X	X
9	CME	Colocación de mallas antidispersión de sedimentos durante las actividades de extracción, transporte y vertido de arena.		X	X
10	CME	Limpieza de la zona de trabajo		X	X
11	CME	No afectación a las playas vecinas	X	X	X
12	CME	Obras de mantenimiento y resguardo de embarcaciones restringidas a muelles adecuados cercanos	X	X	X
13	CME	Replegamiento de las mallas antidispersión durante los eventos de liberación de gametos de corales escleractinios y gorgonáceos		X	
14	CME	Rescate y reubicación de biota marina	X		
15	CME	Señalización	X	X	X
16	CME	Ubicación y selección de los bancos de arena	X		
17	CME	Uso de embarcaciones adecuadas a la profundidad, tipo de fondo y condiciones del mar		X	
18	CME	Uso de maquinaria en buenas condiciones	X	X	X
19	CME	Uso de materiales inertes para elaborar los elementos prefabricados	X		
20	MA	Monitoreo de biota marina			X
21	MA	Monitoreo topobatimétrico			
22	PAC	Contar con material adecuado y suficiente para el manejo de contingencias	X	X	X
23	PAC	Contar con personal capacitado para el manejo de contingencias	X	X	X
24	PAC	Flotadores absorbentes para la contención de derrames de hidrocarburos	X	X	X
25	PAC	Plan de acción en caso de derrame de combustible	X	X	X
26	PAC	Plan de acción en caso de fuga de sedimentos	X	X	X
27	PAC	Restricción de las actividades de extracción, transporte y vertido de arena a meses seguros (marzo a julio)	X	X	X
28	PAC	Seguimiento permanente de condiciones meteorológicas y pronósticos del tiempo	X	X	X
29	PAC	Selección de ruta segura para la navegación de la draga		X	
30	PAC	Uso de tubería de acero de uso rudo		X	
31	CED	Colocación de malla antisocavación			*
32	CED	Colocación de mallas antidispersión de sedimentos durante el llenado de geotubos			*
33	CED	Uso exclusivo de especies nativas regionales			*

\* Será presentado en proyecto ejecutivo final.

## 6.6. INDICADORES DE DESEMPEÑO

Con el objetivo de verificar el cumplimiento y pertinencia de las acciones presentadas anteriormente, se considera la implementación de indicadores de éxito de las medidas a implementar. El seguimiento de estos indicadores se observará a través del Programa de Monitoreo incluido en el SMGA del Proyecto.

Tabla 6. 11. Indicadores de desempeño.

Indicador	Parámetro	Medida a evaluar
Individuos rescatados	Número de ejemplares rescatados, porcentaje de supervivencia	Rescate de biota marina
Comunidad de pastos marinos	Composición, abundancia, biomasa	Colocación de mallas geotextiles durante las actividades de extracción, transporte y vertido de arena. Colocación de mallas geotextiles durante las actividades de construcción de las obras de protección. Restricción de las actividades de extracción, transporte y vertido de arena a meses seguros (marzo a julio) Flotadores absorbentes para la contención de derrames de hidrocarburos Obras de mantenimiento y resguardo de embarcaciones restringidas a los muelles adecuados cercanos Plan de acción en caso de derrame de combustible Plan de acción en caso de fuga de sedimentos Seguimiento permanente de condiciones meteorológicas y pronósticos del tiempo Señalización Monitoreo Supervisión ambiental
Arrecife coralino	Riqueza, abundancia, estructura de tallas, porcentaje de mortalidad, grupos funcionales, presencia de especies clave	Colocación de mallas geotextiles durante las actividades de extracción, transporte y vertido de arena. Restricción de las actividades de extracción, transporte y vertido de arena a meses seguros (marzo a julio) Flotadores absorbentes para la contención de derrames de hidrocarburos Obras de mantenimiento y resguardo de embarcaciones restringidas a marinas y puertos adecuados cercanos Plan de acción en caso de derrame de combustible Plan de acción en caso de fuga de sedimentos

Indicador	Parámetro	Medida a evaluar
		Seguimiento permanente de condiciones meteorológicas y pronósticos del tiempo Señalización Monitoreo Supervisión ambiental Limpieza periódica de la playa Uso de embarcaciones adecuadas a la profundidad, tipo de fondo y condiciones del mar Señalamiento con boyas del parche coralino en la zona de obras Replegamiento de las mallas antidispersión durante los eventos de liberación de gametos de corales escleractinios y gorgonáceos
Calidad del agua marina	Niveles de silicatos, nitrógeno orgánico, fosfatos, oxígeno disuelto, salinidad, coliformes totales, coliformes fecales	Colocación de mallas geotextiles durante las actividades de extracción, transporte y vertido de arena. Flotadores absorbentes para la contención de derrames de hidrocarburos Obras de mantenimiento y resguardo de embarcaciones restringidas a los muelles adecuados cercanos Plan de acción en caso de derrame de combustible Restricción de las actividades de extracción, transporte y vertido de arena a meses seguros (marzo a julio) Plan de acción en caso de fuga de sedimentos Seguimiento permanente de condiciones meteorológicas y pronósticos del tiempo Uso de letrinas portátiles Uso de materiales inertes en los arrecifes artificiales Supervisión ambiental Colado de elementos de cobertura fuera del predio. Uso de elementos prefabricados para el Proyecto. Limpieza periódica de la playa Uso de instalaciones de servicios del Hotel Uso de maquinaria en buenas condiciones
Calidad del agua superficial	Niveles de silicatos, nitrógeno orgánico, fosfatos, oxígeno disuelto, salinidad, coliformes totales, coliformes fecales	Obras de mantenimiento y resguardo de embarcaciones restringidas a los muelles adecuados cercanos Plan de acción en caso de derrame de combustible Uso de letrinas portátiles Supervisión ambiental Colado de elementos de cobertura fuera del predio. Uso de elementos prefabricados para el Proyecto.

Indicador	Parámetro	Medida a evaluar
		Limpieza periódica de la playa Uso de instalaciones de servicios del Hotel Uso de maquinaria en buenas condiciones

## 6.7. CONCLUSIONES

A lo largo del presente capítulo se ha mostrado como el Proyecto a través de su Sistema de Manejo y Gestión Ambiental establece medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente que pudiera ocasionar su desarrollo, pues atiende a los impactos identificados para el Proyecto en el capítulo 5 de esta MIA-R.

De este modo es posible afirmar que el Proyecto cumple con lo establecido en el Artículo 30 de la LGEEPA referente al contenido que debe de tener una Manifestación de Impacto Ambiental. Aunado a la observancia de dicho artículo, el diseño y futura implementación del SMGA, en caso de resultar autorizado el Proyecto, representa un compromiso de garantía para la atención y mitigación adecuada de los impactos ambientales esperados con la construcción y operación del Proyecto, otorgándole la viabilidad ambiental necesaria en cada una de las etapas de su implementación.

Con las medidas propuestas en el presente capítulo, queda de manifiesto que el Proyecto se apega a la legislación ambiental vigente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, además de que demuestra que es ambiental y legalmente viable.

Manifestación de Impacto  
Ambiental Modalidad Regional

Proyecto:

**Recuperación y  
Estabilización de  
Playa en el  
Desarrollo Secrets**

PROMOVENTE:



CAPITULO 7

## CAPÍTULO 7. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

### 7.1. INTRODUCCIÓN

La fracción VII Artículo 12 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, señala que se debe analizar el efecto que tendrá la implementación del Proyecto en el Sistema Ambiental Regional (SAR), considerando los impactos ambientales que se pudieran generar (Capítulo 5), así como el efecto que tendrán las medidas de mitigación y compensación propuestas (Capítulo 6).

En cumplimiento con lo antes citado, se presenta en este capítulo el pronóstico ambiental de lo que resultará la implementación del Proyecto en el SAR (definido en el Capítulo 4) en el que se verá reflejado el efecto de las obras y actividades a desarrollar y como las medidas de mitigación y compensación actuarán sobre los impactos ambientales identificados en el Capítulo 5. A lo largo de este capítulo se presenta:

- a) Un análisis retrospectivo del escenario ambiental del sitio.
- b) Descripción del escenario ambiental actual del sitio sin proyecto, que retoma el diagnóstico ambiental presentado en el Capítulo 4.
- c) Descripción del Proyecto con los impactos ambientales que éste generará.
- d) Pronóstico del escenario ambiental con la implementación del proyecto.
- e) Evaluación de alternativas
- f) Programa de Supervisión Ambiental que retoma lo establecido en el Capítulo 6 de la presente manifestación de impacto ambiental regional (MIA-R).

Para realizar el planteamiento del pronóstico ambiental y la descripción del escenario actual sin proyecto y el escenario futuro con proyecto se tomaron en cuenta los estudios de caracterización y diagnóstico ambiental del Proyecto que sentaron las bases del proceso de planificación bajo los siguientes criterios:

- a) Delimitación y descripción del SAR y de sus componentes ambientales, en los cuales se inserta el Proyecto (Capítulo 4).
- b) Análisis y cumplimiento de los instrumentos de ordenamiento ecológico y urbano aplicables, así como el resto de disposiciones jurídicas de observancia obligatoria en materia ambiental (Capítulo 3).
- c) Grado de conservación y preservación de ecosistemas y sus funciones ambientales, en donde destaca la identificación de 8 ambientes submarinos (Capítulo 4).
- d) Grado de conservación de las especies faunísticas presentes en el predio y en el SA. (Capítulo 4).
- e) Superficies de aprovechamiento planteadas por el Proyecto (Capítulo 2).
- f) Ubicación de infraestructura fuera de las zonas con restricciones legales-ambientales (Capítulos 2 y 3).
- g) Implementación de estrategias de análisis, vigilancia, seguimiento y mejoramiento de las
- h) condiciones ambientales a través un sistema de manejo ambiental (Capítulo 6).

Los límites y principales criterios empleados para definir el SAR del Proyecto son:

Al norte, la distribución de los ambientes marinos presentes en el área, en los que su desarrollo se ve definido por el gran aporte de agua dulce subterránea proveniente del continente, mismo que origina una interrupción en la unidad fisiográfica costera reconocida como Punta Maroma – Punta Bete y limita el desarrollo de una estructura arrecifal de gran tamaño (Juárez, J., *et. al.*, 2006).

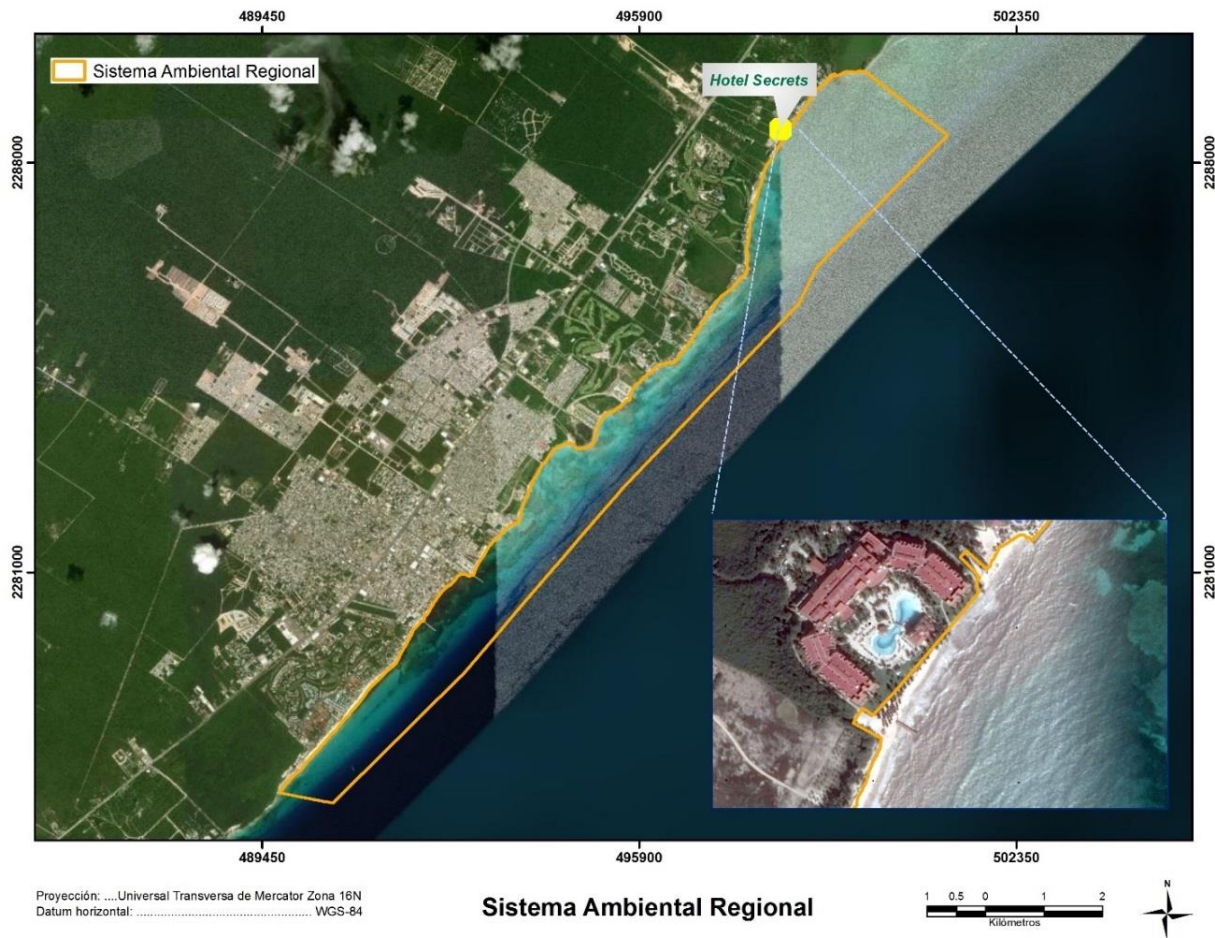
Al noreste, este y sureste, la cota batimétrica de 40 m, así como el límite este de la subzona de Uso Público Playa del Carmen y Tulum-Sian Ka'an, de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

Al sur, los hábitats marinos y cobertura bentónica definidos por la CONABIO (2017).

Al noroeste, oeste y suroeste, la franja costera donde se realizará el trabajo de recuperación de playa y la línea de costa, que supone la división entre el ambiente terrestre y el marino, determinado a partir de la fotografía aérea georreferenciada de 2017, tomando como referencia la pleamar máxima.

Es así que el SAR cuenta con una superficie de 1900.05 hectáreas, y una distancia lineal de 15.7 km de frente de playa. Su configuración se presenta en la Figura 7. 1.

Figura 7. 1 Sistema ambiental regional.

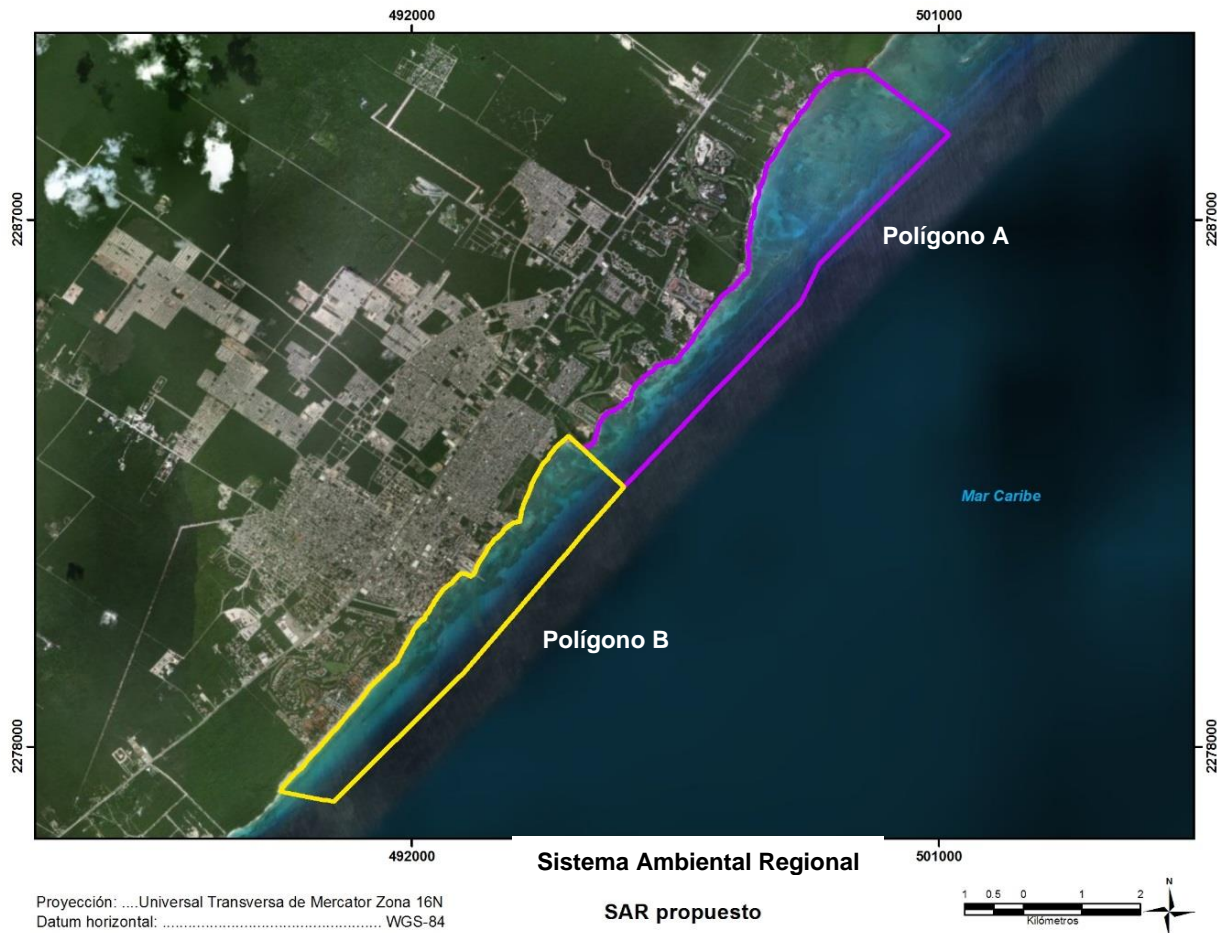




La zona costera incluida en el SAR del Proyecto considera áreas que registran vegetación inducida o sin vegetación, por tal motivo no se presenta una descripción de las características ambientales de esta superficie.

El SAR en el ambiente marino para efectos del estudio de caracterización ambiental fue dividido en 2 polígono denominados A (porción norte) y B (porción sur) (Figura 7. 2).

Figura 7. 2 Sistema ambiental regional, secciones A y B.



## 7.2. ANTECEDENTES LEGALES

El 2 de agosto de 2000, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Pesca, a través de la Delegación Federal de Quintana Roo, autorizó en materia de impacto ambiental el desarrollo del Hotel Secrets, mediante el oficio número DFQR/1089/2000.

El 15 de noviembre de 2006, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de la Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre, otorgó al [REDACTED], la concesión de la Zona Federal Marítimo Terrestre, a través del oficio número DGZF-1239/06 (Anexo 3.2) con el uso general, el cual permite la realización de construcciones u obras, con base en el artículo 232-C de la Ley Federal de Derechos.

De esta forma, se manifiesta que el incremento en la infraestructura en las zonas costeras del estado de Quintana Roo, ha generado de igual forma el aumento gradual de los procesos y fenómenos físicos de las playas<sup>1</sup>, siendo este el caso del área donde se realizarán las acciones de rehabilitación y protección de ambientes costeros de Playa del Carmen. Por esta razón la promovente desde el año 2010, ha trabajado tempestuosamente para minimizar las acciones de desgaste y erosión de la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) concesionada, no solamente en el aspecto estético, sino que también se ha visto forzado a realizar acciones emergentes para mantener óptima la seguridad de sus visitantes del hotel y turistas que la utilizan como paso.

Es en virtud de la grave situación que se presenta, la promovente se ha visto en la necesidad de desarrollar acciones de mayor alcance para enfrentar y disminuir los fenómenos erosivos y de pérdida de playa y desplazamiento de línea de costa que afectan su propiedad y, en consecuencia, vienen afectando el atractivo turístico del Sistema Ambiental Regional (SAR), con todas las negativas implicaciones que ello conlleva desde la perspectiva, ambiental, así como las afectaciones económicas, sociales y de seguridad y protección civil de los huéspedes y empleados del proyecto, toda vez que de continuar la tendencia degradativa de la zona en cuestión, en unión de fenómenos climatológicos más pronunciados, se estarán presentando condiciones no sólo latentes o potenciales, sino reales e inminentes de peligro de pérdidas del patrimonio ambiental de la región, de la infraestructura turística del Proyecto, así como de los pasivos laborales por pérdida de empleos directos e indirectos que pueden generarse del acrecentamiento de los fenómenos antes descritos, así como la afectación directa a la seguridad e integridad física de las personas que visitan y trabajan en el Hotel en comento.

Por lo anterior, el presente Proyecto de Recuperación y Estabilización de Playa en el Desarrollo Secrets (el Proyecto), que se plantea mediante la presente MIA-R, supone una medida responsable y efectiva por parte del Proyecto para atender de forma contundente y resolutive la problemática de erosión, pérdida de zona de playas y dunas, y el desplazamiento de línea de costa que le aqueja no sólo al hotel sino al SAR y que en conjunto con esfuerzos de otros desarrolladores, pueden detener y revertir en buena medida la tendencia negativa que se ha venido presentado en la región en los últimos años, tal y como se ha identificado y cuantificado en el Capítulo 2 de esta MIA-R.

### **7.3. ANÁLISIS RETROSPECTIVO**

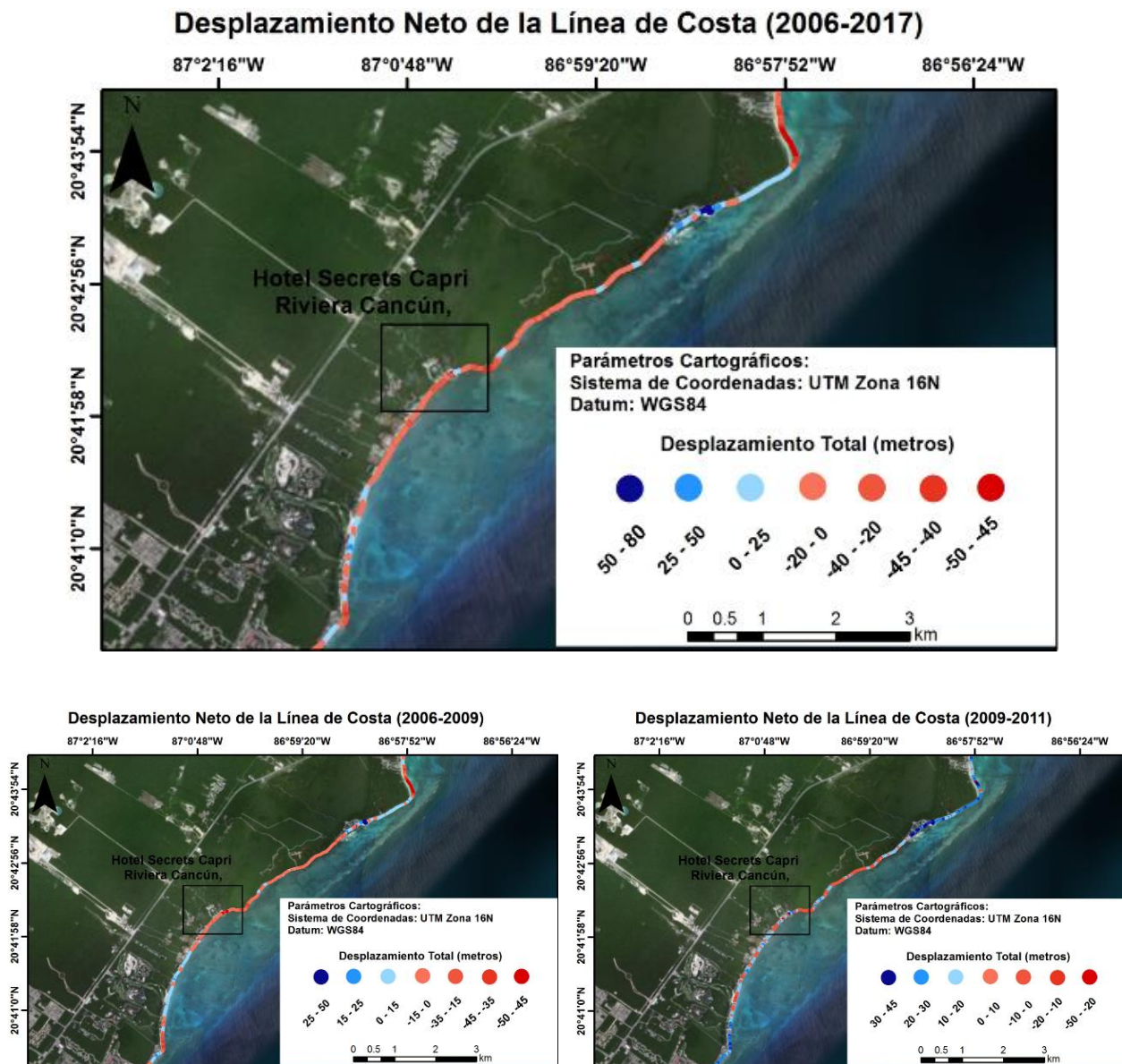
Este apartado se sustenta en el análisis retrospectivo de imágenes satelitales realizado por especialistas, para mayores detalles consulte el Capítulo 4 y sus anexos. Lo anterior pese a que se reconoce que una desventaja de las imágenes satelitales es el error por georreferenciación, con lo que se descarta la posibilidad de hacer correcciones por efecto de marea o eventos extremos. Estos errores deben ser considerados al evaluar el retroceso o avance de la línea de costa.

---

<sup>1</sup> Ruiz-Martínez, Gabriel, Silva-Casarín, Rodolfo, Posadas-Vanegas, Gregorio, Comparación morfodinámica de la costa noroeste del estado de Quintana Roo, México, Tecnología y Ciencias del Agua [en línea] 2013, IV (Julio-Agosto)[Fecha de consulta 7 de junio de 2018] Disponible en:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353531983003>ISSN.

Por medio del análisis de imágenes satelitales del periodo comprendido entre 2006-2017 (Figura 7. 3 y Figura 7. 4), fue posible observar el retroceso de la línea de costa en prácticamente toda la extensión del litoral y en la mayoría de los periodos intermedios analizados. Estos procesos se relacionan con la variabilidad y desplazamiento de Punta Maroma hacia el sur, que se ha producido con los años, dando lugar a una zona costera con mayor exposición a la acción del oleaje. En la zona de Proyecto, el análisis de cambio de línea de costa muestra la predominancia de pérdida de playa seca en los distintos periodos analizados, con un retroceso de línea de costa de 15 a 20 m en la mayor parte del litoral que ocupa el Predio, alcanzando valores de hasta 24 m en las secciones de playa más afectadas.

Figura 7. 3 Registro del cambio de la línea de costa en la celda litoral definida para el Proyecto, periodos 2006 -2017 (en azul, ganancia de playa; en rojo, pérdida de playa).



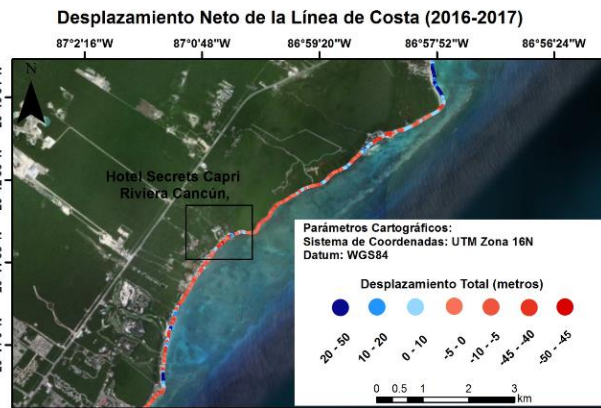
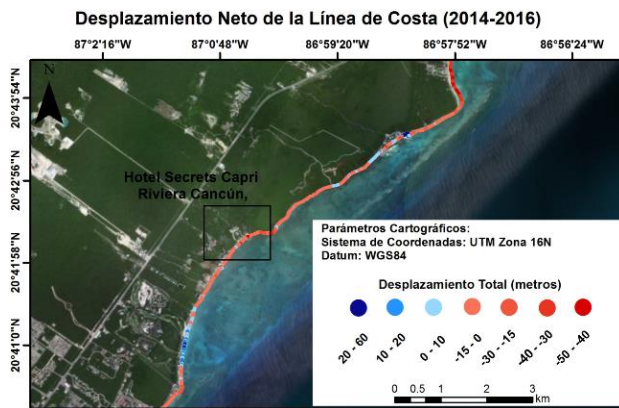
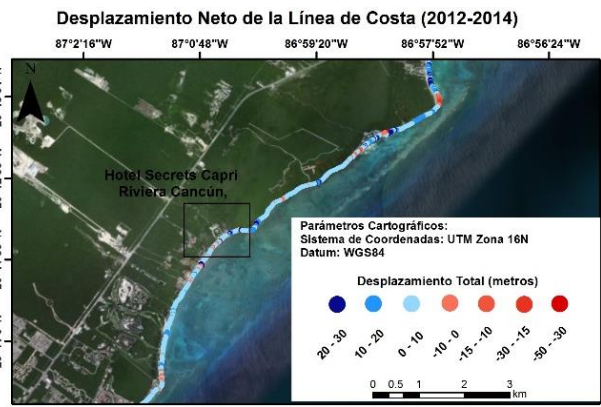
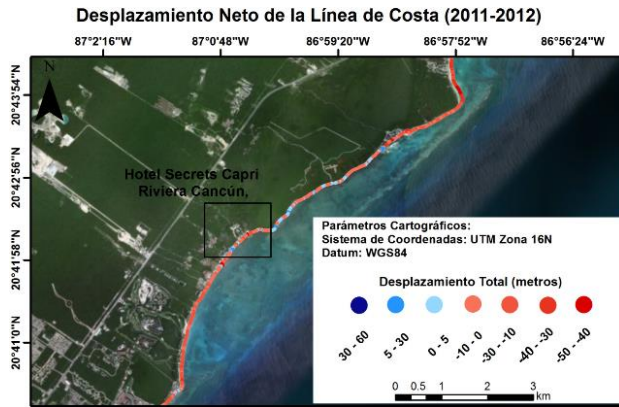
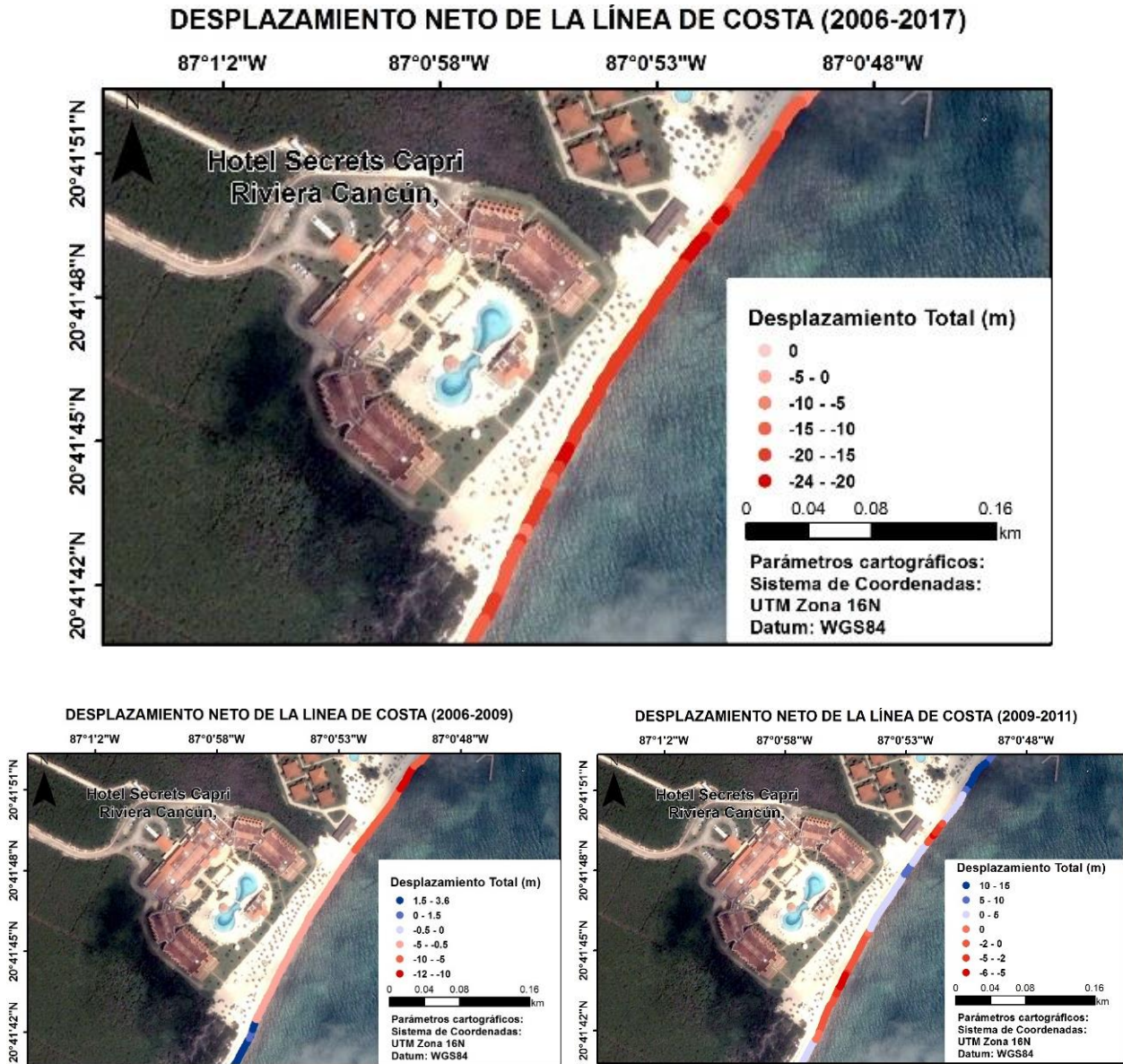
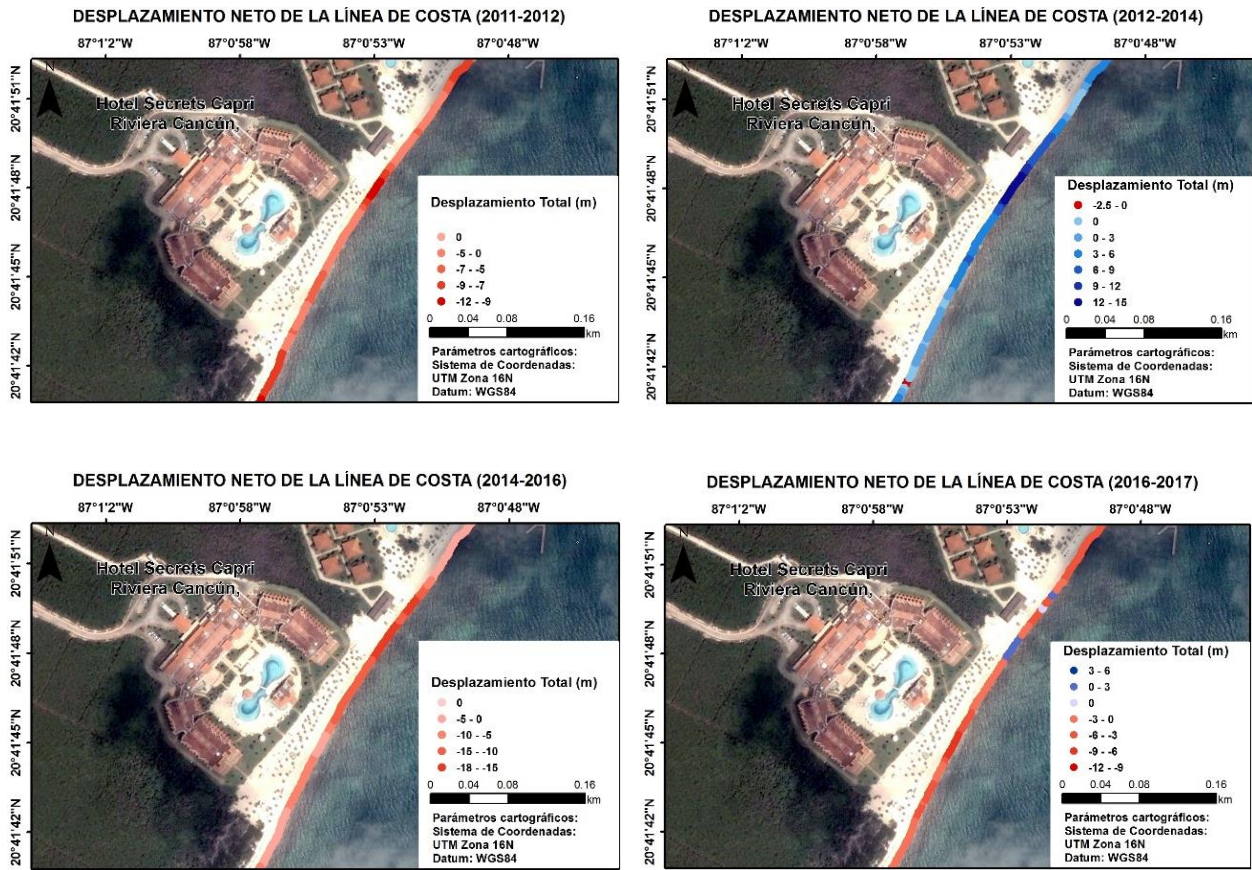


Figura 7. 4 Registro del cambio de la línea de costa, acercamiento al área del Proyecto, periodos 2006 - 2017 (en azul, ganancia de playa; en rojo, pérdida de playa).





Como se observa en la Figura 7. 5 la playa frente al Hotel Secrets alcanzó un estado crítico en el periodo de junio de 2014 a enero de 2017, principalmente en las sección central y norte de la playa.

Figura 7. 5. Imágenes de satélite que muestran el estado de la playa junto al Hotel Secrets: (a) 2014; (b) 2016; (c) 2017.



## 7.4. ESCENARIO ACTUAL

### 7.4.1. Línea de costa y ambientes marinos

Como se hizo mención en el Capítulo 6, apartado 4.4 Diagnóstico ambiental y el apartado 7.3 de este capítulo, la línea de costa actualmente se encuentra retrocedida significativamente, por lo que se presenta tendencia a la erosión permanente y una disminución en la superficie de playa.

Con la información recabada en los muestreos (consulte Capítulo 4 para mayores detalles), se realizó un mapa de ambientes para el SAR, con la intención de identificar posibles áreas con vegetación, y otros tipos de fondo diferentes a la arena. De acuerdo al tipo de sustrato, estructura geomorfológica, profundidad, relieve y la biota marina predominante, para el SAR se reconocieron 10 tipos de ambientes marinos (Figura 7. 6). Estos ambientes están relacionados con el patrón de zonación arrecifal descrito para la zona de estudio ((Gutiérrez, et al., 1993b, 1995; Lara, et al, 1994a, 1994b, Padilla, et al, 1994).

Figura 7. 6 Mapa de ambientes marinos del SAR.

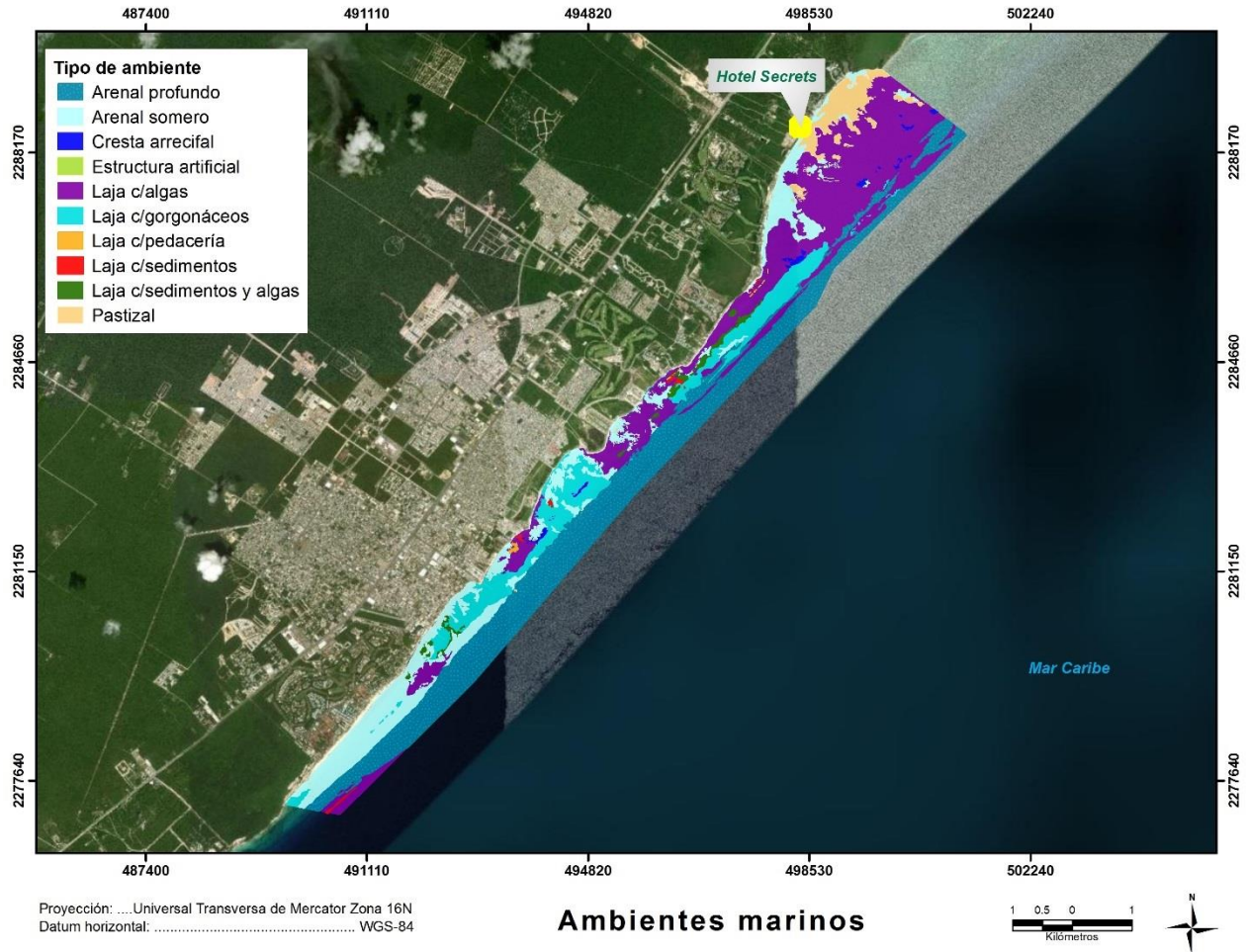




Tabla 7. 1. Ambientes marinos del SAR.

Proyecto/Ambientes marinos	Sección A	Sección B	Total
	Superficie (m <sup>2</sup> )		
Arenal profundo	2682972.64	3377400.94	6060373.58
Arenal somero	978211.51	2057362.88	3035574.39
Cresta arrecifal	89301.08	61339.49	150640.57
Estructura artificial	4041.32	2481.72	6523.04
Laja con algas	5504093.18	667496.88	6171590.06
Laja con gorgonáceos	858661.62	1515863.28	2374524.9
Laja con pedacera	836.58	15146.82	15983.4
Laja con sedimentos	25238.67	32691.78	57930.45
Laja con sedimentos y algas	178338.91	86831.22	265170.13
Pastizal	845115.99	13180.29	858296.28
<b>Total</b>	<b>11166811.50</b>	<b>7829795.30</b>	<b>18996606.80</b>

En el SAR, se registró un total de 18 especies de corales duros (escleractinios), 2 especies de hidrocorales, 22 especies de corales blandos (gorgonáceos), 58 especies de peces (ictiofauna), 82 especies de vegetación marina (macroalgas y pastos marinos) y 52 especies de invertebrados (anélidos, anémonas, coralimorfos, crustáceos, equinodermos, esponjas, moluscos y zoántidos).

También se encontraron 4 especies bajo la categoría sujetas a protección especial (Pr) en la NOM-059-SEMARNAT-2010, 2 especies de corales escleractinios: *Acropora palmata* y *Acropora cervicornis*; y 2 especies de gorgonáceos: *Plexaura homomalla* y *Plexaurella dichotoma*. El nivel de protección de cada especie, así como el tipo de ambiente y abundancia en el que se encontraron se muestran en la Tabla 7. 2.

Tabla 7. 2. Especies presentes en el área de estudio que se encuentran sujetas a protección especial (Pr) en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Taxa	Especie	Nivel de protección	Ambiente y sección (abundancia)
Corales	<i>Acropora palmata</i>	Pr	Cresta - Sección Bahía (Presencia fuera del transecto)
	<i>Acropora cervicornis</i>	Pr	Cresta - Sección Bahía (Presencia fuera del transecto)
Gorgonáceos	<i>Plexaura homomalla</i>	Pr	Cresta - Sección Bahía (Común) Laja con algas - Sección Costa (Rara) Laja con gorgonáceos - Sección Costa (Escasa)
	<i>Plexaurella dichotoma</i>	Pr	Laja con algas - Sección Bahía (Escasa) Laja con gorgonáceos - Sección Bahía (Escasa) Arenal profundo - Sección Costa (Escaso) Laja con algas - Sección Costa (Rara) Laja con gorgonáceos - Sección Costa (Rara)

Se cuenta con el registro de tres especies de pasto marino y dos corales duros (Tabla 7. 3), incluidas en el Proyecto de modificación del anexo normativo III, lista de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, publicado el 13 de agosto de 2018 y aprobado el 14 de noviembre de 2019. **Cabe señalar que el anexo normativo III, para la especie de pasto marino *Halodule wrightii*, restringe su protección a las siguientes áreas geográficas: “poblaciones del Sistema Arrecifal Veracruzano, Laguna la Mancha, Arrecife Isla Lobos, Arrecife Tuxpan y Laguna Tamiahua (Veracruz) y Canal del Infiernillo (Sonora)”.**

Tabla 7. 3. Especies de pasto marino y corales incluidas en el Proyecto de Modificación del Anexo Normativo III, lista de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Pr = sujeta a protección especial. A = amenazada.

Género	Especie	Estatus
<i>Halodule</i>	<i>wrightii</i>	A
<i>Syringodium</i>	<i>filiforme</i>	A
<i>Thalassia</i>	<i>testudinum</i>	Pr
<i>Orbicella</i>	<i>annularis</i>	A
<i>Orbicella</i>	<i>faveolata</i>	A

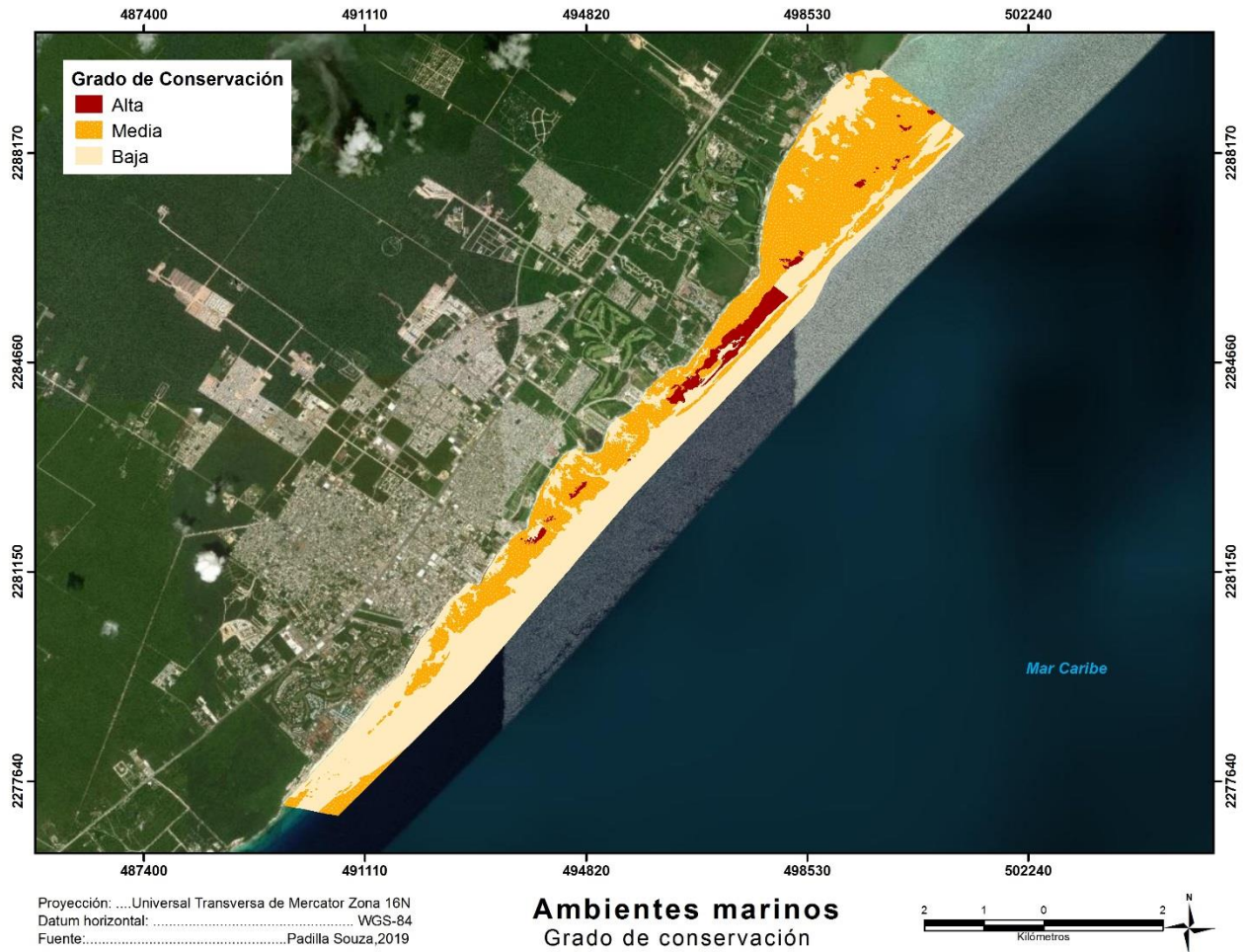
El SAR definido para el Proyecto presenta un sistema arrecifal con diferentes grados de desarrollo con una laguna arrecifal incipiente y presencia de praderas marinas, un esbozo de cresta arrecifal con parches pequeños y aislados, planicie de laja calcárea con baja diversidad de biota marina, y un arenal profundo muy extendido en la parte profunda.

La ausencia de una barrera arrecifal genera ambientes marinos muy homogéneos, poco diversos y con escasa biota marina asociada. La estructura comunitaria de los corales, como principales constructores arrecifales, es en términos generales baja.

El arrecife del SAR en el ambiente marino se encuentra sujeto a factores ambientales y antrópicos que provocan la baja presencia de corales constructores de arrecifes, lo cual se refleja en un detrimento de la calidad y funcionalidad de este ecosistema.

En términos generales se puede concluir que el SAR marino definido para este Proyecto se encuentra en un estado de conservación medio, tal y como se puede observar en la Figura 7. 7.

Figura 7. 7. Grado de conservación de los ambientes marinos del SAR.



#### 7.4.2. Banco marino

La factibilidad de extracción de arena consideró 8 bancos marinos, distribuidos a lo largo del SAR marino, en los cuales se llevó a cabo un estudio para caracterizar la biota marina existente y determinar su viabilidad ambiental como posibles sitios donadores de sedimento (Figura 7. 8 y Tabla 7. 4).

Figura 7. 8. Mapa de ambientes para los 8 bancos de arena. Los polígonos se muestran con línea negra.

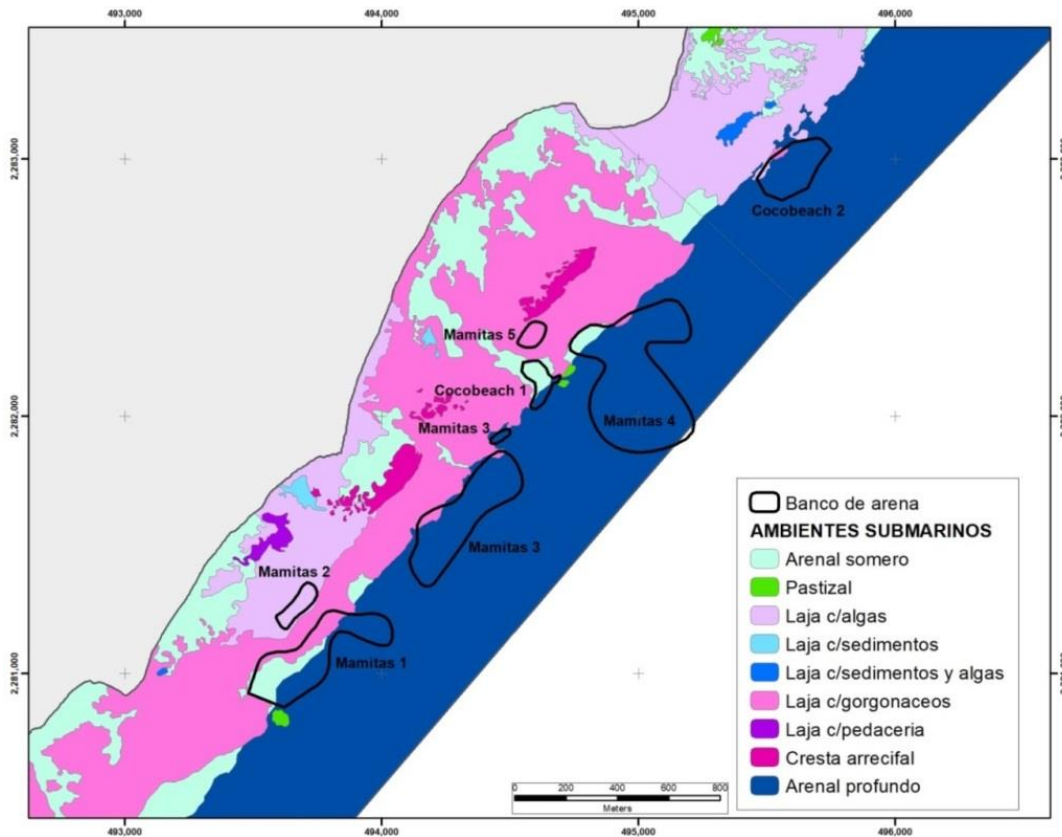


Tabla 7. 4. Superficie por tipo de ambiente para los 8 polígonos de los Banco de Arena, expresado en número de hectáreas (ha).

Ambiente	Banco de arena (ha)							
	Mamitas 1 (M1)	Mamitas 2 (M2)	Mamitas 3 (M3)	Mamitas 3 somero (M3s)	Cocobeach 1 (C1)	Mamitas 4 (M4)	Mamitas 5 (M5)	Cocobeach 2 (C2)
Arenal somero	2.31				0.89	0.77		
Laja con algas		1.19						0.14
Laja con gorgonáceos	1.75		0.000869		0.03	0.17	0.76	0.12
Arenal profundo	4.26		4.58	0.23	0.40	16.83		3.82
<b>Total</b>	<b>8.32</b>	<b>1.19</b>	<b>9.01</b>	<b>0.23</b>	<b>1.32</b>	<b>17.77</b>	<b>0.76</b>	<b>4.08</b>

Se registró un total de 15 especies de invertebrados, pertenecientes a 14 géneros y 13 familias. Se muestrearon un total de 19 individuos en los 8 bancos de arena incluidos en el Proyecto. La especie con la distribución más amplia en el área fue *Mellita quinquesperforata*, al estar representada en 5 de los 8 bancos considerados.

Se registró un total de 15 especies de gorgonáceos, pertenecientes a 10 géneros y 3 familias. Se muestrearon un total de 191 individuos en los 8 bancos de arena. La especie dominante en los 2 sitios donde se registraron gorgonáceos fue *Pseudopterogorgia americana*, la cual se encontró donde había disponible sustrato duro para su fijación. En los 2 bancos con registro de gorgonáceos (M2 y M5) se encontraron colonias dañadas. En M2 se registró una frecuencia del 2.9 %, mientras que en M5 la frecuencia observada correspondió al 4%. Los daños registrados fueron el sobrecrecimiento de algas, siendo sus frecuencias más bajas en los demás ambientes. En los demás bancos no hubo registros.

En el área de estudio se registró un total de 12 especies de Algas, pertenecientes a 9 géneros y 4 phyla. La especie dominante es el alga verde calcárea de crecimiento erecto *Rhipocephalus phoenix* en la mayoría de los bancos, y hay presencia importante del pasto marino *Halodule wrightii*. Las especies del género *Halimeda spp.* también son importantes por su abundancia y amplia distribución al presentarse en la mayoría de los bancos.

La comunidad de corales en los bancos de arena es muy escasa, y solamente se encuentra presente en los sitios en donde existe sustrato de laja para permitir su fijación y crecimiento. De este modo solamente se encontraron pequeñas colonias de los géneros *Porites spp.* y *Siderastrea spp.* principalmente en los bancos denominados Mamitas 2 y Mamitas 5. En cuanto a la condición de los organismos tenemos que alrededor del 70% de las colonias se registraron sin ningún tipo de daño, y que la afectación más común fue por sedimentos.

En total se registraron 20 especies de peces en los polígonos de los bancos de arena, pertenecientes a 15 géneros y 13 familias. La especie que más abundante fue el lábrido pez navaja, *Xrychtys martinicensis*. El sitio con el mayor número de especies observadas fue M5, mientras que en el sitio denominado C2 no se observaron peces. Cabe resaltar el registro de un tiburón Toro (*Carcharhinus leucas*) en uno de los transectos de muestreo. Ninguna de las especies registradas se encuentra enlistada en la NOM-59 SEMARNAT 2010.

La infauna que se registró en los 8 polígonos definidos para los bancos de arena del proyecto consta de un total de 37 especies de invertebrados, pertenecientes a 30 géneros, 25 órdenes y 8 clases de 6 grupos: *Annelida*, *Cephalorhyncha*, *Crustacea*, *Echinodermata*, *Mollusca* y *Sipuncula*.

El banco Mamitas 4 fue el que presentó mayor número de especies y abundancia de organismos, seguido del banco Mamitas 1; registrando entre 3 y 12 especies en cada muestra. El resto de los bancos presentó entre 4 y 7 especies por muestra. Las especies que tuvieron mayor abundancia fueron las galletas de mar del género *Mellita spp.*, y los bivalvos de las familias *Psammobiidae* y *Lucinidae*, encontrando entre 5 y 10 ejemplares entre todas las muestras. El resto de las especies se encontraron en una abundancia de 1 a 4 organismos en total.

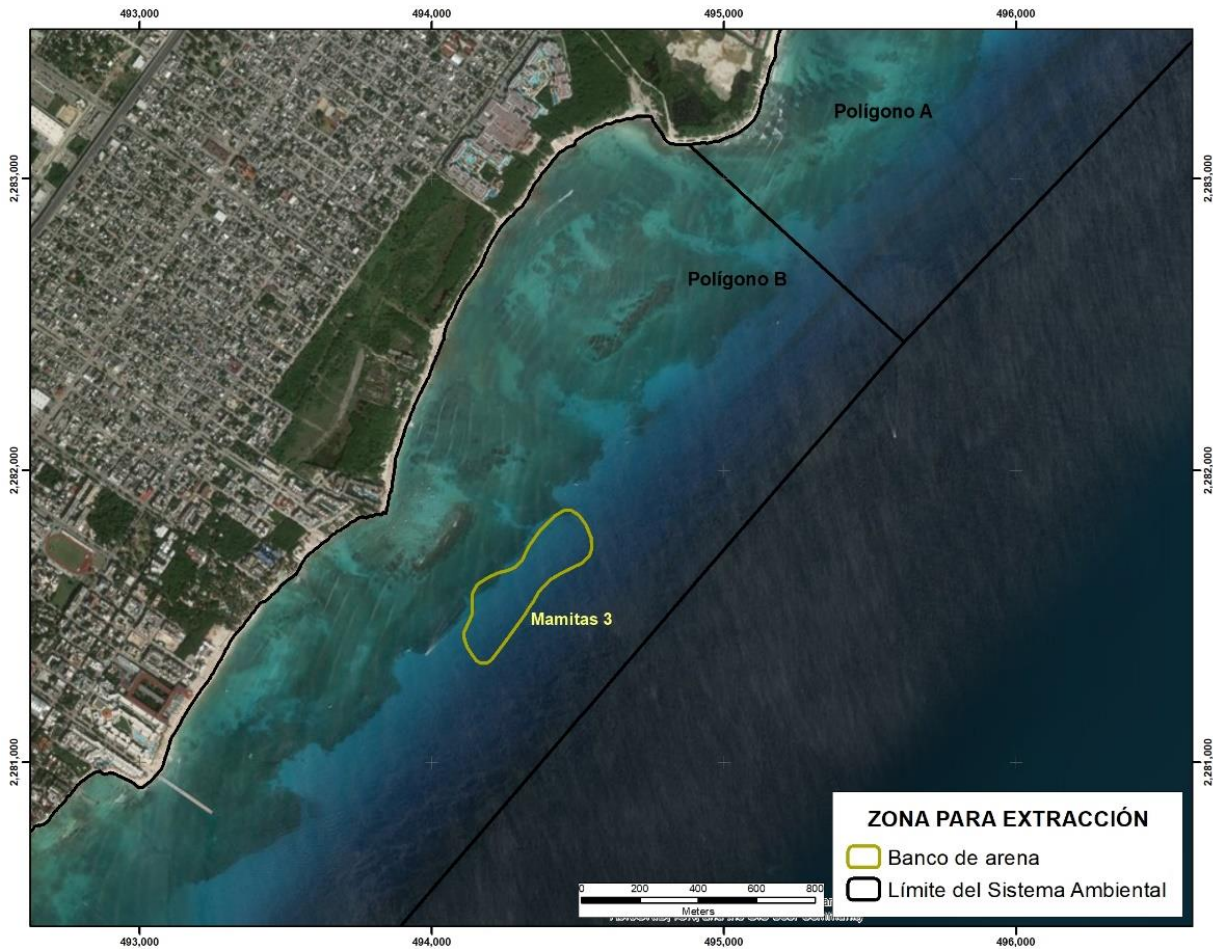
A partir de la información generada durante el estudio de caracterización de la biota presente en los bancos de arena se hizo un ajuste a los bancos que se proponen como aprovechables para la extracción de arena, considerando para tal fin, únicamente 1 banco de arena (Figura 7. 9). Cabe señalar que también la superficie de aprovechamiento del banco de arena fue ajustada de 9.01 a 4.5 ha.

- Mamitas 3

Este banco de arena se encuentra a aproximadamente 8 km al suroeste del Hotel Secrets, su superficie de aprovechamiento ajustada corresponde a 4.5 ha (45,839 m<sup>2</sup>), con profundidades que van de los 10 a 15 m y con un volumen aproximado de 58,600 m<sup>3</sup>, del que se pretenden extraer aproximadamente 9,000 m<sup>3</sup>, que representa el 15.35% del volumen del banco.

El ambiente marino de Laja con Gorgonáceos y Arenal Profundo, son los que se desarrollan en este banco marino, siendo este último el de mayor extensión con 45821.77 m<sup>2</sup> (99%), y el que se caracteriza por presentar un sustrato de arena fina, con una comunidad biótica prácticamente nula.

Figura 7. 9 Polígono del banco de arena identificado como sitio donador para extracción de sedimento (línea amarilla).



### **7.4.3. Socioeconomía**

El municipio de Solidaridad es uno de los 11 municipios que integran el estado de Quintana Roo. Cuenta con una extensión de 2 204.73 km<sup>2</sup>, lo que representa el 8.35 % de la superficie del Estado. Entre las principales localidades, para el municipio, se encuentra Playa del Carmen, que representa su cabecera municipal, el SAR se localiza frente a las costas de este centro urbano.

El municipio de Solidaridad, es junto con los municipios de Benito Juárez y Tulum, los de mayor crecimiento demográfico en el país, el principal motivo es la inmigración de población atraída por la oferta de empleo y desarrollo económico propiciado por el turismo que es la actividad económica básica (SECTUR, et al, 2013). Los registros indican que este crecimiento ha sido exponencial, pasando de 10 594 habitantes en 1990 a 209 634 personas para 2015, lo que significa que la población incremento aproximadamente 19 veces más, en 25 años.

Geográficamente, 87.2% del total de las unidades económicas para Quintana Roo se concentra en cuatro municipios, Benito Juárez, Othón P. Blanco, Cozumel y Solidaridad, que concentra el 15.2%. En conjunto estos municipios aportaron el 93.8% de la producción bruta total para el estado, Solidaridad contribuyó con el 24.7%.

En el municipio de Solidaridad, entre 2010 y 2015, la población de 12 años y más pasó de 119 352 a 162 596 personas, de las cuales 67% conforman la población económicamente activa (PEA), y el 33% se identifica como población no económicamente activa. La población ocupada ha aumentado ligeramente. En 2010 representó el 96.40% de la PEA y para 2015 se situó en un 97.64%, equivalente a 106 588 personas. La tasa de desocupación (TDA-2015) fue de 2.36%, un porcentaje menor al nacional (4%) y al estatal (2.9%) (H. Ayuntamiento de Solidaridad, 2016 – 2018).

Dentro de las actividades terciarias, la población ocupada con actividades relacionadas directamente con el turismo representó para el 2014 el 54.83%, comercio 20.37%, transporte 9.16% y actividades diversas 15.64% (H. Ayuntamiento de Solidaridad, 2016 – 2018). La principal actividad económica del estado y del municipio es el turismo; en el 2015 este sector captó el 38.5% del total de divisas que ingresaron al país.

A nivel estatal, Solidaridad cuenta con el mayor número de hoteles (214) y cuartos (35 769). La infraestructura hotelera con que cuenta el municipio representa el 37.94% de los hoteles y 41.31% de los cuartos disponibles en el estado.

### **7.5. PLANTEAMIENTO INTEGRAL**

El objetivo del proyecto de “Recuperación y Estabilización de Playa en el Desarrollo Secrets”, consiste en la implementación de un planteamiento integral para proteger la costa del oleaje y permitir que haya una alimentación natural de arena, así como mantener la funcionalidad del ecosistema, proteger las actividades humanas y favorecer la continuidad de la operación turística ya establecida en el sitio. El diseño fue planteado a partir de los estudios técnicos realizados y la participación de un equipo multidisciplinario de expertos, quienes determinaron la mejor solución ante el proceso regional de erosión costera.

Durante el proceso se analizaron diferentes opciones constructivas y de disposición considerando combinaciones de elementos paralelos, perpendiculares y angulados con respecto a la línea de costa, así como diferentes elevaciones. La propuesta busca reproducir el efecto de las estructuras naturales de protección generando beneficio en todo el frente del sitio de interés y cuidando posibles afectaciones a las zonas colindantes.

Finalmente, el planteamiento integral del Proyecto quedó conformado de las siguientes obras y actividades y con la siguiente finalidad:

1. Obras de protección costera: Construcción de dos rompeolas de 50 m de largo, paralelos a la línea de costa.
2. Extracción y transporte de arena: Extracción de aproximadamente 9,000 m<sup>3</sup> de arena, del banco marino seleccionado y transporte del material al área de depósito mediante una draga de tolva.
3. Relleno de playa: Vertido de arena para recuperar la playa erosionada en una longitud aproximada de 270 m.

## **7.6. IMPACTOS**

De acuerdo al análisis de identificación de impactos ambientales relacionados con la implementación del Proyecto, se identificó que los 12 impactos negativos potenciales, determinados durante la evaluación, no ponen en riesgo la estructura y función de los ecosistemas descritos en el SAR, pues cada uno de ellos contará con sus adecuadas y eficientes medidas de mitigación que garantizan que los ecosistemas y recursos asociados retornen a su estado original e incluso mejoren la prestación de servicios ambientales. Del total de impactos negativos identificados, sólo uno fue clasificado como impacto residual negativo y significativo, que corresponde a la alteración de geoformas (modificación del paisaje natural), derivado de la construcción de los rompeolas, el cual será un elemento nuevo en el paisaje, sin embargo, los efectos de dicho impacto generan otros que son positivos, como la protección de la playa arenosa y de la infraestructura turística adyacente.

De los 8 impactos positivos identificados, los cuales representan el 41.5% del total de impactos. El desarrollo del Proyecto generará cuatro impactos residuales positivos que son: el aumento de la superficie de playa, el aumento de la oferta turística, la estabilización de la zona litoral y la modificación del fondo marino, este último asociado a la construcción de los rompeolas, por la creación de zonas con mayor heterogeneidad ambiental, lo que derivará en el aumento de la biodiversidad ya que proporcionará sitios de refugio, alimentación y reproducción para un mayor número de especies de biota marina.

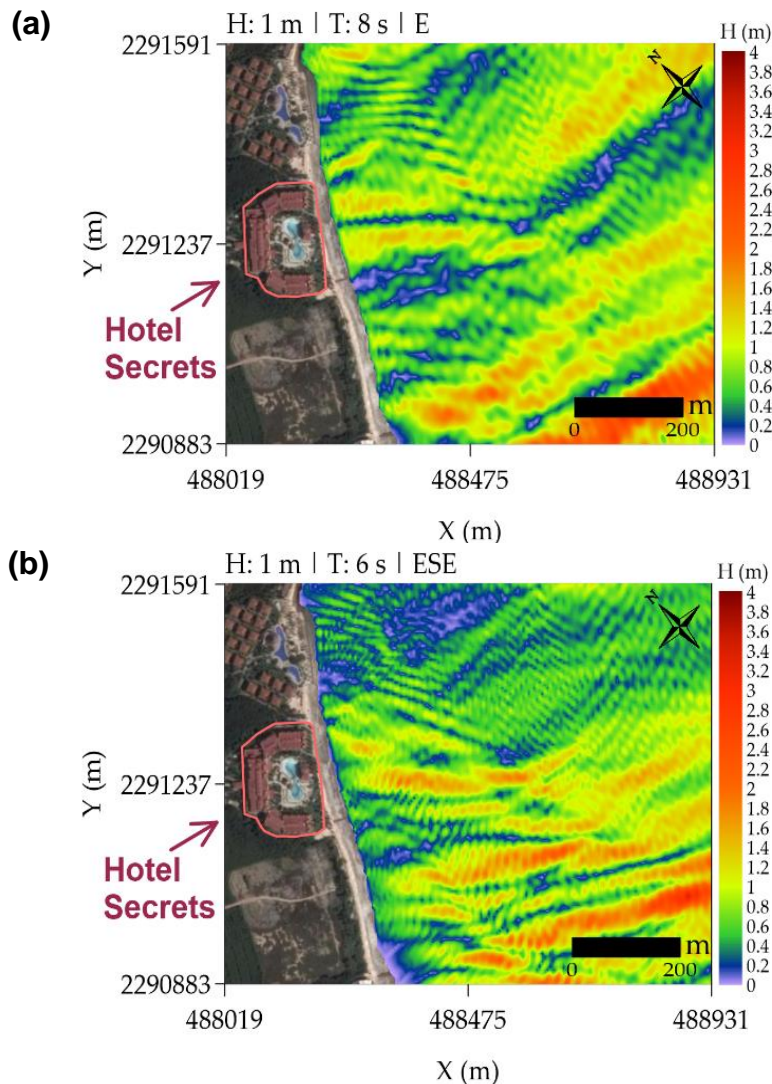
## **7.7. PRONÓSTICO DEL ESCENARIO DEL PROYECTO**

Los resultados de la modelación numérica mostraron la concentración de energía del oleaje, representada por la altura de ola, en la zona de playa frente al Hotel Secrets para las condiciones de oleaje más frecuentes que se producen en situación de calma y de tormenta.



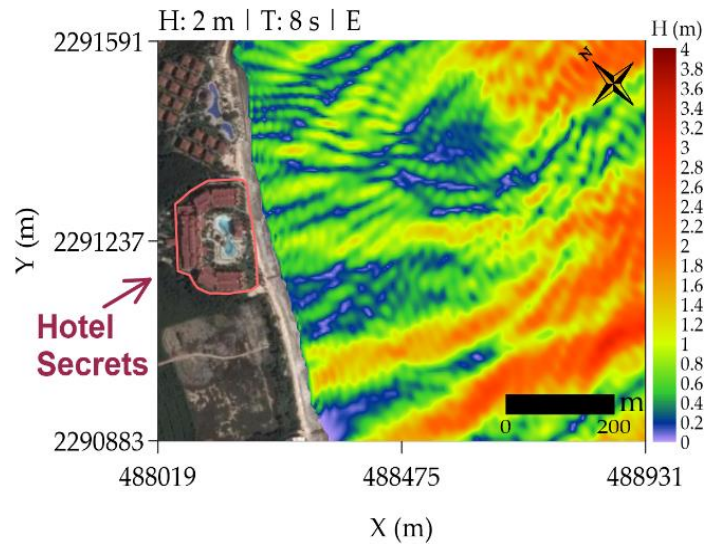
En calma, la llegada de olas energéticas a la zona del Hotel Secrets es observada para las dos direcciones predominantes de procedencia, esto es, para oleaje del este y este-sureste. En la Figura 7. 10 se muestra, a modo de ejemplo, los resultados asociados a escenario de oleaje en calma, del este (Figura 7. 10a) y del este-sureste (Figura 7. 10b). En estas figuras, la concentración de energía del oleaje es identificada mediante tonos de colores amarillos y naranjas, con altura de ola en la zona próxima a la costa superior a 1 m.

Figura 7. 10. Altura de ola, escenarios en condiciones de calma. Configuración actual: (a) Oleaje en dirección este (T: 8 s); (b) oleaje en dirección este-sureste (T: 6 s).



En tormentas, las condiciones de oleaje más desfavorables se producen debido principalmente a oleaje de dirección este, afectando a prácticamente todo el litoral del Hotel Secrets, como muestran los resultados representados en la Figura 7. 11, con olas de 0.5 a 1 m.

Figura 7. 11. Altura de ola, escenarios en condiciones de tormentas del este. Configuración actual de playa.



Es importante resaltar la intensidad de las olas que alcanzan la playa junto al Hotel Secrets para ciertas condiciones de calma, superior a las de algunas tormentas, como puede verse por ejemplo en Figura 7. 10 vs Figura 7. 11.

Los resultados obtenidos para el oleaje se reflejan en la magnitud de las corrientes que son generadas por el mismo cerca de la costa. El oleaje pone en suspensión el sedimento y este es movido por las corrientes, perdiéndose en gran parte mar adentro en el perfil de playa. Las corrientes asociadas al oleaje representado en Figura 7. 10 y Figura 7. 11 muestran en Figura 7. 12 y Figura 7. 13 para oleaje en calma y tormenta respectivamente, con velocidades de corriente en la zona próxima a la costa de hasta 0.03 y 0.05 m/s.

Figura 7. 12. Circulación de corrientes en la zona del Hotel Secrets, escenarios en condiciones de calma: Oleaje del este (T: 8 s); (b) oleaje el este-sureste (T: 6 s). (Nota: los colores indican la magnitud de velocidad de corriente y las flechas el sentido de circulación).

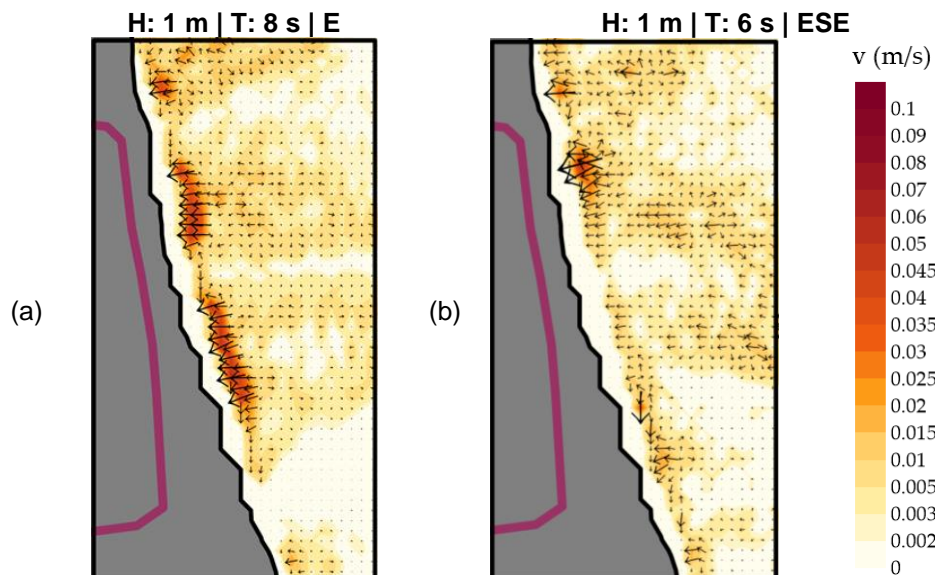
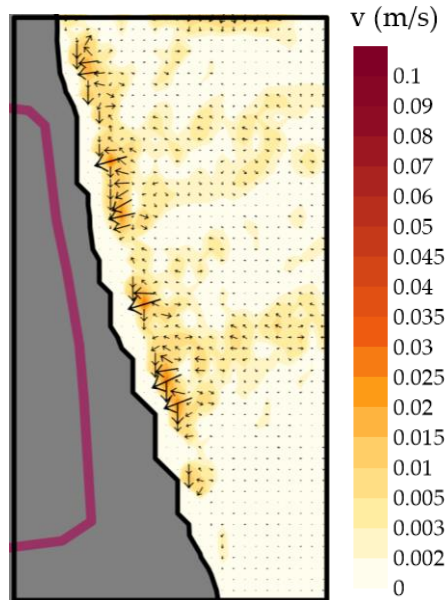
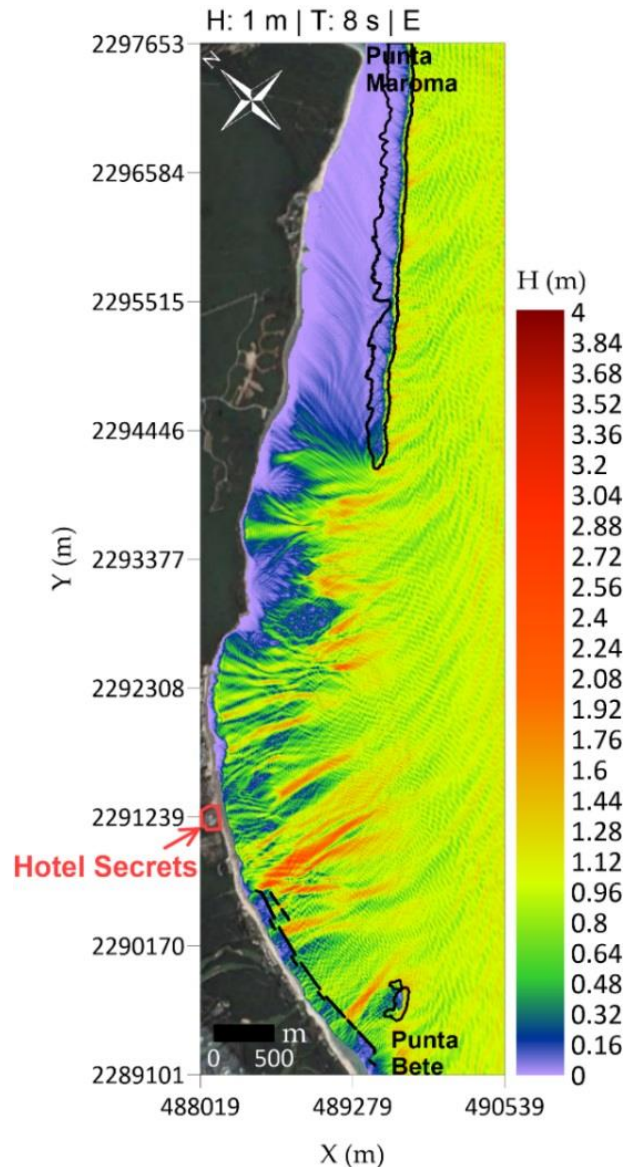


Figura 7. 13. Circulación de corrientes en la zona del Hotel Secrets, escenario en condición de tormentas del este. (Nota: los colores indican la magnitud de velocidad de corriente y las flechas el sentido de circulación).  
H: 2 m | T: 8 s | E.



En cuanto a la propagación del oleaje, se puede observar que el Hotel Secrets se encuentra en una de las zonas con mayor exposición a la acción del oleaje, desprovista de protección arrecifal y de estructuras, donde la configuración del fondo marino favorece la concentración de energía del oleaje cerca de la costa (Figura 7. 14). Por tanto, los resultados muestran un área amenazada por la acción del clima de oleaje, lo que explica el retroceso de costa que se ha producido con los años por erosión de playa.

Figura 7. 14. Resultados de propagación de altura de ola en región de celda litoral, escenarios en condiciones de calma, oleaje en dirección este, configuración actual de playa.



Los resultados de modelación numérica mostraron el servicio de protección que ofrecería a la costa la estructura propuesta en este Proyecto, reflejado la llegada de olas menos energéticas a la playa para las condiciones de clima de oleaje más frecuentes que caracterizan la región y que ocasionan pérdida de playa seca junto al predio, como son las tormentas de dirección este y oleaje de calma procedente del este y este-sureste. Por ejemplo, estos resultados se pueden observar en la Figura 7. 15 y Figura 7. 16 para oleaje en calma y en la Figura 7. 17 y Figura 7. 18 para tormentas.

Figura 7. 15. Altura de ola, escenarios en condiciones de calma- oleaje en dirección este: (a) Configuración actual; (b) configuración de proyecto.

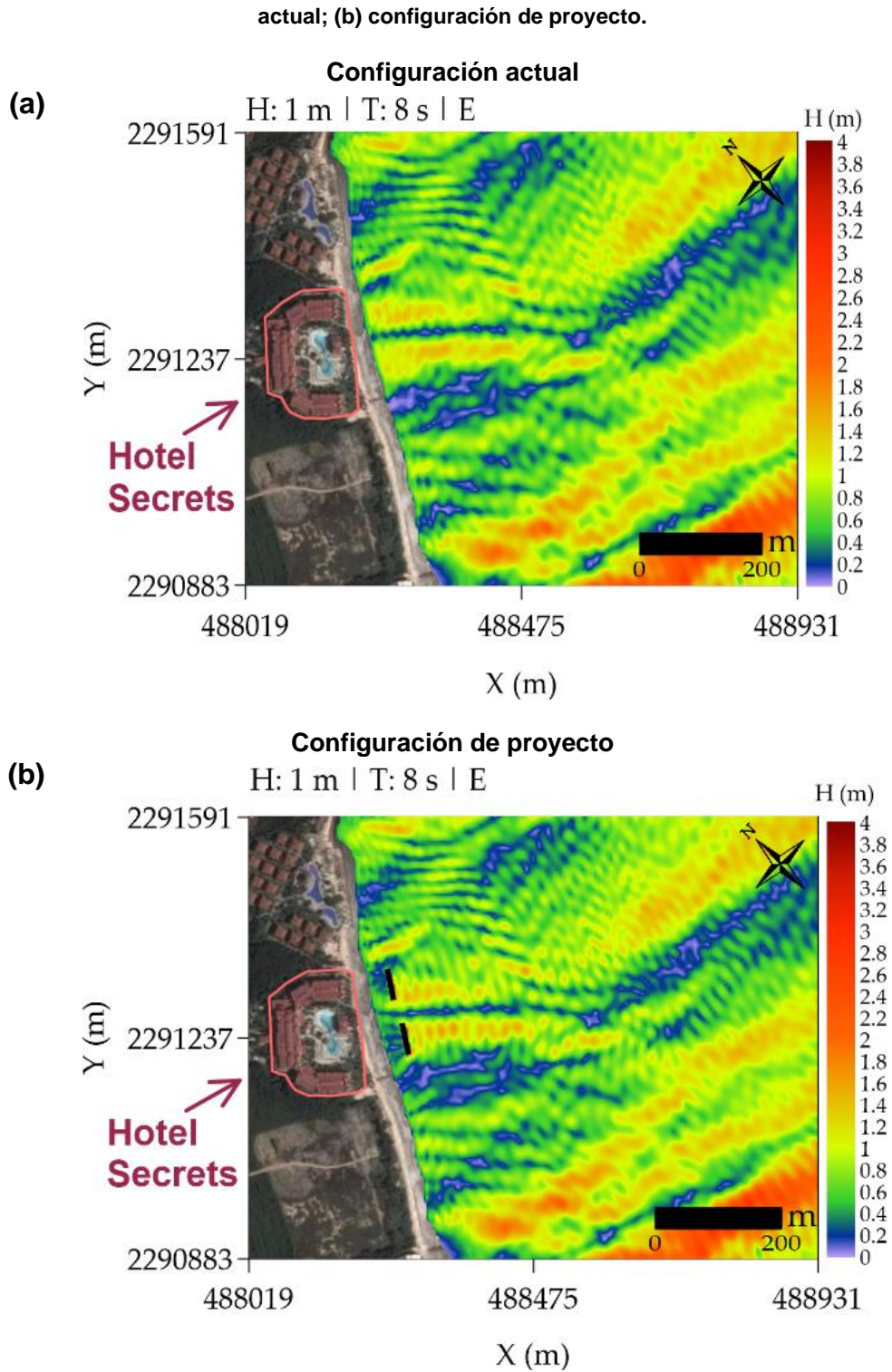


Figura 7. 16. Altura de ola, escenarios en condiciones de calma- oleaje en dirección este-sureste (T: 6 s): (a) Configuración actual; (b) configuración de proyecto.

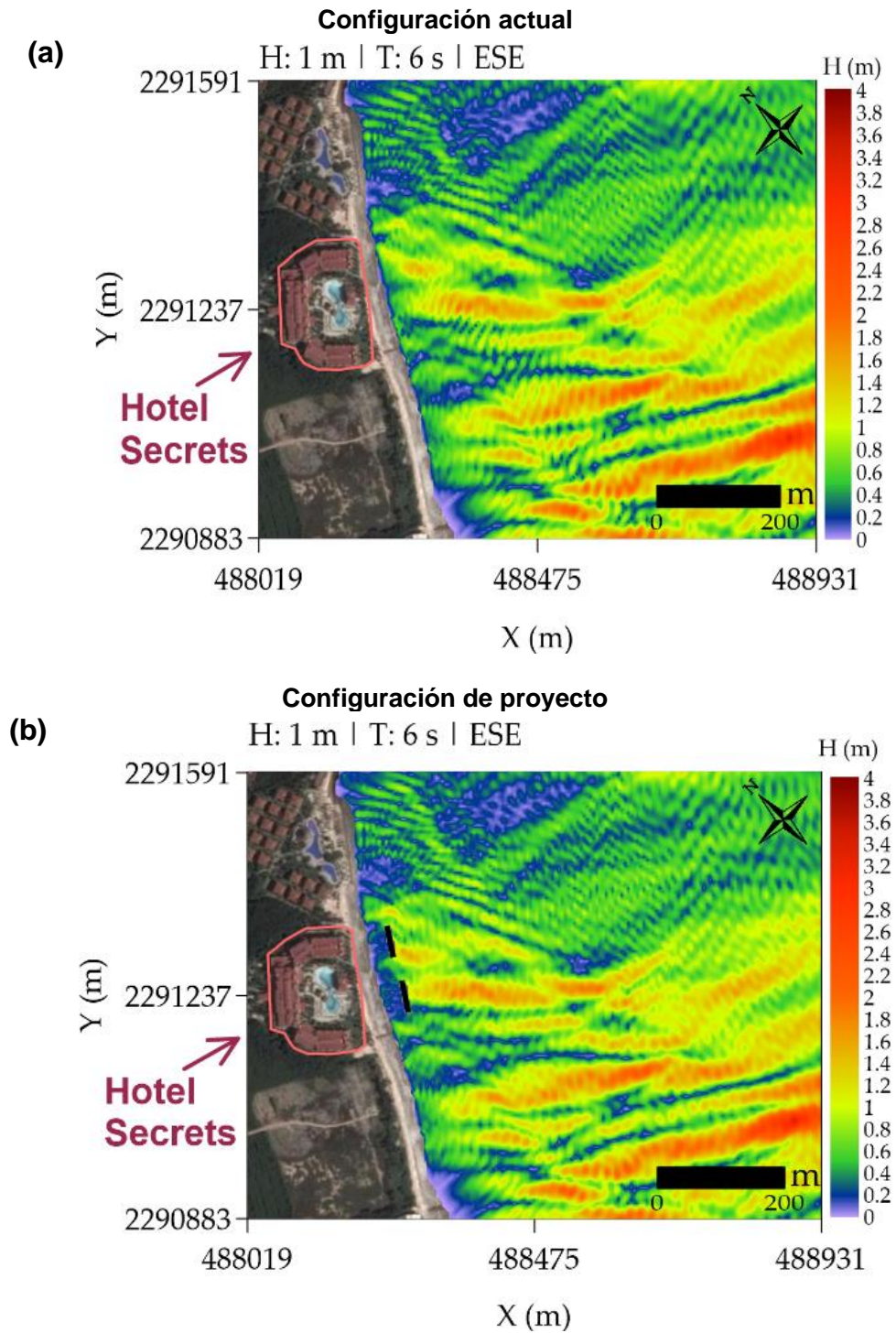


Figura 7. 17. Altura de ola, escenarios en condiciones de tormentas del este: (a) Configuración actual; (b) configuración de proyecto.

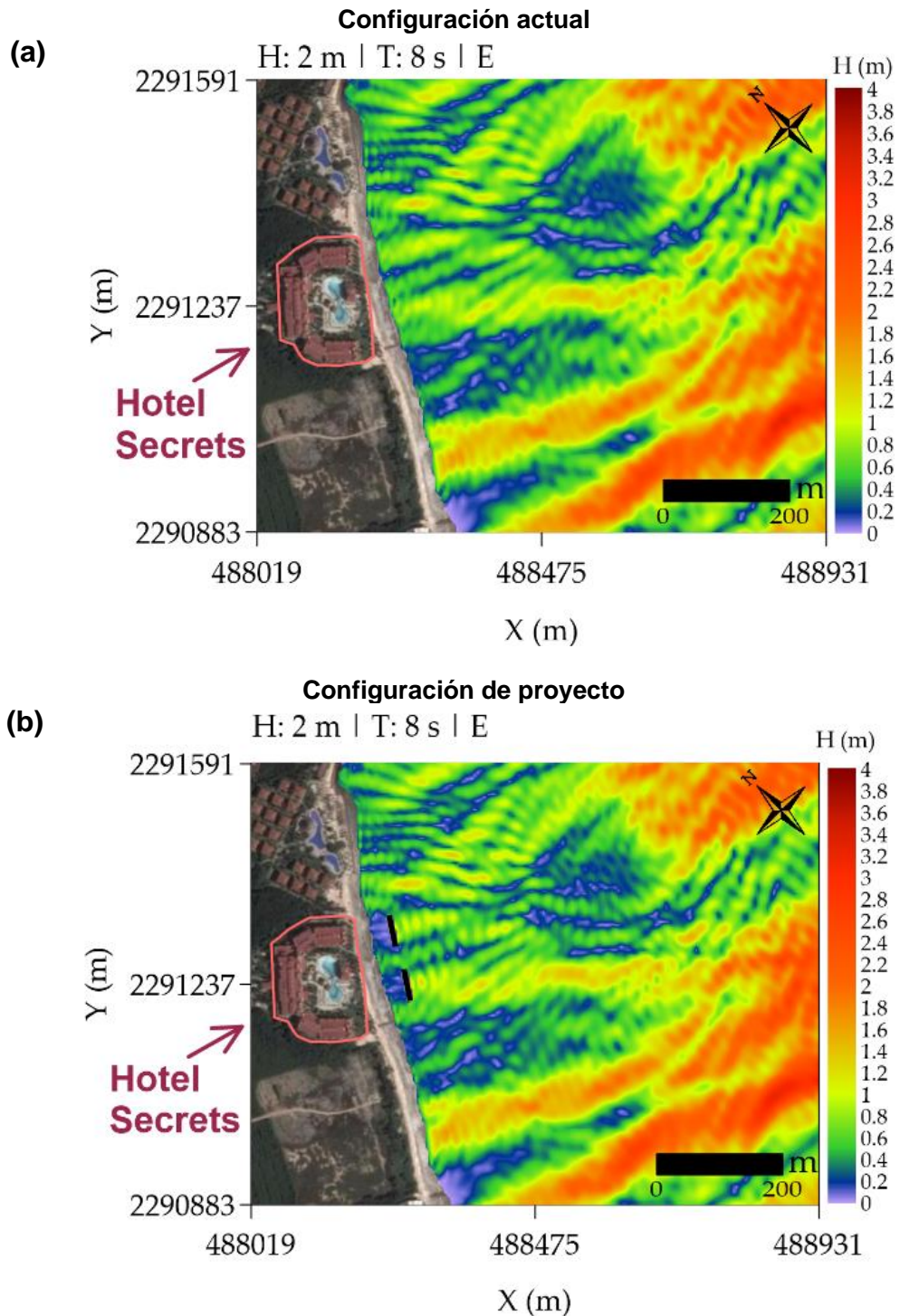
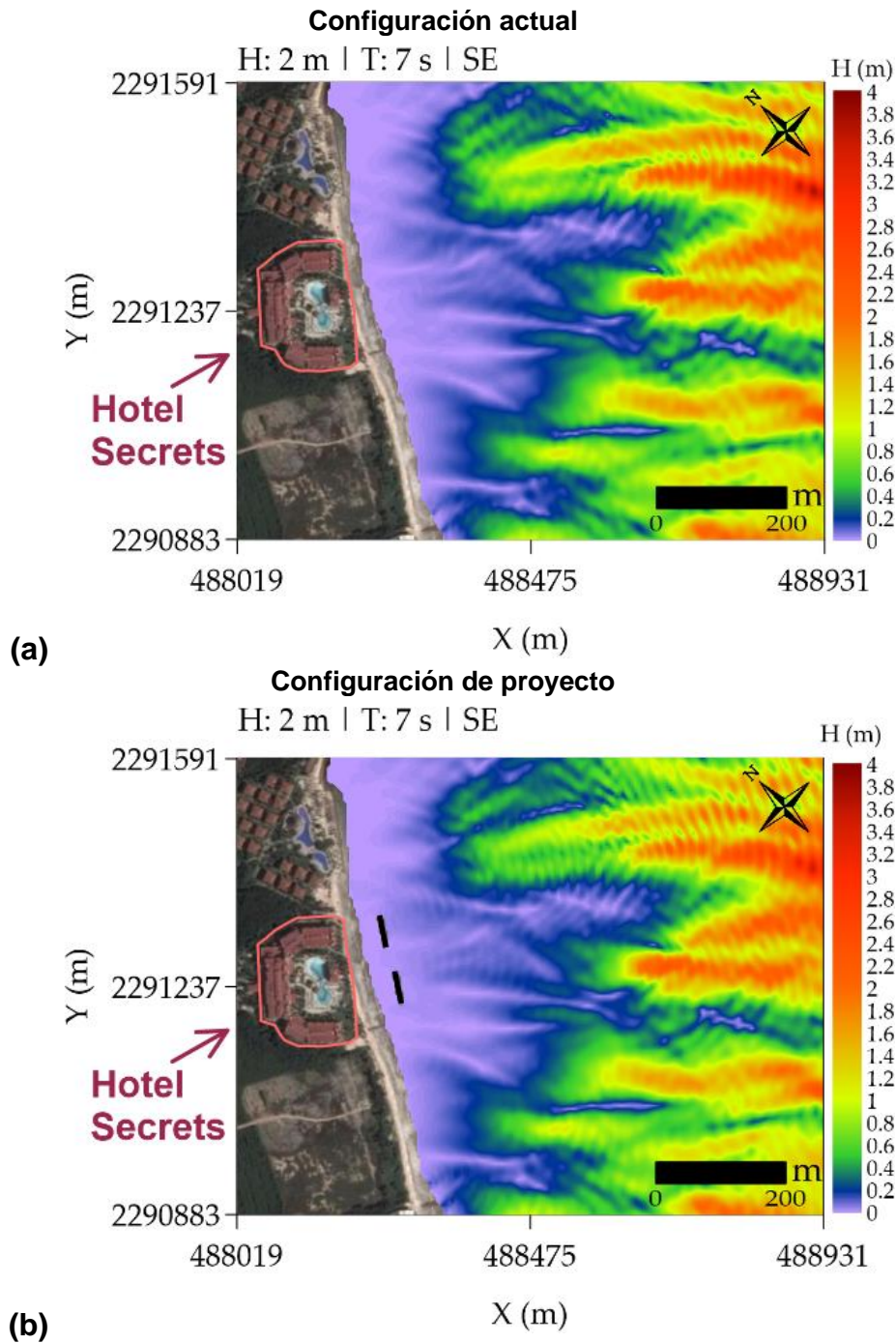


Figura 7. 18. Altura de ola, escenarios en condiciones de Suradas- oleaje en dirección sureste: (a) Configuración actual; (b) configuración de proyecto.



Como consecuencia, la circulación y magnitud de las corrientes inducidas por el oleaje se reducirían, favoreciendo así la permanencia del sedimento en la playa. Las corrientes asociadas a uno de los escenarios de oleaje más desfavorables, representado en la Figura 7. 15, se muestran para su comparación en la Figura 7. 19.



Figura 7. 19. Detalle de circulación de corrientes en zona del Proyecto- condición de calma- oleaje del este-sureste (T: 8 s): (a) Configuración actual; (b) configuración de proyecto.

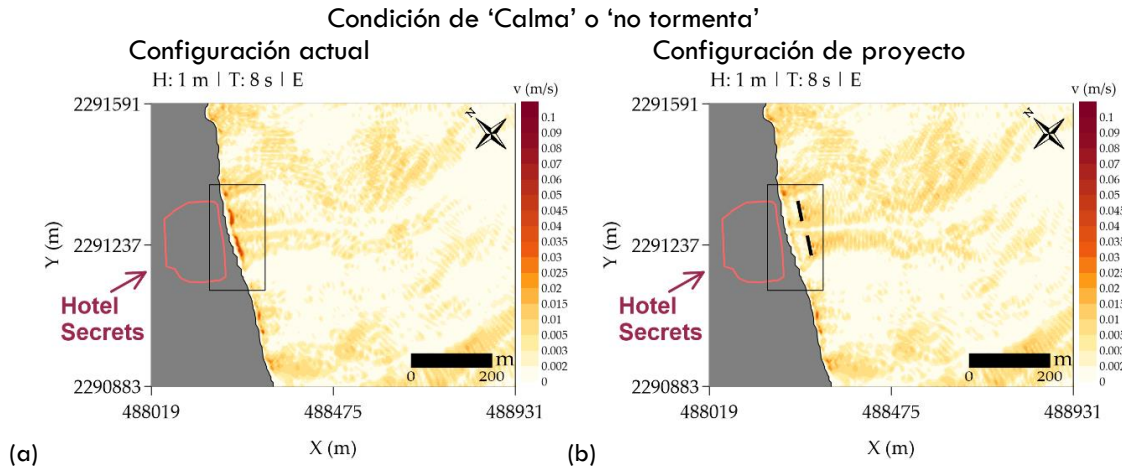


Figura 7. 20. Distribución del módulo de velocidades de corrientes de oleaje, condición de calma, oleaje del Este: (a) Configuración actual; (b) configuración de proyecto.

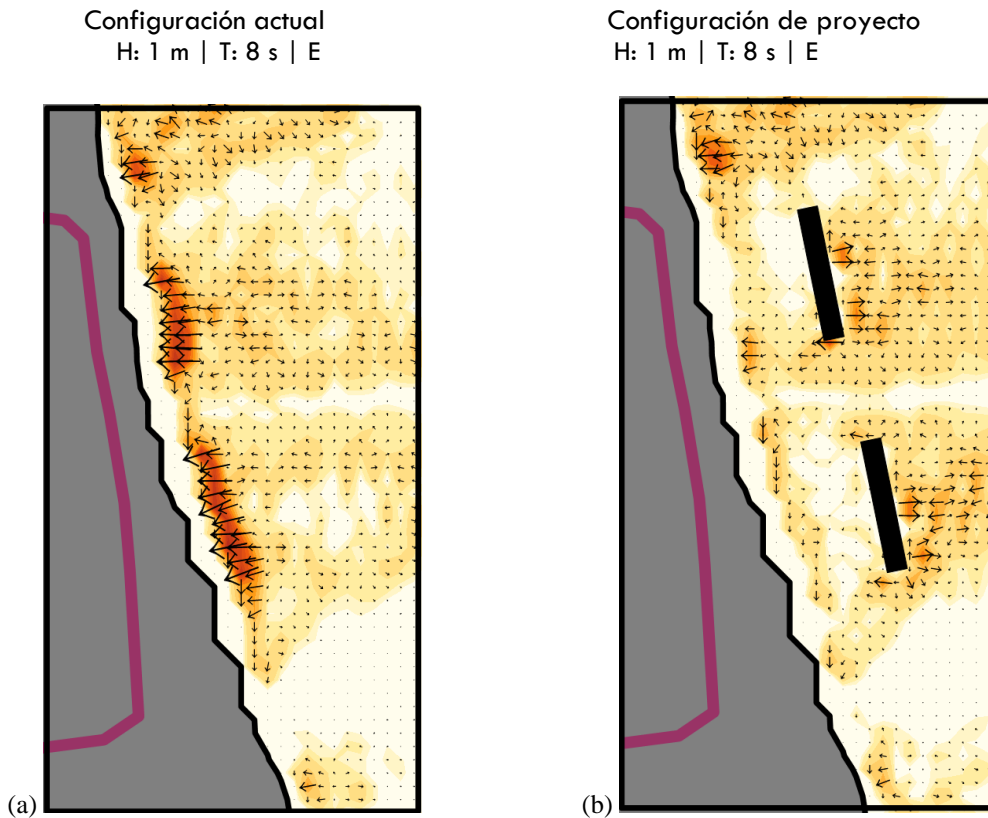


Figura 7. 21. Circulación de corrientes de oleaje, condición de calma, oleaje del Este: (a) Configuración actual; (b) configuración de proyecto.

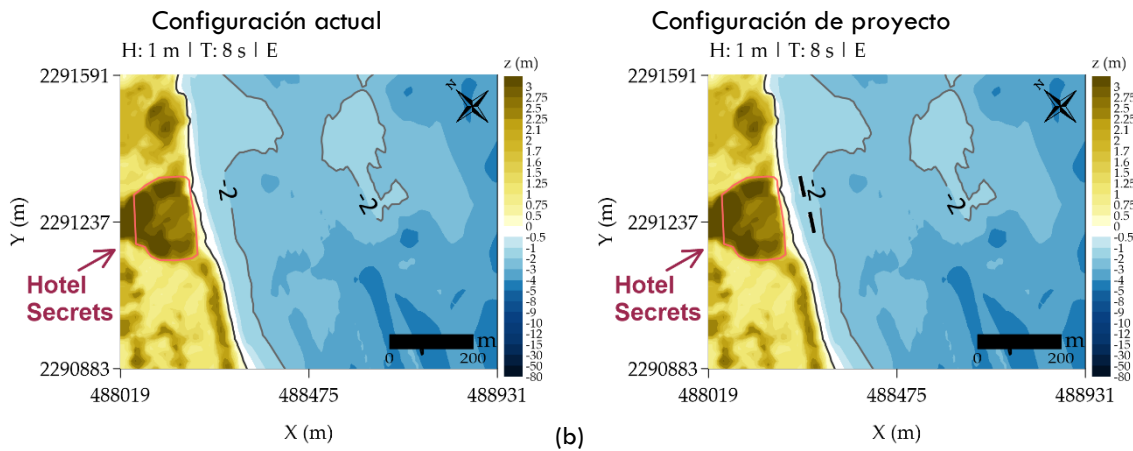
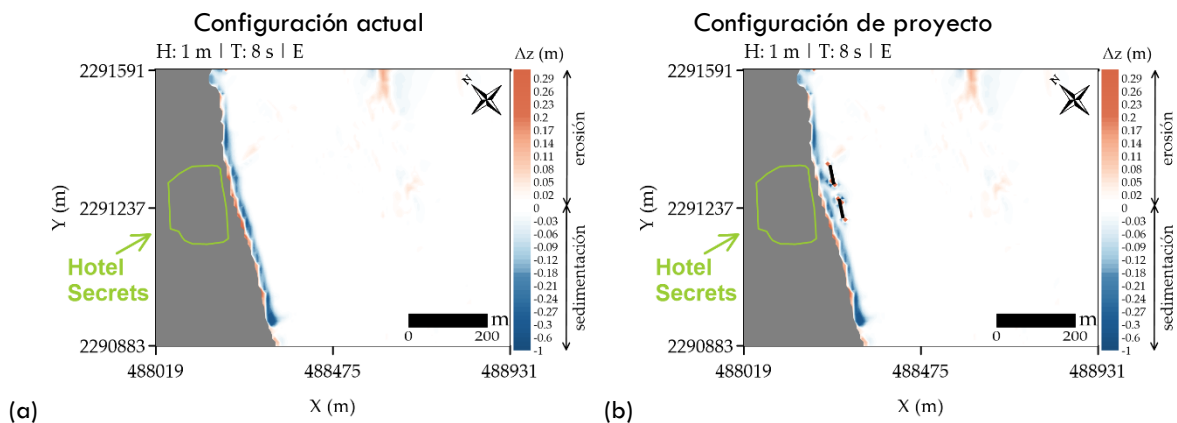


Figura 7. 22. Cota de elevación del terreno final- Zona de Proyecto, condición de calma, oleaje del Este: (a) Configuración actual; (b) configuración de proyecto.



Los resultados de respuesta morfológica de la playa, en particular, aquellos que representan la variación de cota batimétrica (erosión-sedimentación) durante un evento de oleaje permiten identificar la función de las estructuras como trampa de sedimento (Figura 7. 20 b vs a, Figura 7. 21 b vs a y Figura 7. 22. b vs a), tras observar sedimentación en la zona de resguardo de las estructuras. Estos resultados permiten entender la tendencia de movimiento del sedimento por la acción del oleaje, el cual es desplazado de la playa seca a la playa sumergida. Se identificaron zonas de erosión y de depósito de sedimentos en el frente de playa del hotel, con mayor sedimentación en la configuración de proyecto, y al revés para la erosión, dado por la protección que ofrecen sobre la playa las estructuras planteadas en el proyecto.

Una vez que el Proyecto esté construido, es importante monitorear la playa y determinar los efectos después de períodos de oleaje fuerte, para dar mantenimiento según se requiera, es decir, mover la arena acomodándola con maquinaria en donde sea mejor para la dinámica costera o de ser necesario alimentar con nueva arena de manera periódica.

En síntesis, el escenario esperado por la implementación del proyecto se muestra en las Figura 7. 23, Figura 7. 24 y Figura 7. 25.

Figura 7. 23 Obras del plan maestro sobre ambientes marinos

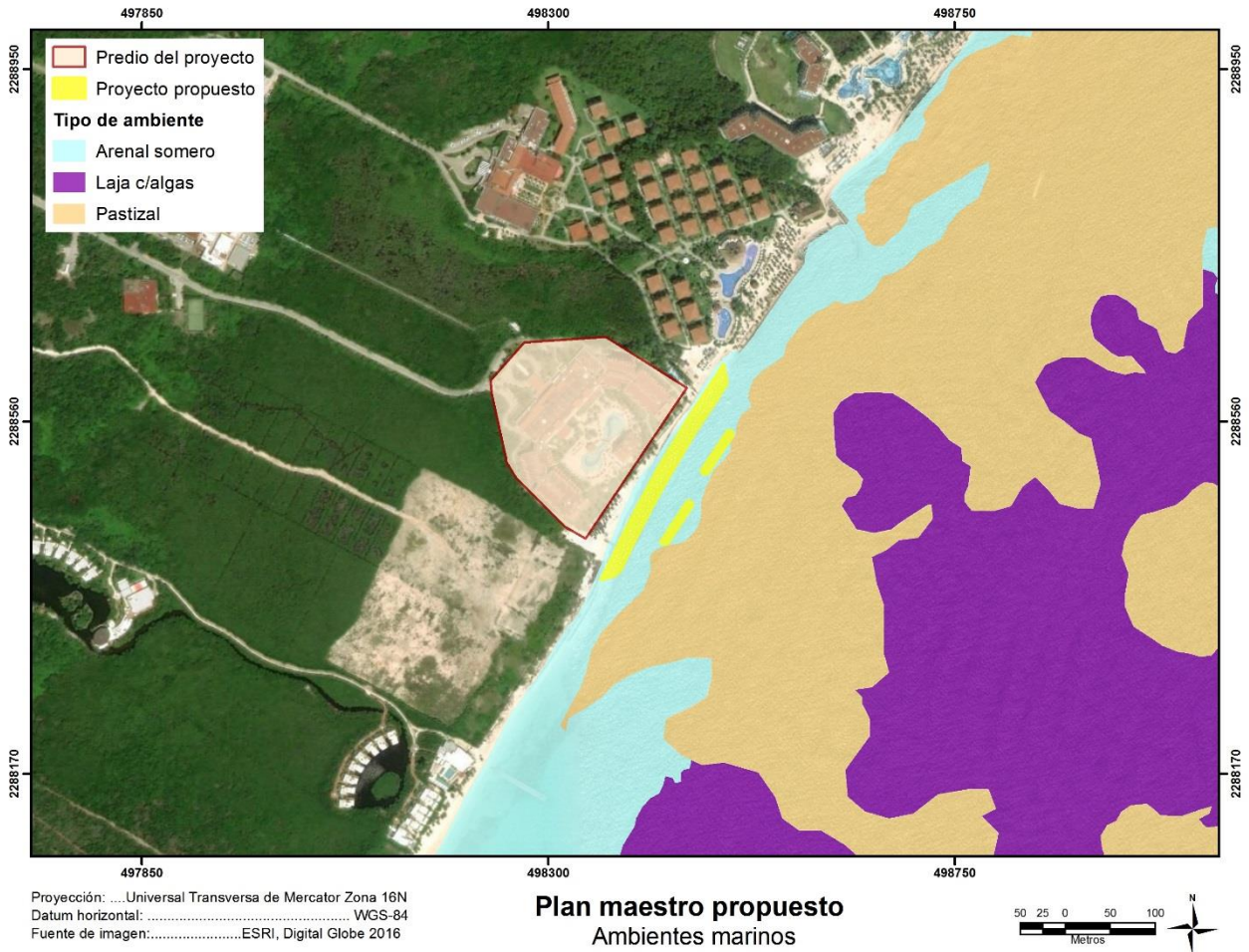


Figura 7. 24 Banco de arena y línea de dragado sobre ambientes marinos.

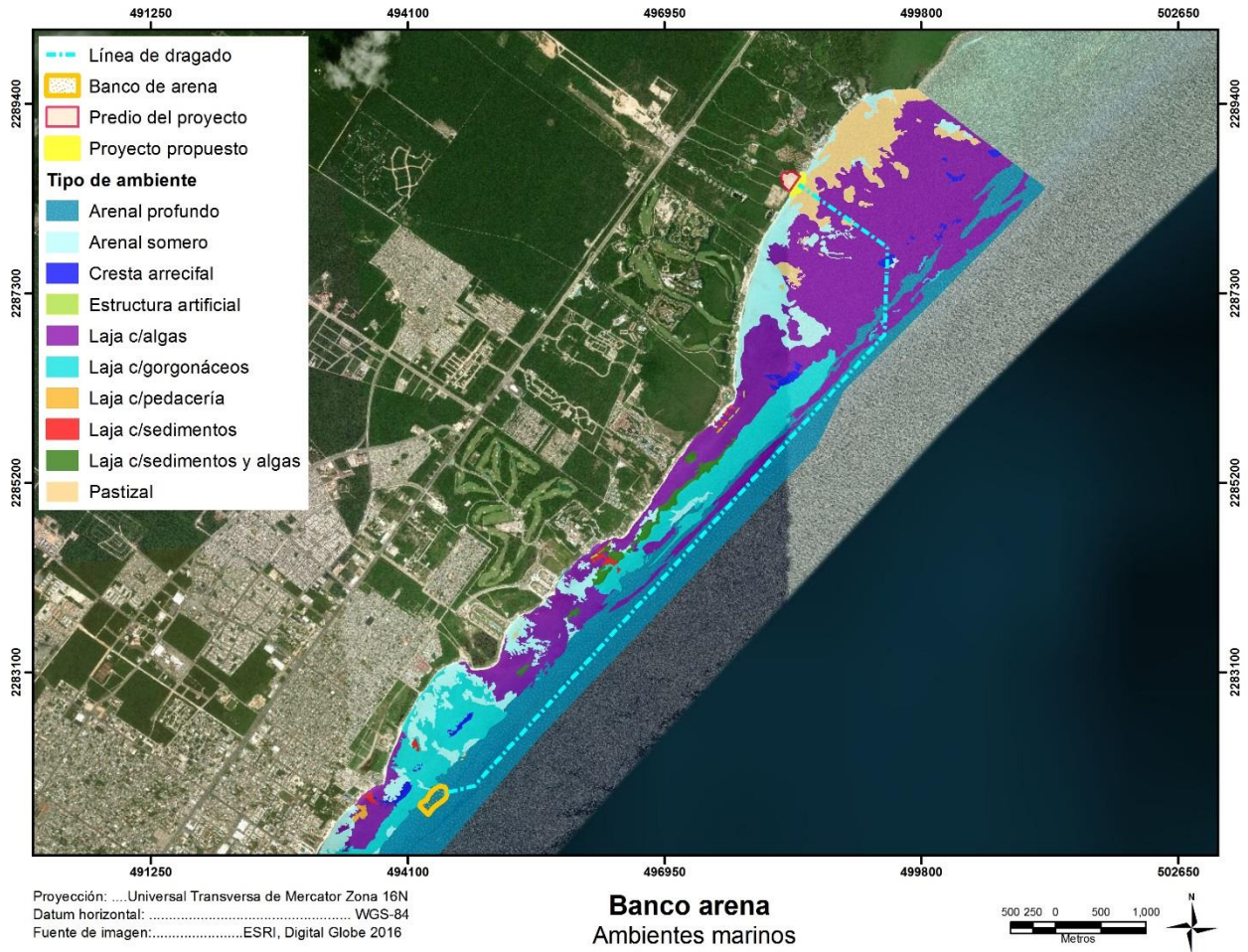


Figura 7. 25 Acomodo esperado del relleno de playa a lo largo de un año.



### 7.7.1. Escenario modificado sin proyecto

De acuerdo con Juanes, et al., 2004 y 2005; y GPPA, 2004 y 2006, en el área donde se localiza el Hotel Secrets, identificada como la unidad fisiográfica Punta Bete – Punta Maroma, el proceso litoral natural dominante es la erosión costera que varía en sentido norte a sur de 2.5 m/año a 4.5 m/año. Así mismo, de manera particular la costa frente al Hotel Secrets es identificada por la Secretaria de Turismo, en su estudio de “Vulnerabilidad y Programa de Adaptación ante la Variabilidad Climática y el Cambio Climático...”, como altamente vulnerable a la inundación por marea de tormenta, dicho de otra manera, a los efectos ocasionados por fenómenos hidrometeorológicos, como ciclones tropicales.

En las siguientes figuras se muestra el área del Proyecto en su condición actual (izquierda) bajo situaciones de tormentas del este noreste (Nortes) (Figura 7. 26) y del este (Figura 7. 27), observándose claramente la concentración de energía que presenta el oleaje en comparación con la implementación de las estructuras de protección costera (derecha).

Figura 7. 26. Tormentas del este noreste (Nortes).

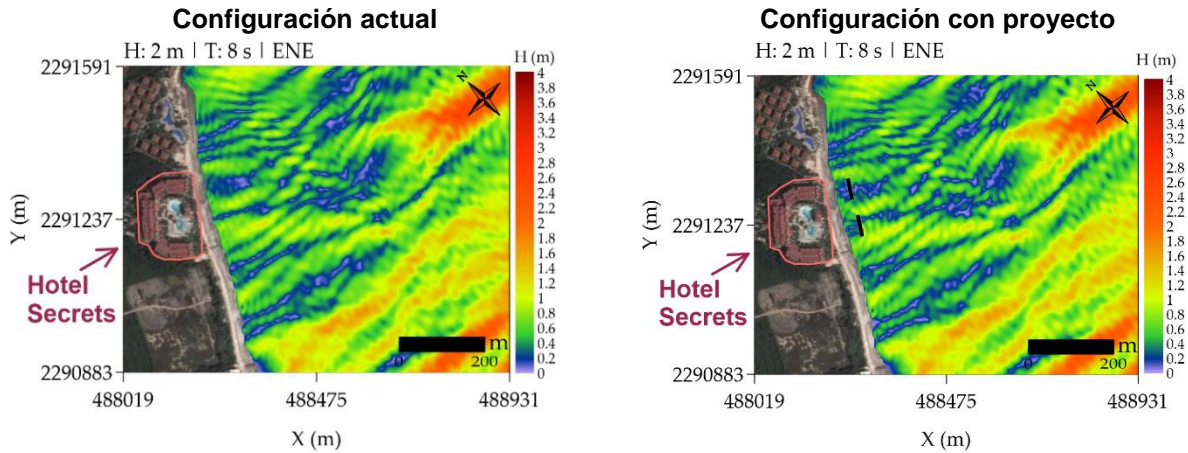
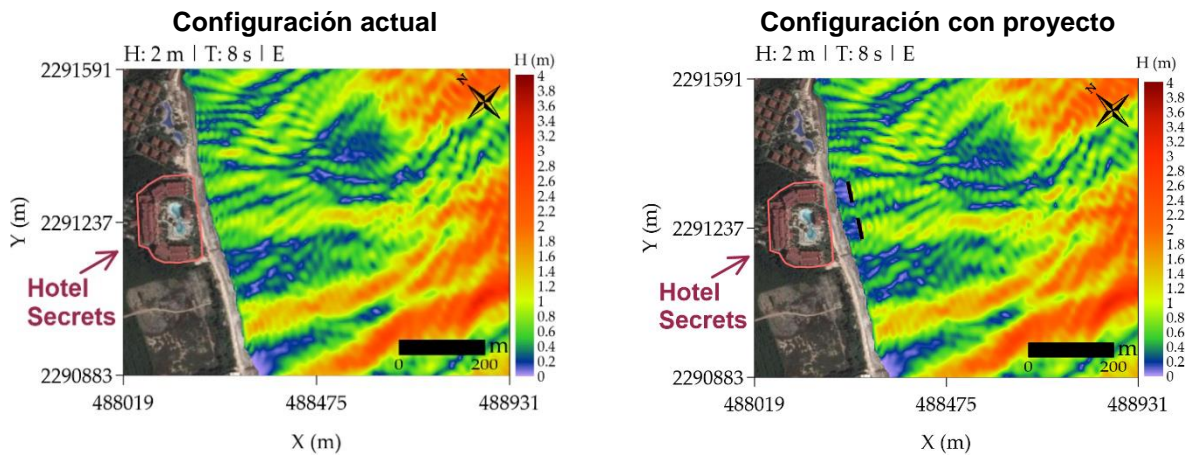


Figura 7. 27. Tormentas del este.



Sin lugar a dudas los pronósticos futuros con respecto a la tendencia actual de la zona litoral del Hotel Secrets no son positivos, gradualmente existirán pérdidas de los ecosistemas costeros que se desarrollan en la zona, sus servicios ambientales que actualmente brindan serán reducidos considerablemente, sin mencionar las pérdidas económicas en materia de turismo que esto conlleva. Si tomamos en cuenta que los fenómenos que actualmente se presentan en el frente costero del Hotel Secrets se verán incrementados por el cambio climático el escenario futuro es aún más drástico.

El sistema actual es inestable porque la costa se continúa erosionando y continuará de esta forma si no se hace nada al respecto. La playa es más delgada cada día y la infraestructura del Hotel Secrets ya ha experimentado el embate por la acción del oleaje. Si se rellena de arena la playa, esta arena se perderá en un período de tiempo que no es posible calcular porque depende del número de fenómenos hidrometeorológicos que golpean en un futuro, sin embargo, la pérdida será inminente. La única forma de estabilizar el sistema es protegiéndolo del oleaje, lo que generará áreas tranquilas en las que los sedimentos permanecerán mucho más tiempo; el SAR en general tendrá mejores oportunidades de mantener la arena de las playas en su lugar, sin perderla. Es importante recordar que no hay fuentes importantes de arena en toda la costa del estado, la arena es biogénica y se trasporta lentamente a lo largo de la costa.

Las conclusiones de los estudios de hidrodinámica y dinámica costera indican que después de construir las obras de protección costera (rompeolas) e inyectar arena en la playa, esta será mucho más estable y mantendrá un ancho constante.

Derivado de lo anterior se concluye que el Proyecto será positivo al menos en tres aspectos:

1. Evitará o retrasará considerablemente el proceso erosivo que sufre la playa actualmente.
2. Protegerá las instalaciones del Hotel Secrets en caso de tormentas estacionales.
3. Generará playas anchas que son importantes para el turismo y para que las tortugas puedan arribar y desovar.

### **7.7.2. Escenario modificado con proyecto sin medidas de mitigación**

Si el Proyecto llegara a desarrollarse sin las medidas de mitigación necesarias se afectaría a la biota marina, ya que no se implementarían acciones de rescate de manera previa al inicio de obras, se correría el riesgo de dañar individuos de especies de lento desplazamiento, lo que podría ocasionar la disminución de su abundancia.

La construcción de las obras de protección y el relleno de playa se realizarían sin tomar las medidas de precaución necesarias para evitar la dispersión de sedimentos en el mar, lo que podría afectar los ambientes marinos, entre ellos los pastos marinos, deteriorando el hábitat utilizado por diversas especies.

La extracción de arena se podría llevar a cabo sin control ni medidas para evitar la dispersión de sedimentos, provocando la afectación de áreas de arrecife.

Durante las actividades de preparación y maniobras se generarían residuos que sin un manejo adecuado pueden contaminar el suelo y el agua, que a su vez podrían contaminar la zona marina, provocando incluso la muerte de individuos de especies.

El uso de maquinaria en malas condiciones incrementaría los niveles de contaminación a la atmósfera y de ruido excesivo, ocasionando la afectación directa a la fauna y salud humana.

De no realizarse las obras de mantenimiento y resguardo de embarcaciones en muelles adecuados se incrementaría el riesgo de contaminación ante un derrame de hidrocarburos en suelo, agua y zona marina.

En caso de derrame accidental de sustancias peligrosas en la zona marina, estas serían dispersadas en el agua, generando posible contaminación al agua y muerte de organismos acuáticos.

El no realizar trabajos de limpieza general posterior a la finalización de las actividades podría generar un riesgo humano y para las embarcaciones, además podría causar contaminación marina.

El evitar la colocación de señalización marina en los rompeolas podría ocasionar accidentes marítimos, de las embarcaciones locales, afectando las actividades económicas del lugar.

El no realizar un programa de monitoreo de los ambientes marinos impediría identificar cambios críticos en la estructura y función de los ecosistemas incluidos en este programa, derivados de la implantación del Proyecto, y establecer de manera oportuna medidas preventivas, correctivas o de mitigación de impactos no previstos.

### **7.7.3. Escenario modificado con proyecto con medidas de mitigación**

El Proyecto consiste en un conjunto de obras y actividades enmarcadas en un planteamiento integral de recuperación y estabilización a largo plazo del perfil costero frente al Hotel Secrets. Las obras y actividades que se llevarán a cabo están contenidas en alguno de los conceptos que se enlistan a continuación:

1. Obras de protección costera: Construcción de dos rompeolas de 50 m de largo, paralelos a la línea de costa.
2. Extracción y transporte de arena: Extracción de aproximadamente 9,000 m<sup>3</sup> de arena, del banco marino seleccionado y transporte del material al área de depósito mediante una draga de tolva.
3. Relleno de playa: Vertido de arena para recuperar la playa erosionada en una longitud aproximada de 270 m.

El Proyecto se desarrollará en una superficie de 3,900.87 m<sup>2</sup> en la zona costero marina frente al Hotel Secrets y en una superficie marina de 847.97 m<sup>2</sup> destinada a las obras de protección (rompeolas) y 45,839 m<sup>2</sup> correspondientes al banco de arena que el Proyecto utilizará de forma temporal, para la extracción de material.

El ambiente marino en el que se ubica el banco de arena corresponde a Arenal Profundo y Laja con Gorgonáceos, y la construcción de rompeolas, así como el relleno de arena a Arenal Somero.

Todas las obras y actividades del Proyecto se encuentran vinculadas a un Sistema de Manejo y Gestión Ambiental (Capítulo 6), el cual es un instrumento de autocontrol que será implementado por el Proyecto, para el adecuado desarrollo de las mismas, y que considera como ejes rectores principales la legislación ambiental aplicable en todos los niveles de gobierno.

De acuerdo a lo anterior todas las emisiones estarán debajo de los niveles máximos permisibles establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas siguientes: NOM-041-SEMARNAT-2006 que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible; NOM-045-SEMARNAT-1996 que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo, proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan Diesel como combustible; NOM-080-SEMARNAT-1994 que establece los niveles máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores.

El mantenimiento y reparación de la maquinaria a utilizar se realizará fuera del área del Proyecto, en sitios que cuenten con las características necesarias para evitar la contaminación del suelo. Y se verificará que la maquinaria funcione en óptimas condiciones



En la generación de residuos sólidos se implementarán acciones para su manejo adecuado, mediante la disposición de contenedores y señalamiento, para evitar la posible contaminación de suelo y agua.

En el área marina, como medida preventiva y para reducir el riesgo de contaminación ante un derrame de hidrocarburos en el sitio, todas las embarcaciones involucradas en el proceso de extracción, transporte y vertido de arena contarán con equipo antiderrames, con flotadores absorbentes, para la contención de derrames y recuperación de hidrocarburos. Además, se contará con la preparación y el procedimiento adecuados para proceder en tal caso.

Para evitar el impacto por la generación de turbidez en la extracción de arena, vertimiento en playa y colocación de las estructuras de protección, serán controlados mediante barreras de malla geotextil (cortinas antidispersión de sedimentos) que tendrán flotadores en la superficie y lastre en el fondo para extenderlas y retener los sedimentos.

De manera previa a las actividades que se proponen, se implementará el rescate y reubicación de la biota marina, mediante el cual se recuperarán los ejemplares de invertebrados y otro tipo de fauna marina sésil o de lento desplazamiento, que se encuentren en las áreas de influencia directa del Proyecto, incluyendo el banco de arena y con especial énfasis en las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El escenario con la implementación del Proyecto y medidas de mitigación será el de una playa recuperada y estabilizada a largo plazo, que brinda protección a la costa y permite que haya una alimentación natural de arena, que consigue restablecer la funcionalidad del ecosistema y recuperar el valor paisajístico y turístico frente al Hotel Secrets.

## **7.8. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

Como resultado de lo antes mencionado, así como los escenarios presentados en este capítulo, se concluye que el desarrollo del Proyecto no comprometerá la integridad funcional del litoral costero frente al Hotel Secrets ni del SAR, toda vez que asegura el cumplimiento a la normatividad aplicable, se han realizado modelajes específicos para su diseño, se han evaluado los impactos ambientales que potencialmente se generarán por su implementación y se han establecido medidas de mitigación y un Programa de Supervisión Ambiental. También se retoma el hecho de que en la región y municipio existe una propensión a las actividades turístico hoteleras, por lo que la ejecución del Proyecto bajo el cumplimiento estricto de la normatividad aplicable resulta ser la alternativa más factible.

Aunado a lo anterior no se ha detectado ningún fenómeno que desestabilice la playa o genere alguna otra problemática en la zona marina, las playas vecinas no serán afectadas de forma negativa, por el contrario, el vertimiento de arena y la protección de la playa del Hotel Secrets proveerá cierto ensanchamiento y estabilidad a una parte de las playas vecinas.

Además, la empresa promovente se compromete a generar un programa de monitoreo topobatimétrico de modo que se monitoreará la línea de costa, lo que permitirá corroborar si la playa muestra erosión o acreción, y en que partes, una vez ejecutadas las obras.

Si se detecta algún fenómeno que requiera atención, se realizará un programa de acción para monitorearlo a detalle y analizar la solución adecuada. En caso de huracán se realizará un levantamiento topobatómico posterior a su paso y se tomarán fotografías de la costa y de las obras de protección costera (rompeolas) para guardar el registro de los cambios que se hayan presentado. Adicionalmente se llevará a cabo un monitoreo detallado de las condiciones en las estaciones mareográficas cercanas (Cozumel e Isla Mujeres), donde en caso de detectarse una tendencia de comportamiento de marea diferente a la esperada, esta será incluida en los modelos de simulación para tomarla en cuenta en el comportamiento esperado.

## **7.9. PROGRAMA DE SUPERVISIÓN AMBIENTAL**

La propuesta del Proyecto contempla el estricto apego a los instrumentos jurídicos aplicables, así como la implementación de medidas de mitigación dirigidas a los impactos particulares que pudieran derivarse de este. Si se implementa el Proyecto con las medidas de mitigación necesarias, los impactos ambientales significativos en el SAR serían controlados y minimizados. Por lo anterior el escenario esperado con la implementación del Proyecto y sus medidas de mitigación es el siguiente:

- El Proyecto no sobrepasará las regulaciones jurídicas aplicables.
- El Proyecto que se desplanta sobre el 0.16% del total de un ambiente marino (Arenal Somero).
- Un proyecto que incremente el flujo económico tanto del predio, como del macroproyecto en donde se inserta, debido a que ofrece la alternativa de recuperar y estabilizar el frente de playa.
- Un proyecto que se integre de manera armónica al entorno en el que se inserta, favoreciendo la conservación de áreas con mayor valor para la continuidad ecológica.

En el Capítulo 6 de la presente MIA-R, se describen a detalle las medidas de mitigación propuestas para este Proyecto, a continuación, se presentan algunas:

- Se delimitarán físicamente las áreas de aprovechamiento, con el fin de evitar afectaciones e invasiones que puedan disminuir la superficie de conservación o dañar sitios no previstos para el desarrollo del Proyecto.
- Se utilizarán mallas antidispersión durante las actividades de extracción, transporte y vertido de arena a fin de contener los elementos en suspensión.
- Replegamiento de las mallas antidispersión durante los eventos de liberación de gametos de corales escleractinios y gorgonáceos. Esto únicamente en caso de que las obras se lleven a cabo durante la temporada de apareamiento.
- Uso de maquinaria en buenas condiciones de forma tal que se reduzcan impactos como ruido y emisiones a la atmósfera. Así como también riesgo de derrames accidentales de combustible.
- Monitoreos periódicos: De biota marina y topobatómico. Lo anterior a fin de vigilar la salud y la calidad ambiental de los ambientes marinos y constatar el correcto funcionamiento de las obras.

- Uso de señalamientos restrictivos, preventivos e informativos durante las fases de preparación, operación y mantenimiento.

## **7.10. CONCLUSIONES**

Es posible recuperar y estabilizar la playa frente al lote del Hotel Secrets de forma importante para que tenga un uso turístico, generando áreas arenosas y seguras para el huésped.

Es posible hacer un relleno de playa con arena extraída de un banco de arena marino sin afectar el ecosistema ni las playas vecinas de forma negativa.

Estas playas arenosas pueden ser estables en condiciones de oleaje normal y de tormentas estacionales, pero no en huracanes.

Es posible la recuperación y mejorar la función integral del ecosistema, así como sus servicios ambientales y su valor paisajístico.

La ejecución del Proyecto no amenaza el ecosistema porque no se introducen materiales exóticos, ni se amenaza la vida marina.

Desde el punto de vista físico, no se detectaron efectos colaterales negativos en el análisis del Proyecto integral de relleno de playa con arena y la construcción de los rompeolas para recuperar y estabilizar la playa frente al Hotel Secrets, los modelos de simulación de oleaje, corriente y sedimentos muestran la disipación de la energía de la ola y el movimiento de la arena hacia un lado y otro de la playa sin repercusiones para ningún lote.

La construcción de los dos rompeolas no genera erosión a los lotes vecinos al Hotel Secrets.

La inyección de arena al sistema aunado a la construcción del elemento de protección provocará un ensanchamiento de la playa que dará lugar a espacio para las actividades turísticas.

En general, los resultados de modelación numérica muestran el servicio de protección que ofrecería a la costa la estructura propuesta en este Proyecto, reflejado por una zona de sombra o resguardo del oleaje generada por la estructura, para los escenarios de oleaje más frecuentes en calma y de tormenta, y una menor magnitud de circulación de corrientes.

Los resultados de respuesta morfológica de la playa que muestran la variación de cota batimétrica (erosión-sedimentación) durante un evento de oleaje permiten identificar la función de las estructuras al generar mayor sedimentación y una menor erosión en la zona de playa frente al Hotel Secrets.

Los resultados de modelado numérico en la malla general (región de la celda litoral) permiten comprobar que no se afectarán el sistema arrecifal ni a playas colindantes incluidas en la región del sistema ambiental a la que pertenece la zona de Proyecto, pues los principales cambios se observan puntuales únicamente en la zona del Proyecto.

Manifestación de Impacto  
Ambiental Modalidad Regional

Proyecto:

**Recuperación y  
Estabilización de  
Playa en el  
Desarrollo Secrets**

**PROMOVENTE:**



CAPITULO 8

## **CAPÍTULO 8. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE ESTA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

### **8.1. INTRODUCCIÓN**

La fracción VIII Artículo 12 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente señala que se deben identificar los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información presentada en la MIA-R, en atención a esta disposición, en este capítulo se presenta una descripción sintética de las estrategias metodológicas y técnicas especializadas empleadas, las cuales sustentan los resultados, interpretación, evaluación y conclusiones del desarrollo del Proyecto.

### **8.2. CARTOGRAFÍA**

Para la caracterización y diagnóstico del Proyecto, se utilizaron técnicas y herramientas básicas para la identificación y delimitación de unidades geomorfológicas, los tipos de cobertura y uso del suelo, la calidad y fragilidad ambiental de los ecosistemas, zonas aptas para aprovechamiento, conservación y restauración del sistema.

### **8.3. FOTOINTERPRETACIÓN**

A lo largo del siglo XX, la mayoría de los países del mundo lograron efectuar el inventario de sus recursos naturales, así como la producción de su cartografía básica, proporcionando los insumos necesarios para la planificación y la gestión del territorio, como componentes principales del desarrollo humano; asimismo, para los estudios del impacto ambiental y de la degradación de los ecosistemas, problemas derivados de la sobrepoblación y la intensificación de las actividades humanas (UNAM, 2016).

La fotointerpretación, junto con la fotogrametría, constituyen dos técnicas básicas de la percepción remota, una cualitativa y la otra cuantitativa, condicionadas recíprocamente, a través de las cuáles se han logrado extraer enormes cantidades de información geográfica de los aerofotogramas, cuya utilidad se extiende hoy en día no solo a la geografía, sino al conjunto de las ciencias de la tierra (UNAM, 2016).

La fotointerpretación es un procedimiento de investigación que consiste en identificar los rasgos que aparecen en las imágenes o fotografías aéreas y en interpretar su significado en relación con una determinada área de interés, procediendo posteriormente a comprobar y complementar los resultados, mediante inspección directa sobre el terreno (INEGI, 2005).

Esta técnica ofrece extraordinarias ventajas cuando se aplican a la realización de estudios sobre recursos naturales, en la programación y proyecto de obras de infraestructura y en la planeación del desarrollo integral de una zona, de una región o de todo un país (INEGI, 2005).

## 8.4. METODOLOGÍA

Las metodologías requeridas para la realización de los estudios ambientales del proyecto, son las que se presentan a continuación:

### 8.4.1. Metodología para la estimación de la emisión de CO<sub>2</sub>

Para realizar la estimación de la emisión directa de CO<sub>2</sub> equivalente de las obras y actividades del Proyecto durante la etapa de preparación, se aplicó la metodología de cálculo por factores de emisión de acuerdo con lo establecido en el Acuerdo que establece las particularidades técnicas y las fórmulas para la aplicación de metodologías para el cálculo de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero publicado en el Diario Oficial de la Federación el 03 de septiembre de 2015. Se estimó la cantidad que se genera de GEI mediante la aplicación de las siguientes fórmulas:

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

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

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

Dónde:

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

El factor de emisión de cada gas se tomó de los valores establecidos en el Art. Sexto fracción 2, del Acuerdo (DOF,2015), sus valores se enlistan en la Tabla 8. 1.

Tabla 8. 1. Factores para el cálculo de emisiones directas e indirectas de GEI.

Combustible	CO <sub>2</sub> (t/MJ)	CH <sub>4</sub> (t/MJ)	N <sub>2</sub> O (t/MJ)
Diesel	7.41 E-05	3.00 E-06	6.00 E-07
Gasolina y naftas	6.93 E-05	3.00 E-06	6.00 E-7

### 8.4.2. Metodología para la evaluación de los impactos ambientales

Se aplicaron técnicas probadas y comunes para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que podrá ocasionar el Proyecto en su zona de influencia. Estas técnicas son presentadas en la Tabla 8. 2.

**Tabla 8. 2. Técnicas utilizadas para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que potencialmente serán generados por el Proyecto.**

Técnica
Análisis por medio de los Sistemas de Información Geográfica (SIG)
Listas de chequeo
Matrices de interacción
Juicio de expertos

El uso combinado de técnicas hace posible un análisis equilibrado entre la percepción subjetiva y el análisis cuantitativo de la evaluación. Asimismo, permite profundizar en el conocimiento del sitio donde se realizará el Proyecto e identificar las áreas de influencia directa e indirecta del mismo, necesarias para el análisis de los impactos ambientales.

Por medio del análisis de los SIG fue posible evaluar de forma cuantitativa los impactos ambientales y generar información suficiente para la identificación de los impactos de mayor extensión que pudieran representar riesgos importantes; mientras que a través de las listas de chequeo y las matrices de interacción se identificaron los impactos más significativos, así como sus fuentes generadoras. El juicio de expertos permitió dimensionar los impactos identificados por las otras metodologías para evitar la subestimación o sobrestimación de los mismos.

Las metodologías de cada una de las técnicas presentadas anteriormente, son descritas a detalle a continuación:

▶ **Cartografía temática y sistemas de información geográfica**

El análisis realizado para la identificación de impactos en el área de influencia del Proyecto y las áreas adyacentes se apoyó en los planos cartográficos disponibles y en la fotografía de satélite obtenida del programa Google Earth.

Se contó también con herramientas cartográficas generadas de manera particular para el Proyecto, datos puestos a disposición por el INEGI y planos de usos del suelo y vegetación. Con dicha información se obtuvo lo siguiente:

- Definición espacial del área de influencia ambiental directa e indirecta del Proyecto (Capítulo 4).
- Definición espacial del área de estudio de la presente MIA-R (Capítulo 4).

▶ **Listas de chequeo**

Se elaboraron las listas de chequeo necesarias para identificar los impactos ambientales, por lo cual, estas listas tomaron en cuenta los factores del medio natural y socioeconómico que pudieran resultar impactados por el desarrollo del Proyecto, positiva o negativamente, así como las actividades contempladas en cada una de sus etapas de desarrollo.

Los puntos de partida para la elaboración de dichas listas fueron la información técnica manifestada en el Capítulo 2, 3 y 4, además del juicio de los expertos participantes en la estructuración de la presente MIA-R. Las listas de chequeo resultantes incluyen las actividades principales del Proyecto en las etapas contempladas, y los impactos ambientales (positivos y negativos) que potencialmente se podrán producir en los diversos factores del medio identificados como susceptibles.

► **Matrices de interacción**

Las matrices de interacción son una herramienta útil para la identificación de impactos ambientales potenciales que complementan la información brindada por las listas de chequeo y por el SIG. La información generada conjuntamente por estos tres elementos permite identificar y evaluar cualitativa y cuantitativamente los principales impactos ambientales que serán generados con la implementación del Proyecto. También permite definir las medidas de mitigación, compensación y prevención correspondientes, mismas que se establecen en el Capítulo 6 del presente estudio.

Se elaboró una primera Matriz denominada de Identificación de Impactos Ambientales Potenciales en la cual se confrontaron las obras y actividades del Proyecto con los impactos ambientales identificados en las listas de chequeo, ordenados de acuerdo al factor del medio sobre el que inciden. Con dicha Matriz se identificaron los impactos positivos y negativos que potencialmente generará el Proyecto, y se valoraron tanto los componentes ambientales que pudieran ser más afectados, como las actividades que generarán la mayor recurrencia o intensidad de impactos.

Esta Matriz constituye un método cuantitativo para la identificación de impactos ambientales y corresponde a una modificación propia de la matriz de Leopold (1971). Es importante destacar que el valor de magnitud establecido en esta matriz corresponde al producto de la suma de interacciones identificadas entre un impacto ambiental negativo potencial identificado y una obra u actividad.

Se generó una segunda Matriz, denominada de Evaluación de Impactos Ambientales, para evaluar los impactos identificados en términos de 9 atributos tomados de Gómez-Orea (2003) y que son: consecuencia, acumulación, sinergia, momento o tiempo, reversibilidad, periodicidad, permanencia, recuperabilidad y frecuencia. A cada atributo le fue asignado un valor entre 1 y 3, según la severidad del mismo (Tabla 8. 3). El valor asignado a cada atributo se basó en el dictamen de los expertos, los resultados de la Matriz de Identificación de Impactos Ambientales Potenciales (primera Matriz) y las listas de chequeo que le dieron origen.

**Tabla 8. 3. Descripción de la escala de los atributos para evaluar impactos ambientales.**

Atributos	Escala		
	1	2	3
<b>Consecuencia (C)</b>	<b>Indirecto:</b> el impacto ocurre de manera indirecta.	No aplica	<b>Directo:</b> el impacto ocurre de manera directa.



Atributos	Escala		
	1	2	3
<b>Acumulación (A)</b>	<b>Simple:</b> cuando el efecto en el ambiente no resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.	No aplica	<b>Acumulativo:</b> cuando el efecto en el ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
<b>Sinergia (S)</b>	<b>No Sinérgico:</b> 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	<b>Sinérgico:</b> 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.
<b>Momento Tiempo (T)</b>	<b>Corto:</b> cuando la actividad dura menos de 1 mes.	<b>Mediano:</b> la acción dura más de 1 mes y menos de 1 año.	<b>Largo:</b> la actividad dura más de 1 año.
<b>Reversibilidad del impacto (Rv)</b>	<b>A corto plazo:</b> la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, menos de un año.	<b>A mediano plazo:</b> el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 3 años.	<b>A largo plazo:</b> el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a tres años, o no sea reversible.
<b>Periodicidad (Pi)</b>	<b>Aparición irregular:</b> cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica	<b>Periódico:</b> cuando el efecto se produce de manera reiterativa.
<b>Permanencia (Pm)</b>	<b>Temporal:</b> el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo.	No aplica	<b>Permanente:</b> el efecto se mantiene al paso del tiempo.
<b>Recuperabilidad (Rc)</b>	<b>Recuperable:</b> que el componente afectado puede volver a contar con sus características.	No aplica	<b>Irrecuperable:</b> que el componente afectado no puede volver a contar con sus características (efecto residual).
<b>Frecuencia (F)</b>	<b>Poco frecuente:</b> el impacto se presenta en menos de un tercio de las actividades del proyecto.	<b>Medianamente frecuente:</b> el impacto se presenta entre un tercio y dos tercios de las actividades del proyecto.	<b>Muy frecuente:</b> el impacto se presenta en más de dos tercios de las actividades del proyecto.

Fuente: GPPA elaboración propia modificada de Gómez-Orea (2003).

A partir de los resultados obtenidos de dicho análisis se pudo calcular el Índice de Incidencia para cada impacto, mediante la aplicación del modelo propuesto por Gómez-Orea (2002)<sup>1</sup> y cuyos pasos se describen a continuación:

1. Se atribuyó un código numérico a cada carácter del atributo, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable.
2. El índice de incidencia de cada impacto se evaluó a partir del siguiente algoritmo simple, que consiste en la sumatoria de los valores asignados a los atributos de cada impacto y sus rangos de valor o escala (Expresión V.1):

$$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc + F \quad \text{Expresión V.1}^2$$

3. Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la Expresión V.2.

$$\text{Incidencia} = I - I_{\min} / I_{\max} - I_{\min} \quad \text{Expresión V.2}$$

Siendo:

I = el valor de incidencia obtenido por un impacto.

I<sub>max</sub> = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el mayor valor, que para el caso de esta evaluación será 27, por ser 9 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

I<sub>min</sub> = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor, que para el caso de esta evaluación será 9, por ser 9 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

Debido a que al estandarizar los valores obtenidos para el Índice de Incidencia el máximo valor posible es 1, los impactos se agruparon en 3 rangos de 0.33 como se muestran en la Tabla 8. 8. La descripción de cada rango y su interpretación se ajustan a las especificidades del SA en cuanto a la integridad de sus componentes, así como a la definición de impacto ambiental relevante citada en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Se construye una tercera matriz nombrada Significancia de los impactos ambientales potenciales según su signo y su valor de I.I, donde se presentan los impactos identificados ordenados según su signo, su valor del Índice de Incidencia y su correspondiente significancia.

<sup>1</sup> Domingo Gómez Orea (2002), página 330

<sup>2</sup> Modificado de Gómez-Orea, Domingo. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi Prensa 2002. Pag. 330

**Tabla 8. 4. Rango de significancia de los impactos ambientales evaluados de acuerdo con su índice de incidencia.**

Rango	Interpretación	Índice de Incidencia
Significativo	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SA.	0.68 o mayor
No significativo	Se compromete la integridad de elementos o procesos sin poner en riesgo la estructura y función de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.67
Despreciables	Alteraciones de muy bajo impacto a elementos o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	0.33 o menor

Fuente: Generación propia GPPA.

La conjunción de los diferentes análisis descritos hasta ahora permitió cuantificar los diferentes impactos de posible generación durante el desarrollo del Proyecto, así como definir y ratificar las estrategias de mitigación y compensación de los mismos. Por otro lado, fue posible identificar las actividades de alta prioridad por la importancia de los impactos que pudieran generar.

### 8.4.3. Metodología de los estudios hidrográficos

#### 8.4.3.1. Batimetría

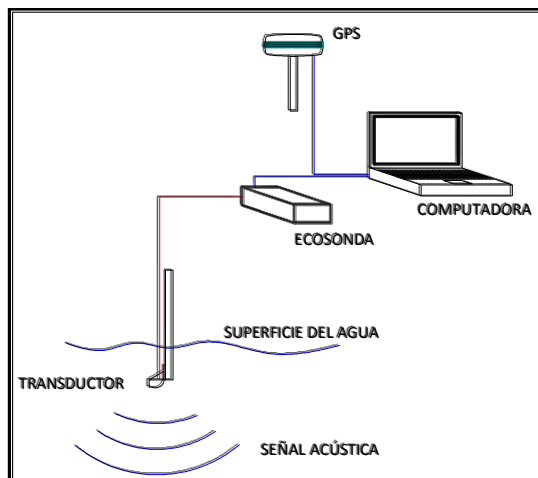
El método que se siguió para realizar el levantamiento batimétrico se auxilia de un programa de hidrografía (Hypack) cargado en una computadora portátil de uso rudo intemperizada conectada a un GPS Diferencial (Sistema de Posicionamiento Global), así mismo se conecta una ecosonda con un sensor introducido de 15 a 25 cm en el agua, el cual emite una onda sonora y recibe un eco después de que la onda de sonido rebota en el fondo.

Todo el equipo se monta en una embarcación pequeña capaz de navegar en aguas someras. El GPS indica la posición de la embarcación en la pantalla de la computadora sobre una foto satelital calibrada.

La ecosonda mide la profundidad en un punto y el GPS registra las coordenadas de dicho punto, de esta manera mientras la embarcación avanza se toman lecturas continuas de profundidad con sus respectivas coordenadas, generando una base de datos que puede ser interpretada en 2 o 3 dimensiones.

La batimetría se complementó con la verificación de puntos de control y elevaciones de rasgos importantes del terreno, con equipo RTK (Real Time Kinematic o Lectura en Tiempo Real).

Figura 8. 1. Diagrama de conexiones del equipo para levantamiento batimétrico.



La frecuencia de muestreo del software y equipo por segundo (Hertz) es:

Software Hypack: 60 Hz

Ecosonda Sonarmite: 2 Hz

GPS A100: Variable, de 1 a 10 Hz

La información cruda (RAW) dentro del software se acumula cada vez que se encuentra un dato nuevo de cualquiera de los aparatos.

Más detalle del equipo usado puede verse en el Anexo 4.1.

- Datos iniciales

Se carga la fotografía satelital calibrada del sitio, la cual nos ayuda a ver detalles que puedan ser importantes para la modelación y éstos se verifican durante el levantamiento en sitio.

Se trazan líneas perpendiculares a la costa dependiendo del detalle requerido para la modelación.

Se identifican las zonas arrecifales someras para evitarlas durante el levantamiento batimétrico.

- Información geodésica

Se introdujeron los datos del geoide para la zona en estudio en el programa. El Elipsoide (Datum) y Proyección utilizados son los siguientes:

Zona: 16 (90W-84W)

Elipsoide: WGS-84

Proyección: Mercator Transversal (UTM)

### 8.4.3.2. Mareas

El comportamiento de la marea es muy importante para la edición de los datos obtenidos y el procesamiento final de la información de profundidades ya que los datos finales serán referidos a nivel medio del mar.

Las mareas de cada día de levantamiento se deben tener para realizar la edición de los datos obtenidos en cada sesión de levantamiento. Para obtener dichos valores se instaló un mareómetro que tomó lecturas cada minuto, además nos apoyamos en los modelos de predicción de mareas del CICESE (Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada).

Figura 8. 2. Predicción de mareas para Cozumel. Agosto 2018.

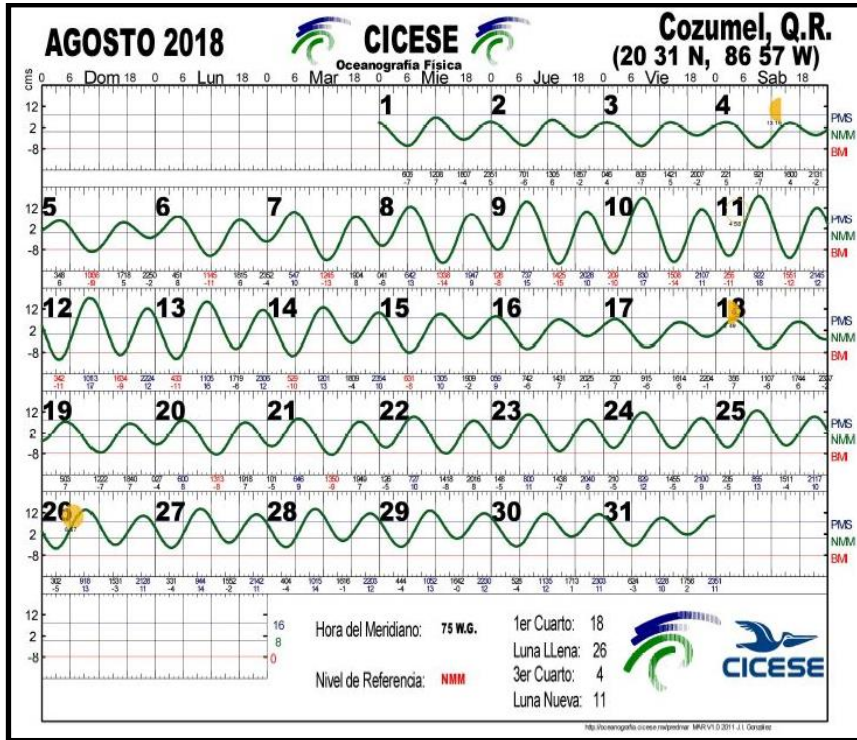
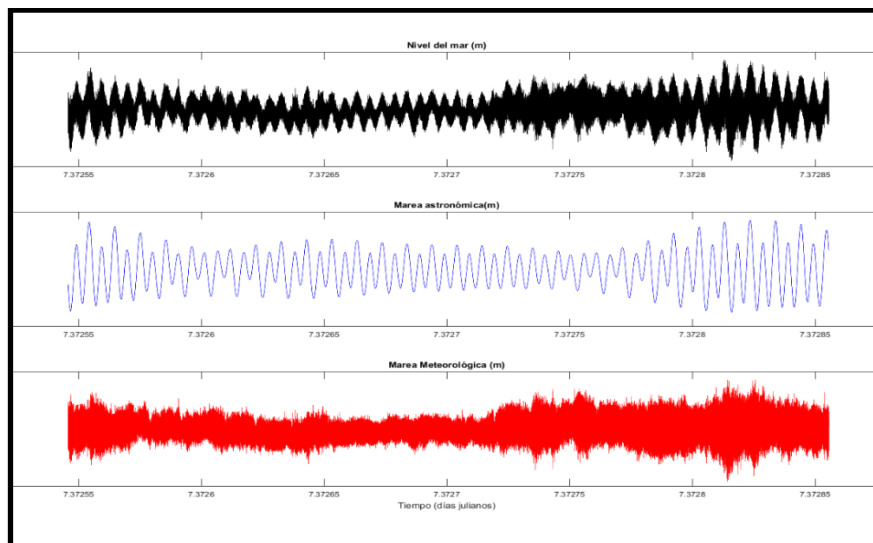


Figura 8. 3. Datos de la estación meteorológica de Grand Velas Riviera Maya.



Ambas series de datos son comparadas y se ajustan para generar una gráfica de mareas real medida en campo.

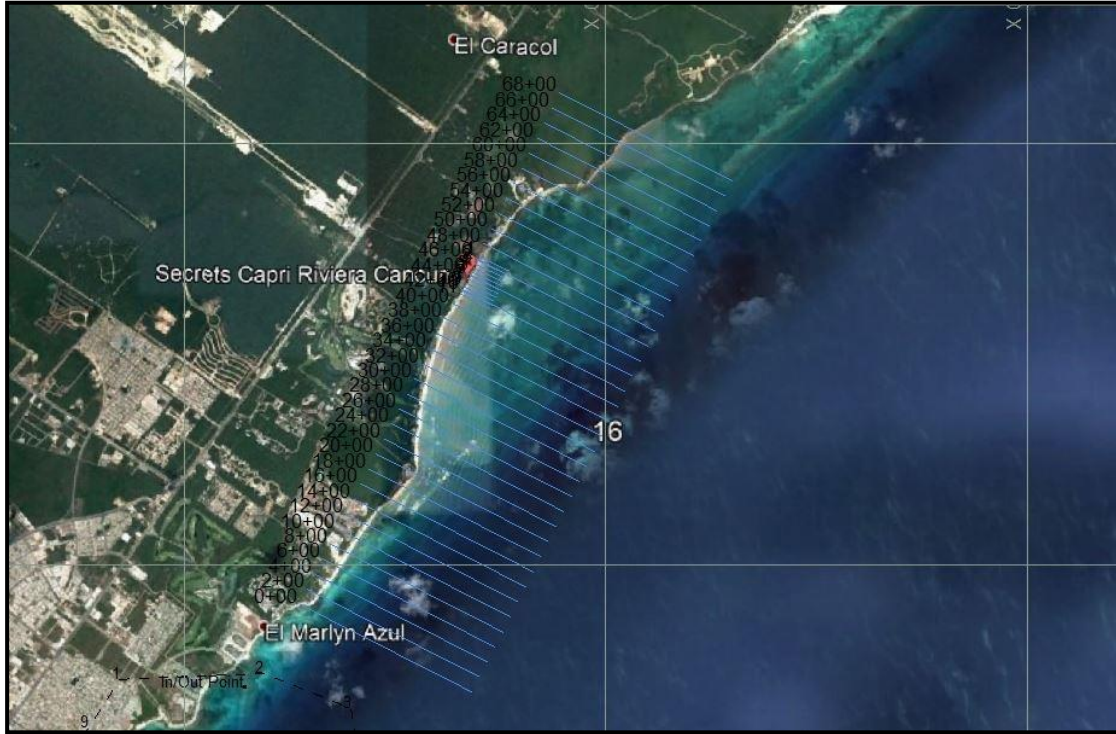
- Líneas auxiliares

Se realizó el plan de levantamiento con base en los rasgos de interés sobre la imagen satelital, en donde para el levantamiento general se trazaron líneas perpendiculares a la línea de costa con una extensión de 5.8 Km con una separación de 200 metros entre ellas llegando hasta la pared del fondo marino donde la profundidad supera los 70 m (profundidad máxima medida por la ecosonda).

Para hacer un levantamiento más detallado de la zona de playa frente a las instalaciones del hotel, se trazaron líneas perpendiculares a la costa con una longitud de 500 metros desde la playa con una separación de 50 metros y con un ancho de 500 m.

Para la topografía de la playa se utilizaron los mismos transectos preparados para la batimetría ya que estos datos posteriormente se unirán para así obtener un plano completo del sitio.

Figura 8. 4. Líneas auxiliares del levantamiento topobatimétrico.



#### 8.4.3.3. Topografía

La batimetría se complementó con la verificación de puntos de control y elevaciones de rasgos importantes del terreno, con equipo RTK (Real Time Kinematic o Lectura en Tiempo Real, por sus siglas en inglés).

Se colocó un banco de nivel en el lote sobre los andadores de un edificio cercano a la costa al cual se le denominó Secrets\_1, en él se colocó un GPS de alta precisión con un tripie de forma estática por 4 horas con el objetivo de hacer una recolección de datos, a continuación se descargó el archivo generado por el GPS, se procesó con el software Magnet para ligarlo a la Red Geodésica Nacional Activa RGNA de INEGI, y posteriormente, se tomaron lecturas a las horas de marea máxima y mínima para determinar la elevación del banco a Marea Media. Finalmente se obtuvieron las coordenadas X,Y y Z finales del banco que se muestran a continuación.

En la Tabla 8. 5 se muestran las coordenadas del banco.

Tabla 8. 5. Coordenadas del banco de arena.

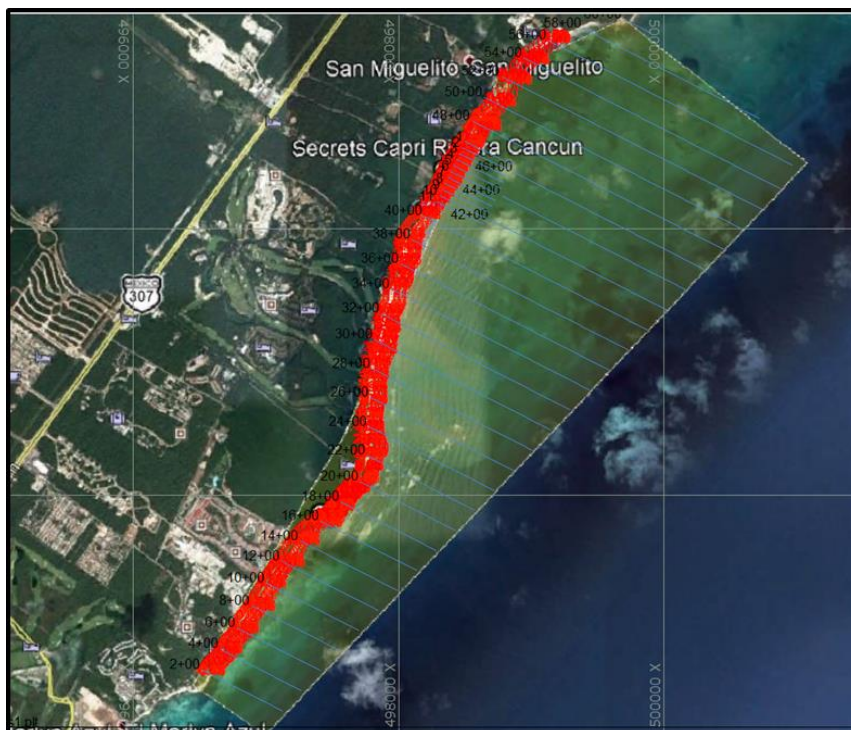
Nombre del banco	Coordenada x utm	Coordenada y utm	Elevación nmm
Secrets_1	498429.87	2288546.77	1.453

Figura 8. 5. Ubicación del banco de nivel.



Ya teniendo el banco de nivel se configuró el sistema RTK que consiste en tener un GPS estático llamado base y un GPS desplazable llamado móvil, este último montado en una baliza extensible para elevar la antena en caso de necesitar que se incremente el nivel de recepción. Cada uno lee información de entre 5 y 18 satélites, se comunica con el otro para corregir la posición y así se obtienen coordenadas con precisiones típicas de +/- 8mm con máximos de 20 mm.

Figura 8. 6. Puntos del levantamiento topográfico.





Toda la información recolectada fue grabada y procesada en un programa de hidrografía, la batimetría se complementó con lecturas de elevación tomadas en la playa con equipo de topografía.

Finalmente se generaron curvas de nivel y se exportó la información a un plano en formato de AutoCAD (DWG) desde donde obtuvieron perfiles de playa se procedió con el diseño del Proyecto.

Una explicación detallada de los trabajos de campo se puede encontrar en el “Reporte de Estudios Hidrográficos para el Proyecto de Recuperación y Estabilización de Playa Frente al Desarrollo Hotel Panama Jack Resorts” (Anexo 4.1).

#### 8.4.3.4. Prospección de bancos de arena

Se realizaron buceos de exploración sobre el banco identificado frente a Playa Mamitas en el municipio de Solidaridad Q. Roo cuya localización exacta se encuentra en el plano georreferenciado llamado “2\_MAM\_Banco de Arena\_V4\_RLM” el cual se adjunta con el presente documento.

Las mediciones consisten en usar un tubo de cobre de metro y medio de largo conectado a una válvula y una manguera neumática conectados a su vez a la salida de baja presión del equipo de buceo autónomo, de manera que se clava el tubo en la arena y al accionar la válvula el aire liberado abre paso al tubo y así es posible penetrar la arena hasta la roca, al golpear la roca se mide el grosor de arena y se anota en una tablilla de acrílico.

Figura 8. 7. Exploración de grosor de estrato de sedimento frente al banco de Playa Mamitas.



Una explicación detallada de los trabajos de campo se puede encontrar en el Anexo 4.1 “Reporte de Estudios Hidrográficos para el Proyecto de Recuperación y Estabilización de Playa Frente al Desarrollo Secrets Capri Riviera Maya”.

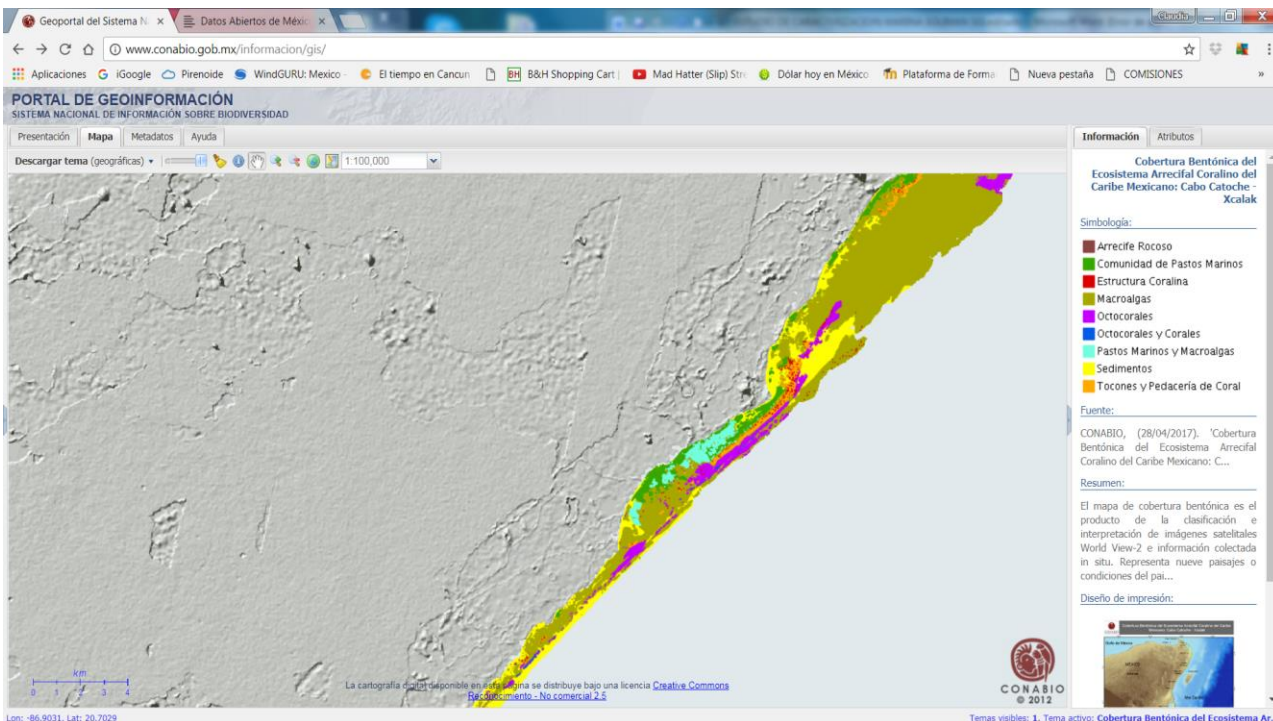
### 8.4.4. Metodología para la caracterización de la biota marina

Para la realización del informe marino el trabajo de campo se realizó durante los días 25 y 26 de agosto, 01, 02, 08 y 09 de septiembre, 17 y 18 de noviembre del año 2018. Se realizó un muestreo para definir los diferentes tipos de ambientes presentes en el área de estudio, llevar a cabo una descripción de dichos ambientes en función del tipo de sustrato, características geomorfológicas, y tipo de biota marina presente. De igual manera, se realizó un muestreo para evaluar los parámetros básicos de la comunidad de organismos bióticos marinos presentes en el área de estudio.

#### 8.4.4.1. Mapa de ambientes

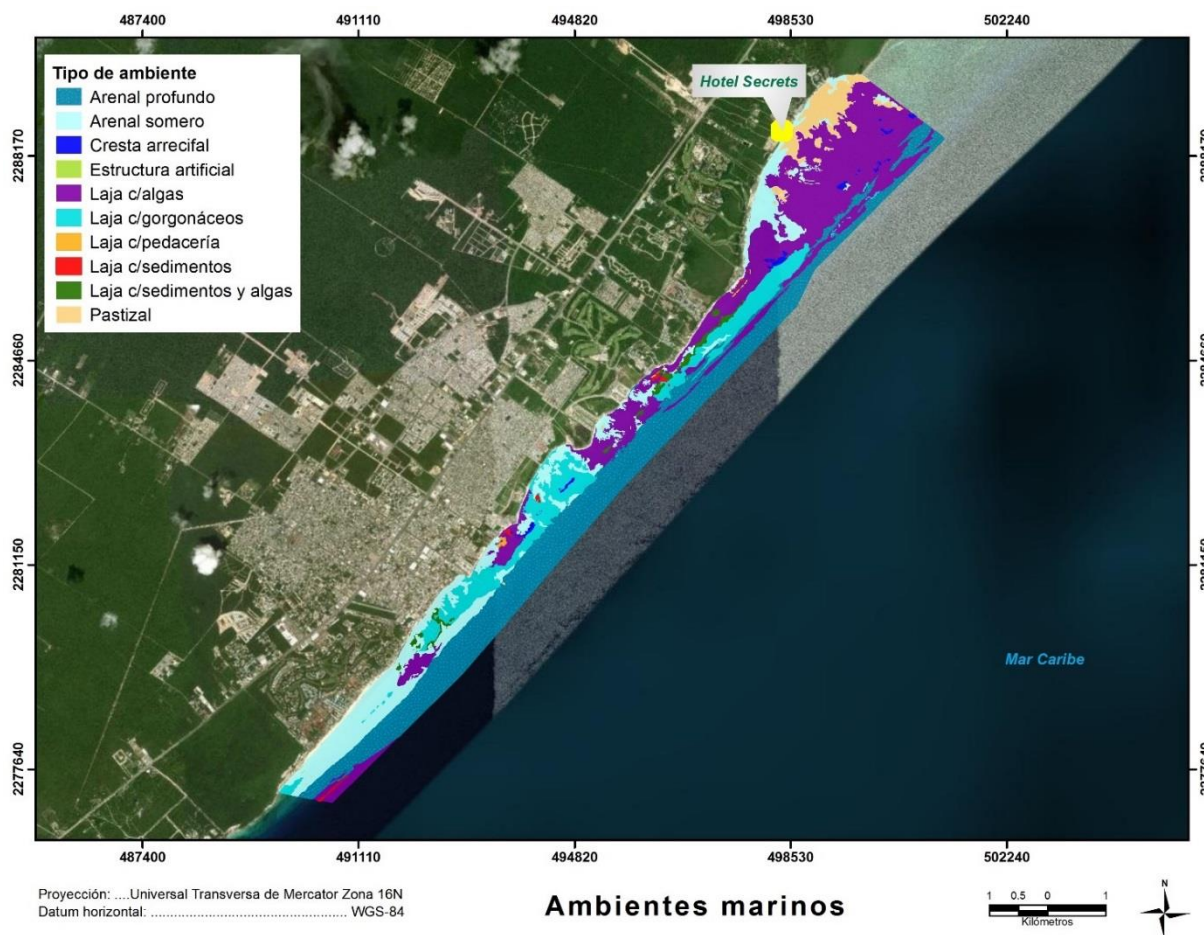
Se realizó un análisis de fotografía aérea y del mapa de cobertura bentónica del ecosistema arrecifal coralino del Caribe Mexicano que publicó la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) para definir los principales tipos de ambientes reconocidos dentro del área de estudio. Este mapa de cobertura bentónica es el producto de la clasificación e interpretación de imágenes satelitales *World View-2* e información colectada *in situ*. Representa nueve paisajes o condiciones del paisaje arrecifal. Los paisajes se caracterizan por la cobertura del bentos, arreglo tridimensional del relieve y zona del arrecife, a partir de la línea de costa hasta los 20 m de profundidad. (CONABIO, 2017) (Figura 8. 8).

**Figura 8. 8. Mapa de cobertura bentónica del ecosistema arrecifal coralino en el portal de la CONABIO.** ([http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/coberturaagw.xml?\\_httpcache=yes&\\_xsl=/db/metadatos/sifgdc\\_html.xsl&\\_indent=no](http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/coberturaagw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/sifgdc_html.xsl&_indent=no)).



Con esta información de base se realizó una prospección subacuática para corroborar en campo el tipo de sustrato y comunidad bentónica dominante con puntos referenciados geográficamente. Para ello se llevaron a cabo recorridos mediante remolque de un buzo en snorkel desde una embarcación a baja velocidad para reconocer el patrón de zonación general y definir los límites entre subzonas; y posteriormente se realizaron muestreos en sitios puntuales en toda el área de estudio, en donde se registró información como la profundidad, tipo de ambiente, comunidad bentónica dominante, así como un levantamiento del listado de especies de los principales grupos taxonómicos con su referencia geográfica. Con esta información se realizó una definición de los ambientes presentes en el Sistema Ambiental Regional (SAR), y se establecieron los límites de estos ambientes para generar el mapa que representa la estructura general de la biota marina en este lugar (Figura 8. 9).

Figura 8. 9. Ambientes marinos en el SAR del Proyecto.



#### 8.4.4.2. Parámetros indicadores del estudio

La caracterización del medio marino permite contar con información para evaluar el estatus de individuos y poblaciones, así como el grado de integridad ecológica del sistema, de acuerdo a los siguientes indicadores (Tabla 8. 6).

**Tabla 8. 6. Parámetros indicadores de la caracterización ambiental marina para el proyecto del Hotel Secrets.**

Índices o indicadores	Definición	Objetivo
Riqueza de especies	Es el conjunto de especies de un taxón dentro de un área determinada.	Indicar las especies presente, las potencialmente utilizables como bio-indicadoras y/o de interés especial.
Abundancia relativa	Es la proporción del tamaño poblacional de una especie con respecto al total de la población de las especies simpátricas, en el grupo de interés	Determinar la tendencia poblacional y obtener información para los índices de diversidad (cobertura y densidad)
Índice de diversidad de especies	Se estima utilizando la riqueza específica y sus abundancias relativas. Se utiliza el índice de Shannon-Wiener (H')	Estimar el número de especies presentes en un área determinada
Distribución	Se estima la relación entre las especies de fauna marina y los tipos de ambientes	Número de especies por hábitat
Similitud entre los diferentes hábitats	Asociación de especies de fauna silvestre con relación a los diferentes ambientes.	Determinar ambientes indicadores de recambio de especies
Indicadores biológicos	Especies o grupos de especies que reflejan el estado de integridad ecológica del sistema.	Conocer sobre la condición ambiental del área e identificar posibles factores adversos.
Especies de interés particular	Son especies elegidas por razones obvias de conservación tales como status o carisma.	Aportar información de utilidad para planes de conservación de dichas especies.
Zonación ambiental	Caracterización del ambiente considerando aspectos físicos y biológicos.	Prospección general de los diferentes ambientes.

#### 8.4.4.3. Caracterización de la biota marina.

La caracterización de la biota marina en el área de influencia del proyecto se llevó a cabo mediante un muestreo intensivo los días 25 y 26 de agosto, 01, 02, 08 y 09 de septiembre del 2018. Para ello se realizó un estudio de la comunidad biótica que se encuentra presente en el polígono definido como Sistema Ambiental Regional, con una superficie de 1,116.68 hectáreas.

Se obtuvo información en campo para llevar a cabo un análisis de la comunidad de organismos arrecifales a través de la elaboración de listados de especies, determinación de la composición específica, así como de la distribución y abundancia de los principales grupos taxonómicos:

- ESCLERACTINIOS (Corales duros).
- GORGONÁCEOS (Corales blandos).
- ICTIOFAUNA (Peces arrecifales).
- VEGETACIÓN MARINA (Macroalgas y pastos marinos).
- INVERTEBRADOS (anélidos, anémonas, coralimorfos, crustáceos, equinodermos, esponjas, moluscos y zoántidos).

Para tal fin se realizó un muestreo estratificado, tomando en cuenta la zonificación propuesta para los arrecifes de esa región (Gutiérrez, *et al*, 1993a y Padilla, *et al.*, 1994), reconociendo la ausencia de algunas zonas estructurales en ciertos sitios. Esta variabilidad de la estructura del arrecife a lo largo del área de estudio genera diferencias en el perfil arrecifal y en la biota marina asociada, los cuales están relacionados con el tipo de ambiente que se reconoció para la zona (Tabla 8. 7).

**Tabla 8. 7. Patrón de zonación utilizado para la caracterización de la biota marina del área de estudio.**

Ambientes marinos
Arenal profundo
Arenal somero
Cresta arrecifal
Estructura artificial
Laja con algas
Laja con gorgonáceos
Laja con pedacería
Laja con sedimentos
Laja con sedimentos y algas
Pastizal

Para este estudio en particular se reconocieron 2 polígonos (A y B) (Figura 8. 10), con un total de 92 transectos de muestreo: 62 para el polígono A y 30 para el polígono B. Los sitios de muestreo se representan gráficamente en la Figura 8. 11, y se presentan sus coordenadas geográficas en la Tabla 8. 8 y Tabla 8. 9.

Figura 8. 10. Sistema ambiental regional, secciones A y B.

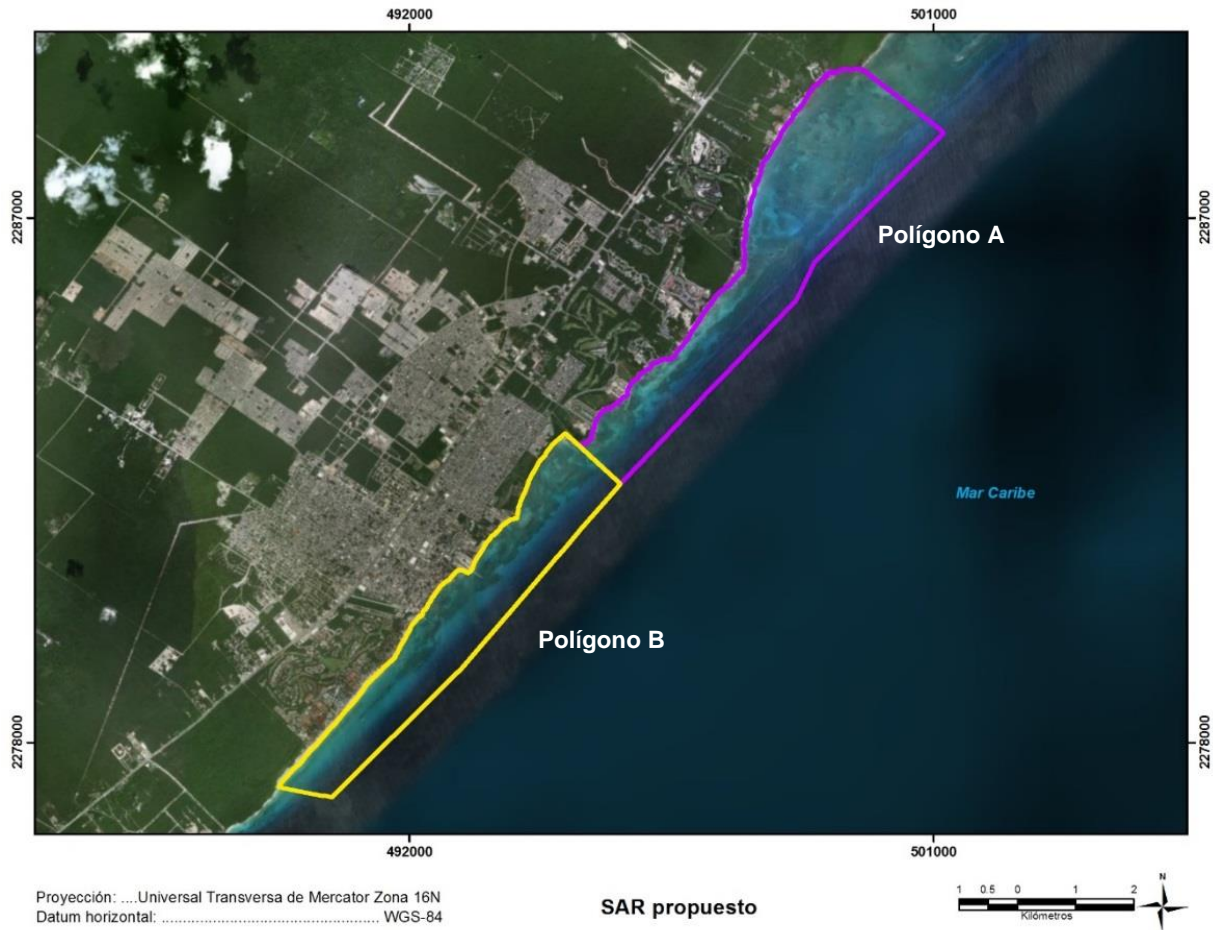
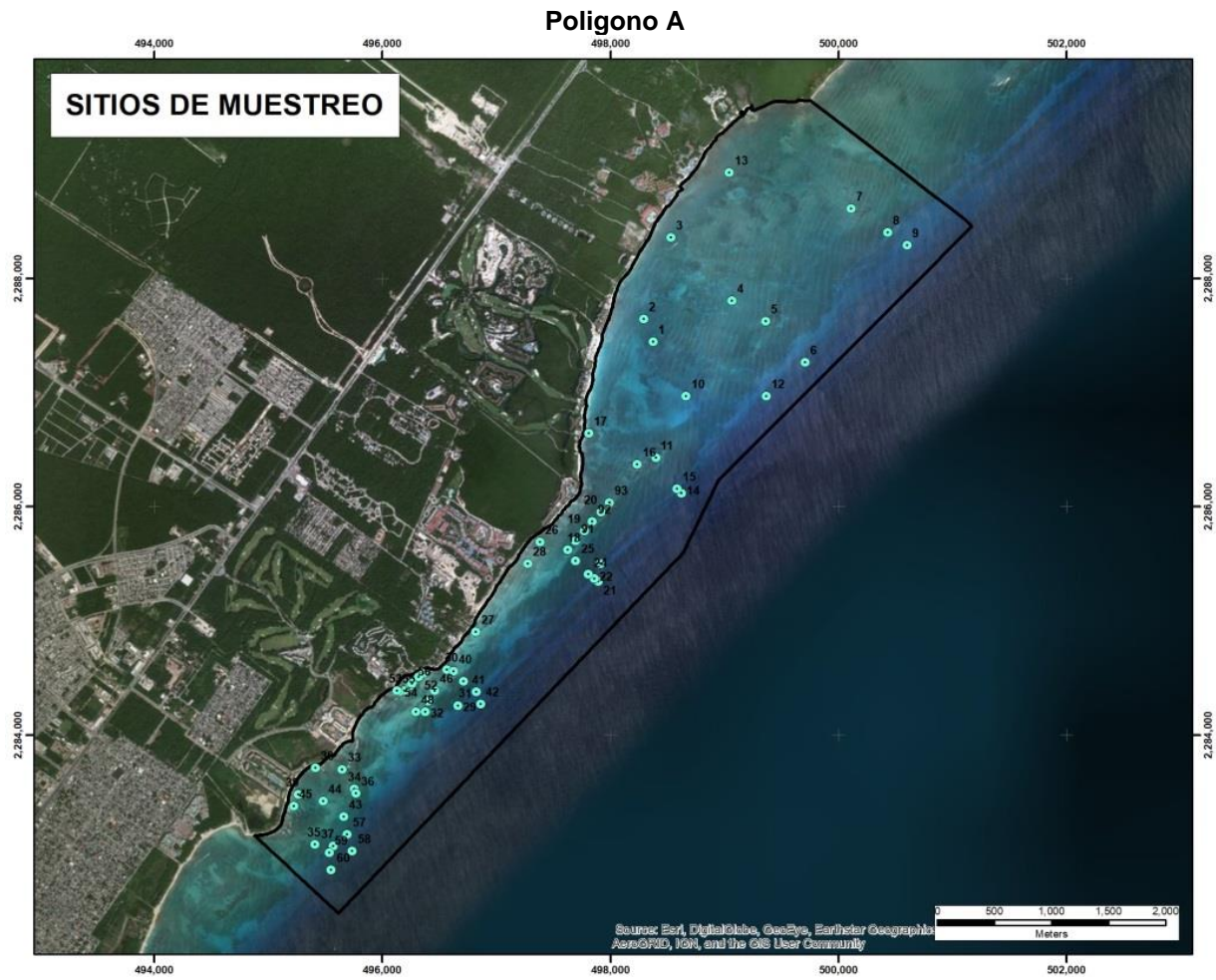


Figura 8. 11. Sitios de muestreo para la caracterización marina en el SAR.



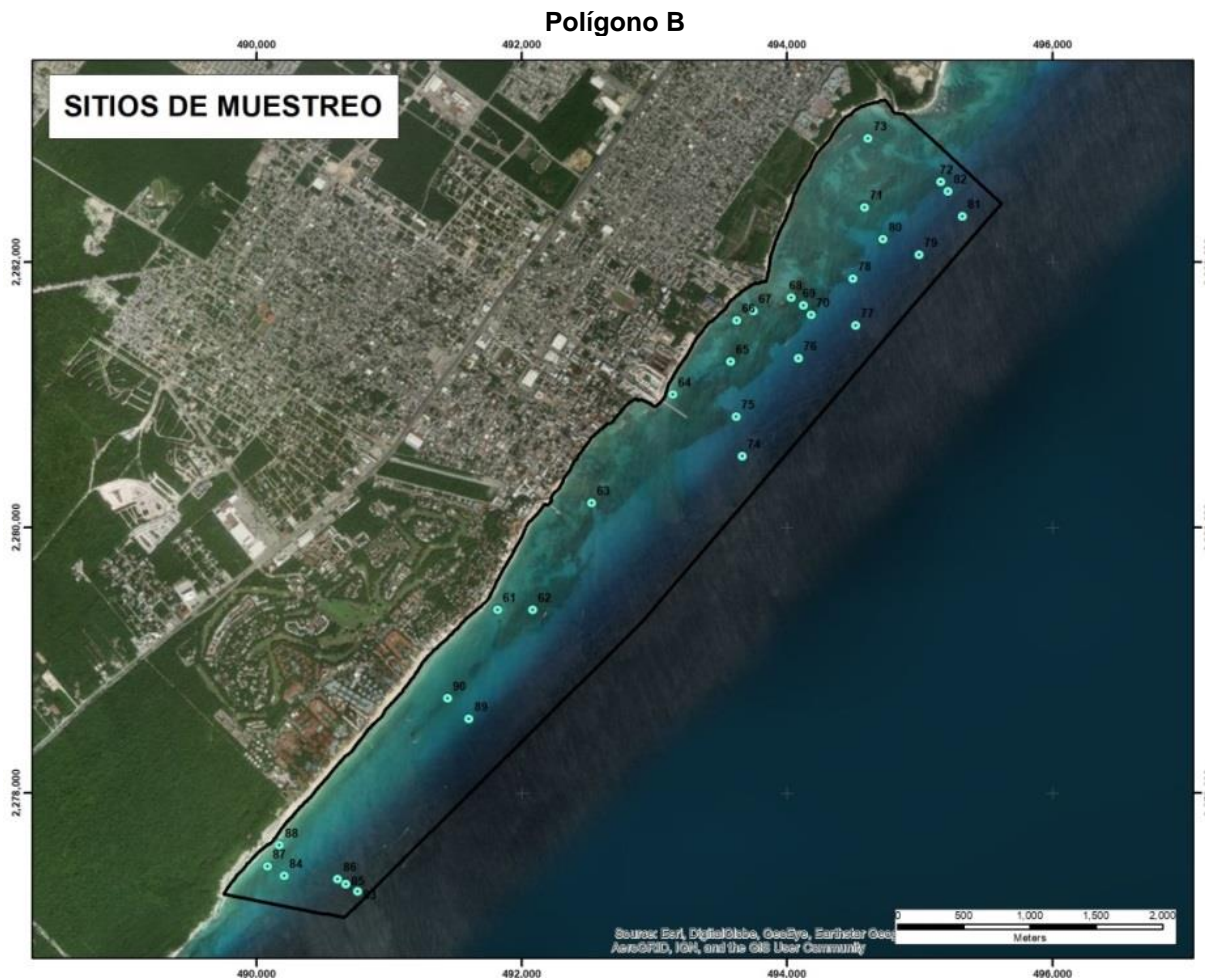


Tabla 8. 8. Referencia geográfica de los sitios de muestreo en el Polígono A.

Sección	Ambiente	Abrev	ID	X_COORD	Y_COORD
Bahía	Arenal profundo	Ap	9	500605	2288291
			15	498587	2286158
	Arenal somero	As	10	498665	2286969
	Cresta arrecifal	C	5	499364	2287627
			7	500112	2288611
			8	500435	2288402
			11	498399	2286427
	Laja con algas	La	16	498238	2286369
			2	498295	2287645
			4	499068	2287804
			6	499708	2287268
	Laja con gorgonáceos	Lg	14	498625	2286120
			12	499368	2286971
			17	497813	2286641
	Laja con pedacera	Lp	13	498376	2287446
Pastizal	P	3	498532	2288358	
		13	499044	2288929	
Costa	Arenal profundo	Ap	22	497860	2285368



Sección	Ambiente	Abrev	ID	X_COORD	Y_COORD
			41	496825	2284377
			42	496863	2284270
			57	495695	2283126
			58	495738	2282982
			59	495537	2282967
			60	495553	2282818
	Arenal somero	As	38	495414	2283713
			44	495483	2283417
			45	495226	2283377
	Estructura artificial	Ea	56	496264	2284449
	Laja conalgas	La	18	497628	2285620
			19	497775	2285787
			20	497921	2285953
			21	497895	2285346
			26	497384	2285689
			27	496822	2284901
			30	496567	2284572
			31	496712	2284469
			33	495650	2283696
			34	495756	2283527
			35	495409	2283042
			36	495771	2283487
			43	495663	2283281
			51	496357	2284537
			52	496322	2284507
			55	496130	2284385
			Laja con gorgonáceos	Lg	91
	92	497844			2285868
	93	497993			2286036
	23	497914			2285502
24	497810	2285406			
25	497698	2285523			
Laja con sedimentos	Ls	29	496664	2284254	
		32	496379	2284200	
		37	495570	2283026	
		47	496402	2284294	
Laja con sedimentos y algas	Lsa	50	496270	2284464	
		53	496192	2284385	
		28	497278	2285503	
Pastizal	P	40	496624	2284558	
		46	496461	2284389	
		48	496295	2284204	
		49	496246	2284429	
			54	496149	2284379
			39	495264	2283480

**Tabla 8. 9. Referencia geográfica de los sitios de muestreo en el Polígono B.**

Sección	Ambiente	Abrev	ID	X_COORD	Y_COORD
Arrecife	Arenal profundo	Ap	74	493663	2280536
			76	494087	2281273
			77	494517	2281520
			78	494497	2281872
			79	494996	2282055
			81	495324	2282343
			82	495216	2282531
	Cresta arrecifal	C	68	494033	2281729
			71	494584	2282410
	Laja c/algas	La	62	492084	2279381
			65	493574	2281249
			67	493746	2281631
			73	494612	2282931
	Laja c/gorgonáceos	Lg	69	494125	2281674
			70	494183	2281601
			72	495162	2282603
	Laja c/pedaceria	Lp	66	493620	2281559
	Laja c/sedimentos y algas	Lsa	61	491820	2279380
			63	492528	2280184
			64	493140	2281003
Pastizal	P	75	493618	2280832	
		80	494725	2282169	
Arenales	Arenal profundo	Ap	89	491603	2278558
	Estructura artificial	Ea	88	490174	2277605
	Laja c/algas	La	83	490765	2277258
			86	490614	2277350
	Laja c/gorgonáceos	Lg	87	490083	2277447
			90	491443	2278714
	Laja c/sedimentos	Ls	85	490674	2277315
Pastizal	P	84	490209	2277378	

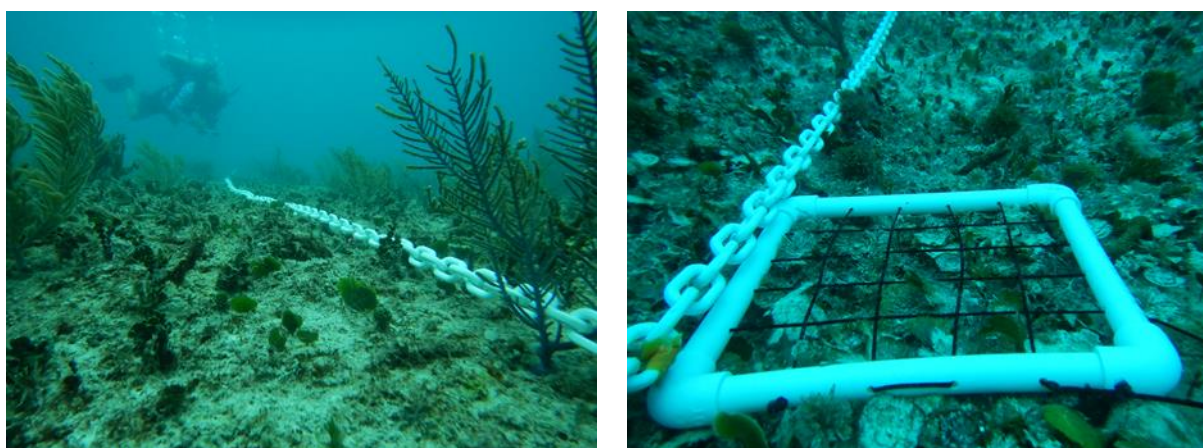
#### 8.4.4.4. Registro de información

El muestreo se llevó a cabo siguiendo los métodos convencionales con los que se han caracterizado los arrecifes del Caribe mexicano (Gutiérrez, *et al.*, 1993b, 1995; Lara, *et al.*, 1994a, 1994b, Padilla, *et al.*, 1994), empleando transectos de cadena de 20 m de longitud (*sensu* Loya, 1972), como referencia para estimar la composición específica, distribución, abundancia y diversidad de los taxa de organismos arrecifales, de acuerdo a los siguientes criterios (Tabla 8. 10 y Figura 8. 12).

**Tabla 8. 10. Técnicas de muestreo aplicadas por grupo taxonómico para la caracterización de la biota marina en el área de estudio**

Grupo taxonómico	Técnica de muestreo
Corales escleractinios	Se estimó el tamaño de las colonias que se encontraron debajo del transecto, y se registró la especie y su condición de salud.
Gorgonáceos	Se registró el número de individuos por especie observados a 1 m de distancia por cada lado del transecto, registrando también la categoría de edad de cada individuo.
Ictiofauna	Se registró el número de individuos por especie observados a 1 m de distancia por cada lado del transecto, registrando también la talla de cada individuo.
Vegetación marina (pastos marinos y algas)	Se colocaron cuadrantes de 25 cm <sup>2</sup> divididos en cuadros de 5X5 cm, a cada 5 m a lo largo del transecto. Se registró la cobertura a partir del número de cuadros de 5x5 cm ocupados por cada especie.
Invertebrados marinos	Se registró el número de individuos por especie observados a 1 m de distancia por cada lado del transecto.

**Figura 8. 12. Muestreo mediante el uso de cuadrantes y transectos.**



La identidad taxonómica de los organismos registrados durante el muestreo se determinó *in situ*. Para los escleractinios se utilizaron las claves y guías de campo Smith (1972), Greenberg y Greenberg (1977), Castañares y Soto (1982), Zlatarsky y Martinez (1982), Colin (1988) y Humann (1993a). Para gorgonáceos las claves de Cairns (1977), Bayer (1961), Bayer, *et al.* (1983) y Humman (1993a). Para algas se usó la clave visual de Littler *et al.* (1989) y la de Humman (1993a). Para peces se emplearon las claves de Chaplin (1972), Greenberg y Greenberg (1977) y Stokes (1984).

Adicionalmente se hicieron mediciones para estimar el tamaño de los organismos y se hicieron anotaciones con respecto a la condición que guardan para detectar mortalidad o algún otro tipo de daño, así como de la morfología de las colonias. Para llevar a cabo este registro se definieron categorías, de acuerdo al taxón, según como se describe más adelante. Con la información recabada se estimaron 6 parámetros básicos de la comunidad de organismos arrecifales para evaluar la condición actual en que se encuentran y emitir un diagnóstico ambiental del sitio de estudio. A continuación, se explica cada uno de ellos.

- Abundancia

Se obtuvo una estimación de abundancia para todos los grupos taxonómicos de organismos arrecifales considerados en el estudio. En el caso de los escleractinios y las algas se hizo una estimación de la cobertura de cada uno de estos taxa, expresada como el porcentaje de tejido vivo que cada uno ocupó en el transecto. En el caso de los gorgonáceos y los peces arrecifales se hizo una estimación de densidad con base en el número de colonias/individuos que se encontraron por metro cuadrado de área de muestreo. También se incluye un listado de especies por grupo taxonómico con un estimador de abundancia relativa por especie para cada una de las zonas de muestreo. Cabe mencionar que los listados de especies no incluyen los nombres comunes de las especies, porque la mayoría no lo tiene definido. Este estimador de abundancia relativa se presenta en categorías, de acuerdo a lo descrito en la Tabla 8. 11.

**Tabla 8. 11. Categorías de abundancia relativa y definición de su rango.**

Categoría	Abreviación	Rango de abundancia relativa
Dominante	D	> 20 %
Abundante	A	10 – 20 %
Común	C	5 – 10 %
Escaso	E	1 – 5 %
Raro	R	< 1 %

- Diversidad

A partir de los datos de abundancia específica se obtuvieron dos estimadores de la diversidad por taxón para cada una de las subzonas de muestreo: Riqueza específica e índice de diversidad de Shannon Wiener ( $H'$ ); y una medida de la heterogeneidad a través del valor de Equitabilidad ( $J'$ ), de acuerdo a las fórmulas y procedimientos descritos en Begon, *et al.*, 1990.

- Formas de crecimiento

Este parámetro se consideró para aquellos organismos arrecifales que crecen formando colonias, los cuales presentan un crecimiento indeterminado y cuyas formas de crecimiento pueden servir como indicadores de las condiciones ambientales a las cuales están sujetos. De esta manera se registró la forma de crecimiento de los escleractinios con base en categorías para cada taxón, según se presenta en la Tabla 8. 12. El análisis de este parámetro se muestra como un histograma de frecuencias por categoría de forma de crecimiento por subzona.

**Tabla 8. 12. Categorías de formas de crecimiento para los escleractinios.**

Categoría	Forma de crecimiento
Dig	Digitiforme
Inc	Incrustante
Mas	Masiva
Ram	Ramificado

- Estructura de tallas

El tamaño de las colonias se registró para los escleractinios, los gorgonáceos y los peces arrecifales con la intención de conocer la estructura de tallas de cada uno de estos taxa. Para ello, se utilizaron diferentes parámetros para estimar la talla; en el caso de los escleractinios se consideró el diámetro mayor de cada colonia, para los gorgonáceos se midió la altura máxima de cada colonia, y para los peces se estimó la longitud total del cuerpo. El tamaño de los organismos se registró en clases de tamaño, para lo cual se definen las categorías de talla para cada taxón que se muestra en la Tabla 8. 13. El análisis se presenta como un histograma de frecuencias por taxón y por subzona.

**Tabla 8. 13. Categorías de talla para los escleractinios, gorgonáceos y peces.**

Clase de talla	Escleractinios	Gorgonáceos	Peces
I	<5 cm	<10 cm	<5cm
II	5-10 cm	10-30 cm	5-10 cm
III	10-20 cm	30-50 cm	10-20 cm
IV	20-40 cm	>50 cm	20-30 cm
V	>40 cm		>30 cm

- Condiciones del organismo

Esta evaluación se hizo de manera cualitativa en los escleractinios y en los gorgonáceos por ser los organismos más importantes en cuanto a su papel ecológico y abundancia, a través del registro del tipo de daño que pudieran presentar sus colonias. Para ello se consideraron diferentes categorías de daño dependiendo del taxón, según se explica en la Tabla 8. 14. El análisis se presenta como histograma de frecuencias relativas de categorías de daño por subzona.

**Tabla 8. 14. Categorías de condición de los organismos para escleractinios y gorgonáceos.**

Escleractinios		Gorgonáceos	
Categoría	Condición del organismo	Categoría	Condición del organismo
Sana	Sin tejido dañado	Sana	Sin tejido dañado
Sedi	Tejido cubierto con sedimento	Daño	Tejido con algún tipo de daño
Blca	Tejido blanqueado	Enfe	Enfermedad (virus, nódulos, etc.)
Epib	Con organismos epibiontes		

- Grupos funcionales

Para los grupos de peces arrecifales y para la vegetación marina se realizó un análisis de grupos funcionales. Para ello se consideró el tipo de alimentación en los peces para definir su grupo trófico, y el tipo de pigmento fotosintético presente en las algas, de acuerdo al phylum al que pertenecen taxonómicamente, según las categorías que se especifican a continuación. Se realizó un análisis de la distribución de frecuencias por taxa de acuerdo a los grupos tróficos para los peces y los grupos taxonómicos para las algas. Las categorías se presentan en la Tabla 8. 15. El análisis se presenta como histograma de frecuencias relativas de categorías de grupos funcionales por subzona.

**Tabla 8. 15. Categorías de grupos funcionales para peces arrecifales y para la vegetación marina.**

Peces arrecifales		Vegetación marina	
Categoría	Grupo trófico	Categoría	Grupo taxonómico
Bento	Bentófago	Vcar	Clorofitas (verde) carnosas
Herbi	Herbívoro	Vcal	Clorofitas (verde) calcáreas
Ictio	Ictiófago	Roja	Rodofitas
Omni	Omnívoro	Café	Feofitas
Planc	Planctófago	Cian	Cianofita
		Pasto	Pastos marinos

Las categorías tróficas para agrupar a los peces arrecifales de acuerdo a sus hábitos alimenticios se definen de la siguiente manera:

- Bentófago: Se alimenta de cangrejos, camarones, anélidos, gasterópodos, estomatópodos, peces.
- Herbívoro: Dieta a base de algas y pastos marinos.
- Ictiófago: Se alimentan de peces.
- Omnívoro: Consumen algas, anélidos, peces, copépodos, gasterópodos, antozoos, tunicados, cangrejos, esponjas, equinodermos.
- Planctófago: Se alimentan de cangrejos, camarones, estomatópodos, zoantarios y huevos de peces que forman el plancton.

#### 8.4.4.5. Caracterización de la biota marina en los Bancos de Arena

La caracterización biológica de los bancos de arena para analizar la factibilidad de realizar la extracción de sedimento para el proyecto se llevó a cabo durante los días 17 y 18 de noviembre del 2018. Se realizó un muestreo para analizar la biota conspicua que existen en los sitios potenciales como bancos de arena, y se tomaron muestras de sedimento para analizar la infauna presente.

- Área de estudio

El área de estudio para determinar la factibilidad de extracción de arena consideró 8 polígonos, en los cuales se llevó a cabo un estudio para caracterizar la biota marina existente y determinar su viabilidad ambiental como posibles sitios donadores de sedimento.

La biota marina conspicua presente en estos polígonos se describió a partir de un muestreo en 16 sitios dentro de los 8 polígonos, de acuerdo a lo que se muestra en la Figura 8. 13 y Tabla 8. 16.

Figura 8. 13. Polígonos de los potenciales bancos de arena identificados como posibles sitios de extracción de sedimento (línea amarilla). Se muestran los sitios donde se llevaron a cabo los transectos para muestreo de biota conspicua.

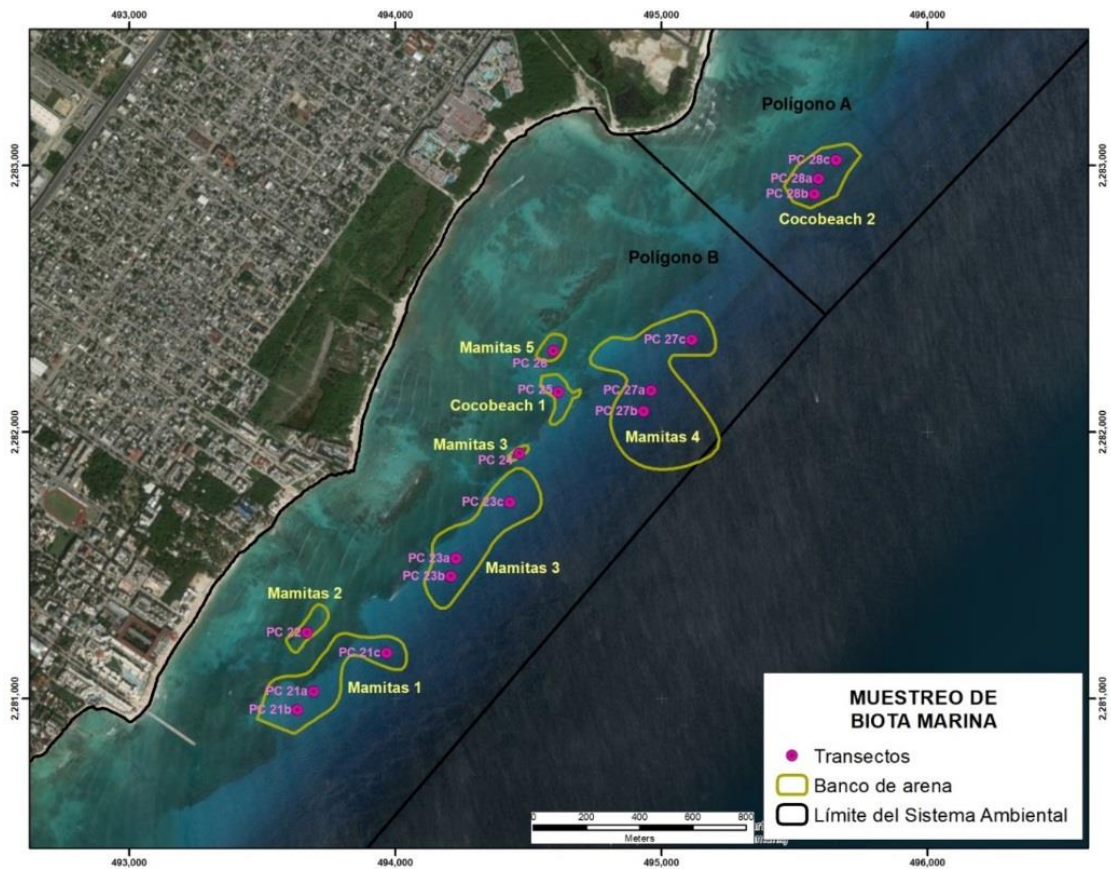
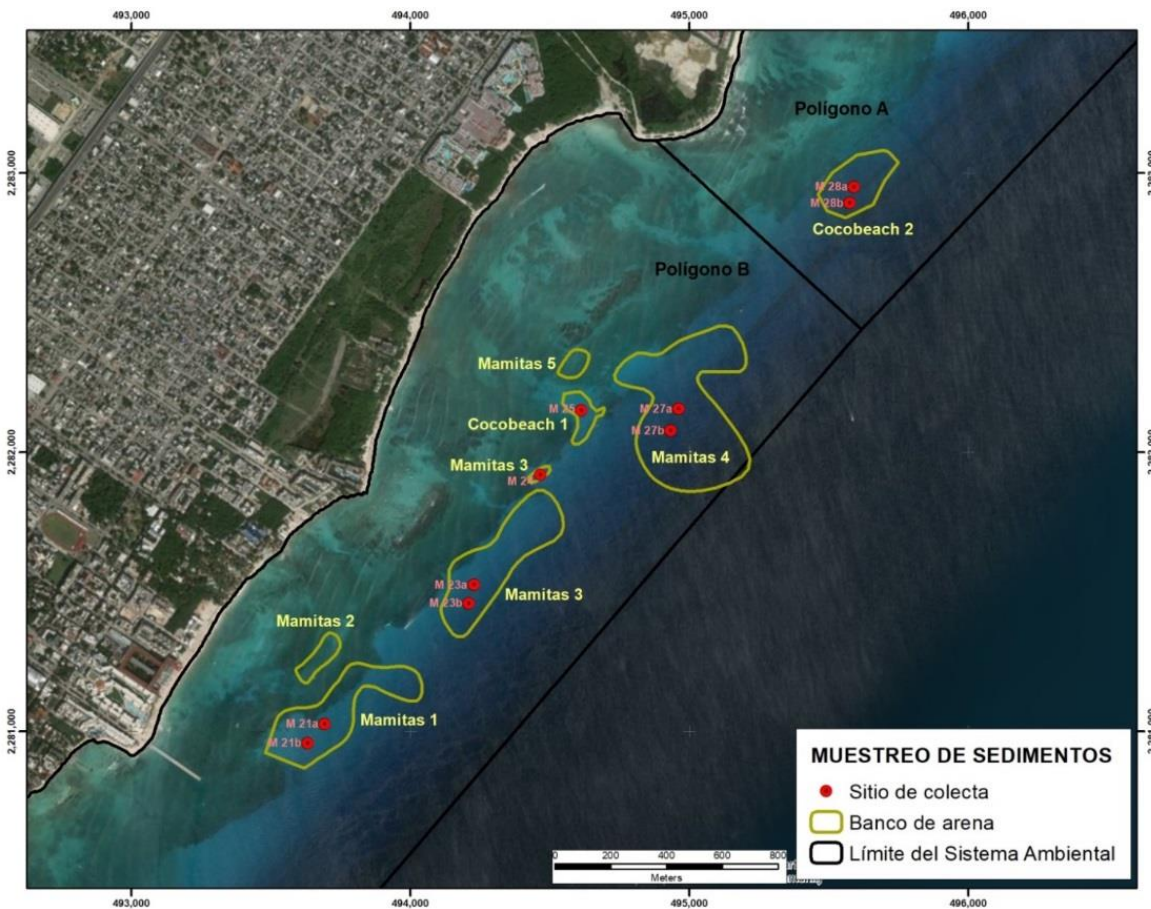


Tabla 8. 16. Referencia geográfica de los transectos de muestreo para caracterizar la biota béntica, ictiofauna e infauna presente en los bancos de arena.

Banco	Transecto	X_COORD	Y_COORD
Mamitas 1	PC 21a	493,694.00	2,281,026.00
	PC 21b	493,632.00	2,280,957.00
	PC 21c	493,967.00	2,281,170.00
Mamitas 2	PC 22	493,669.00	2,281,247.00
Mamitas 3	PC 23a	494,228.00	2,281,524.00
	PC 23b	494,209.00	2,281,458.00
	PC 23c	494,431.00	2,281,736.00
Mamitas 3 somero	PC 24	494,466.00	2,281,919.00
Cocobeach 1	PC 25	494,614.00	2,282,149.00
Mamitas 5	PC 26	494,594.00	2,282,304.00
Mamitas 4	PC 27a	494,962.00	2,282,155.00
	PC 27b	494,934.00	2,282,077.00
	PC 27c	495,115.00	2,282,346.00
Cocobeach 2	PC 28a	495,591.00	2,282,950.00
	PC 28b	495,575.00	2,282,892.00
	PC 28c	495,657.00	2,283,020.00

De manera complementaria se llevó a cabo una colecta de sedimentos para el análisis de la infauna presente en el área de estudio, para lo cual se tomaron 10 muestras, según se muestra en la Figura 8. 14 y en la Tabla 8. 17.

**Figura 8. 14. Polígonos de los posibles bancos de arena identificados como sitio de extracción de sedimento (línea amarilla). Se muestran los sitios donde se llevó a cabo la colecta de sedimentos para muestreo de infauna.**



**Tabla 8. 17. Sitios de colecta de sedimentos para caracterizar la infauna presente en los bancos de arena.**

Banco	Sitio de colecta	X_COORD	Y_COORD
Mamitas 1	M 21a	493,694.00	2,281,026.00
	M 21b	493,632.00	2,280,957.00
Mamitas 3	M 23a	494,228.00	2,281,524.00
	M 23b	494,209.00	2,281,458.00
Mamitas 3 somero	M 24	494,466.00	2,281,919.00
Cocobeach 1	M 25	494,614.00	2,282,149.00
Mamitas 4	M 27a	494,962.00	2,282,155.00
	M 27b	494,934.00	2,282,077.00
Cocobeach 2	M 28a	495,591.00	2,282,950.00
	M 28b	495,575.00	2,282,892.00



- Muestreo en campo

La caracterización del banco de arena se realizó a partir de un análisis de la biota que se encuentra presente, a través de la elaboración de listados de especies, determinación de la composición específica, así como de la distribución y abundancia de cuatro elementos bióticos principales que se describen a continuación:

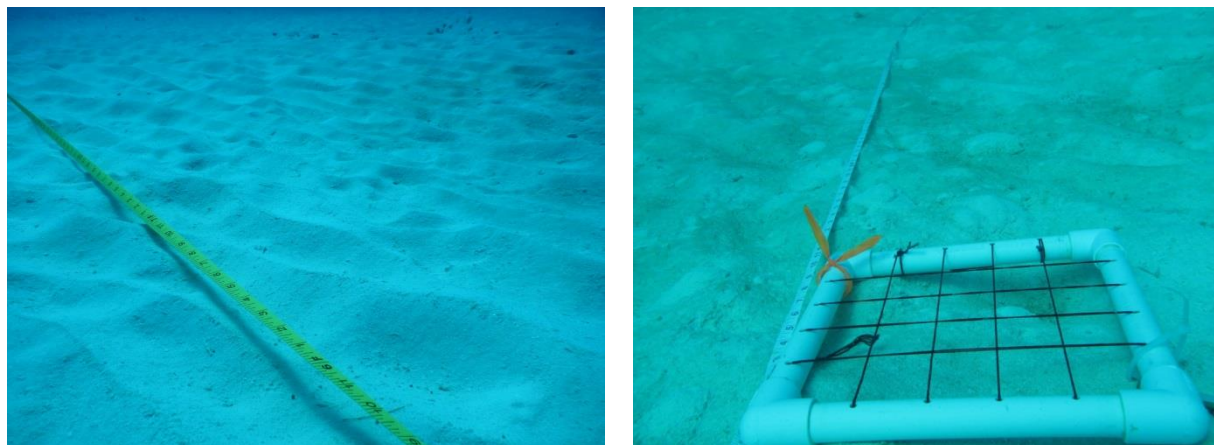
- BIOTA BÉNTICA: Organismos que viven asociados al fondo marino, ya sea que se encuentren fijos al sustrato o que se muevan sobre él. Los grupos taxonómicos que se consideraron para este tipo de biota son:
  - Anémona
  - Equinodermos
  - Esponja
  - Moluscos
  - Gorgonáceos
- VEGETACIÓN MARINA: Macroalgas y pastos marinos.
- ICTIOFAUNA: Comunidad de peces que se encuentra en la columna de agua. Todos ellos pertenecen a un mismo grupo taxonómico de los Osteichthyes, que son los peces óseos o con esqueleto.
- INFAUNA: Organismos que viven enterrados en el sedimento. Para este tipo de biota se consideraron los siguientes grupos taxonómicos:
  - Annelida
  - Sipuncula
  - Cephalorhyncha
  - Mollusca
  - Equinodermata
  - Crustacea

El muestreo se llevó a cabo siguiendo métodos convencionales. Para los muestreos de fauna bentónica e ictiofauna se emplearon las técnicas descritas en Gutiérrez, et al., 1993b, 1995; Lara, et al, 1994a, 1994b, 1994; y Padilla, et al, 1994, usando transectos de línea de 50 m de longitud (Sensu Loya, 1972; modificado por Porter, 1972) como referencia para estimar la composición específica, distribución, abundancia y diversidad de los taxa de organismos estudiados.

El método de muestreo se aplicó según el grupo taxonómico. Para la biota bentónica se registró el número de organismos por especie que se encontraron a 2 metros a cada lado del transecto, teniendo un área muestreada de 200 m<sup>2</sup> por transecto. Para los peces se registró el número de peces por especie que se observaron a lo largo del transecto y sobre la columna de agua. En el caso de la vegetación marina se utilizó un cuadrante de 25 x 25 cm dividido en 25 cuadros de 25 cm<sup>2</sup> cada uno y se contó el número de cuadros por especie para estimar la cobertura, teniendo una muestra de 6 cuadrantes por cada transecto; cubriendo un área de 3,750 cm<sup>2</sup> en cada uno (Figura 8. 15).

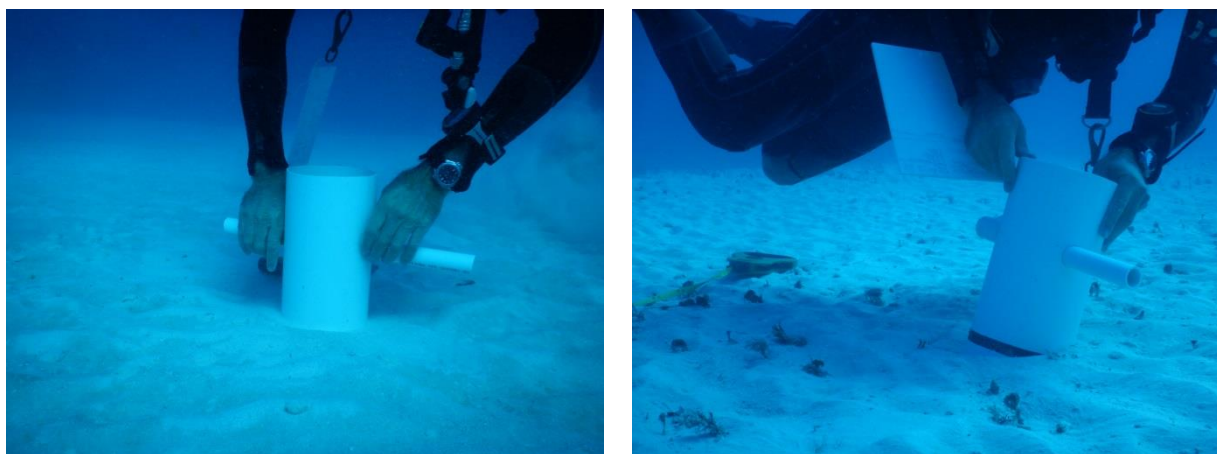
La identificación de especies se llevó a cabo in situ para el caso de la biota bentónica, para la vegetación marina y para la ictiofauna; y en el caso de la infauna se llevó a cabo posteriormente en el laboratorio. La identificación de especies se apoyó con diferentes guías de campo (Colin, 1988; Greenberg y Greenberg, 1977; Humman, 1989; 1993; Jones y McCormick, 2002; Littler et al., 1989; Stokes, 1984; Zea, 1987).

**Figura 8. 15. Transectos lineales de cadena para muestreo de fauna bentónica e ictiofauna. Y medición de la profundidad de la capa de sedimento.**



Para el muestreo de la infauna se utilizó un nucleador de PVC que toma muestras de 15 cm de diámetro por 20 cm de alto. Dicho nucleador se sumergió en el sedimento para tomar una muestra de aproximadamente 3,534 cm<sup>3</sup> (3.5 litros) de volumen de sedimento. Se tomaron 2 muestras por cada transecto (Figura 8. 16).

**Figura 8. 16. Toma de muestra de sedimento para el muestreo de infauna.**



- Trabajo de laboratorio

Posteriormente, cada muestra de sedimento fue procesada en un sistema de resuspensión de sedimentos por flujo continuo de agua para separar la fauna de organismos intersticiales de la arena. El sistema se compone de dos cubetas de plástico, un recipiente grande, un embudo (garrafón de agua invertido), un juego de tamices (100-1,000 micras de luz de malla) y una bomba sumergible que hace circular el agua. El mecanismo es el siguiente: en el recipiente grande se coloca agua y se sumerge la bomba, ésta se conecta a la parte inferior del embudo transparente. En la parte superior del embudo se coloca la muestra de arena. Cuando se hace funcionar la bomba, el agua empuja la arena hacia arriba y suspende a los organismos, los cuales caen en el tamiz para retenerlos y el agua vuelve a recuperarse en las cubetas (Figura 8. 17).

**Figura 8. 17. Sistema de filtración para colecta de invertebrados intersticiales de la infauna y muestras de sedimento obtenidas.**



Los organismos recolectados en cada muestra fueron depositados en frascos de plástico, fijados con formol al 5%, y etiquetados. Posteriormente, los organismos se revisaron al microscopio de disección para la separación por grupos taxonómicos, e identificación taxonómica (Figura 8. 18).

**Figura 8. 18. Separación de organismos de la infauna, y su posterior identificación taxonómica bajo microscopio de disección (arriba) y algunos ejemplares recolectados (abajo).**



Los análisis que se llevaron a cabo para la caracterización de la biota fue la elaboración de listados de especies en donde se puede apreciar la composición de especies en cada uno de los sitios muestreados, con una estimación de abundancia relativa por sitio.

#### 8.4.4.6. Listado de especies de interés

Se encontraron cuatro especies que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y cinco especies que han sido incluidas en la modificación del anexo normativo III, lista de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, aprobado el 14 de noviembre de 2019, las nueve especies se presentan en la Tabla 8. 18.

Tabla 8. 18. Especies presentes en el SAR que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Taxa	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010
Corales duros	<i>Acropora palmata</i>	Pr
	<i>Acropora cervicornis</i>	Pr
	<i>Orbicella annularis</i>	A
	<i>Orbicella faveolata</i>	A
Corales blandos	<i>Plexaura homomalla</i>	Pr
	<i>Plexaurella dichotoma</i>	Pr
Vegetación marina	<i>Syringodium filiforme</i>	A
	<i>Thalassia testudinum</i>	Pr
	<i>Halodule wrightii</i> <sup>3</sup>	A

## 8.5. CONCLUSIONES

En el presente capítulo se explicaron los instrumentos metodológicos más relevantes utilizados en los estudios realizados para la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, siendo importante señalar que para obtener uno de los productos indicados en la LGEEPA y su reglamento en la materia, se utilizó el concepto relevancia de los impactos ambientales tomando como criterio el efecto sobre la integridad ecológica del SAR, entendiendo por integridad ecológica como la estructura y funciones que caracterizan a un ecosistema, mismas que ya fueron descritas en el Capítulo 4. Derivado de lo anterior, se determinó que ninguno de los impactos identificados es relevante o significativo en los términos que establece el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

## 8.6. BIBLIOGRAFÍA

Aguayo, J., Bello, R., del Vecchio, M., Araujo, J. y Basañez, L. 1980. Estudio Sedimentológico en el Área Tulum- Cancún-Isla Mujeres, Estado de Quintana Roo, México. Biol. Soc. Geol. Mexicana, Tomo XLI, Nos. 1 y 2. Instituto Mexicano del Petróleo. 18 pág.

Batliori, E. y Febles J. 2002. El agua subterránea en el desarrollo regional de la península de Yucatán. Centro de Investigaciones Avanzadas del Instituto Politécnico Nacional. Avance y perspectiva, volumen 21. 67–77 pp.

<sup>3</sup> El anexo normativo III, para la especie de pasto marino *Halodule wrightii*, restringe su protección a las siguientes áreas geográficas: “poblaciones del Sistema Arrecifal Veracruzano, Laguna la Mancha, Arrecife Isla Lobos, Arrecife Tuxpan y Laguna Tamiahua (Veracruz) y Canal del Infiernillo (Sonora)”.

Comisión Nacional del Agua. 2012. Programa Hídrico Regional Visión 2030. Región Hidrológica – Administrativa XXII Península de Yucatán. México, D.F. 135 pág.

Comisión Nacional del Agua. 2015. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Península de Yucatán (3105), Estado de Yucatán. 23 pág.

Comisión Nacional del Agua. 2018. Información Climatológica por Estado. Base de Datos Climatológica. México. Recuperado de: <http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=qroo>.

CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA. 2007. Sitios marinos prioritarios para la conservación de la biodiversidad. Obtenido de: [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:qxnWn9ksy3sJ:www.conabio.gob.mx/gap/index.php/Procesos\\_oceanogr%25C3%25A1ficos+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=mx&client=firefox-b-d](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:qxnWn9ksy3sJ:www.conabio.gob.mx/gap/index.php/Procesos_oceanogr%25C3%25A1ficos+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=mx&client=firefox-b-d).

Charvet, G. 2009. Exploration, modelling and management of groundwater resources in Northern Quintana Roo, Mexico. Technical University of Denmark, Department of Environmental Engineering. 123 pp.

De la Lanza-Espino G; Gómez-Rojas J.C. 2005. Perfiles de playas en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo. Escala 1:150000. Extraído del proyecto CQ017: Evaluación de la Calidad Ambiental y Dinámica de la Zona Costera (Playas) para la Certificación 'Bandera Azul de Municipio Solidaridad, Quintana Roo, México. Instituto de Biología, UNAM. El proyecto fue financiado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México.

Diario Oficial de la Federación. 2018. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Obtenido de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148\\_050618.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_050618.pdf).

Doering, D.O. and Butler, J.H. 1974. Hydrogeologic constraints on Yucatan's development, Science 186 (4,164), 591-595.

Echavarren, J. 2007. Aspectos Socioeconómicos de la Evaluación de Impacto Ambiental. Centro de Estudios Andaluces. Revista Internacional de Sociología. Vol. LXV, N° 47. Pp 99 -16.

FAO – Unesco. 1976. Mapa mundial de suelos 1:5 000 000. Place de Fontenoy, París. 120 pág.

Fernández-Eguiarte, A., Zavala-Hidalgo, J., Romero-Centeno, R., 2018. Atlas Climático Digital de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Centro de ciencias de la Atmósfera. Obtenido de: <http://uniatmos.atmosfera.unam.mx/>.

García, E. – Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1998). 'Climas' (clasificación de Köppen, modificado por García). Escala 1:1000000. México.

Gobierno del Estado de Quintana Roo. 2002. Programa Estatal de Desarrollo Urbano. Recuperado de: <http://seduvi.qroo.gob.mx/pdus/01PEDUQUINTANAROO22ABRIL2002.pdf>.

Gutiérrez, D., García, C., Lara, M., Padilla, C., Pizaña, J., y R. Macías. 1993. Caracterización de los arrecifes coralinos de la reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Q. Roo. México. Sian ka'an Serie Documentos No. 1: 1-47.

Herrera, P. S. F. Crecimiento Económico y Turístico para un Desarrollo Regional en la Riviera Maya, Caso de Estudio Playa del Carmen. Recuperado de: [http://www.saree.com.mx/lab/sites/default/files/cap3TM/CAPITULO3\\_V2\\_HERRERAPdocx.pdf](http://www.saree.com.mx/lab/sites/default/files/cap3TM/CAPITULO3_V2_HERRERAPdocx.pdf)

H. Ayuntamiento de Solidaridad. 2016 – 2018. Plan Municipal de Desarrollo. 2016-2018.

H. Ayuntamiento de Solidaridad. 2016. Atlas de Peligros y/o Riesgos del Municipio de Solidaridad. Recuperado de: [file:///C:/Users/Yazmin/Downloads/YAZMIN%20DESCARGAS/Documentos%20Consulta/Quintana a%20Roo/atlasderiesgos2016.pdf](file:///C:/Users/Yazmin/Downloads/YAZMIN%20DESCARGAS/Documentos%20Consulta/Quintana%20Roo/atlasderiesgos2016.pdf).

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1990. Geología de la República Mexicana. Aguascalientes, Ags., México. 87 pág.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. Aguascalientes, Ags, México. 49 pág.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2008. Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México. Recuperado de: [http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/1-GEOGRAFIADEMEXICO/MANUAL\\_CARAC\\_EDA\\_FIS\\_VS\\_ENERO\\_29\\_2008.pdf](http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/1-GEOGRAFIADEMEXICO/MANUAL_CARAC_EDA_FIS_VS_ENERO_29_2008.pdf).

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2009. Portuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Solidaridad, Quintana Roo. Clave geoestadística 23008. Recuperado de: [http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/23/23008.pdf](http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/23/23008.pdf).

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2014. Censos Económicos. 76 pág.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2015. Panorama sociodemográfico de Quintana Roo. México. 39 pág.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2015. Principales resultados de la Encuesta Intercensal. 103 pág.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2016. Anuario estadístico y geográfico de Quintana Roo. México. 410 pág.

IUSS Working Group WRB, 2015. Base referencial mundial del recurso suelo 2014, actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. FAO, Roma. 218 pág.

Jurisprudencia I.4o.A. J/2 (10a.), sostenida por el Cuarto Tribunal Colegiado en materia Administrativa del Primer Circuito, visible en la página 1627 del Libro XXV, Tomo 3 del mes de octubre de 2013; publicado en el Semanario Judicial de la Federación, Décima Época, cuyo rubro es “Derecho a un medio ambiente adecuado para el desarrollo y bienestar. Aspectos en que se desarrolla”.

- Kauffer, E. y Villanueva, C. 2011. Retos de la Gestión de una Cuenca Construida: La Península de Yucatán en México. Aqua-LAC – Vol. 3 – N° 2. Pp 81 – 91.
- Lara, M., Padilla, C., Pizaña, J., Urquiza, R., Nava, T. 1994. Caracterización de 4 áreas arrecifales de la costa de Quintana Roo. Desarrollo arrecifal y Estructura de la comunidad. Reporte final.
- Lara, M., Padilla, C., Pizaña, J., Urquiza, R., Nava, T. 1994b. Caracterización de la circulación marina, transporte litoral y procesos costeros en 4 áreas arrecifales de la costa de Quintana Roo. Reporte final.
- Monterroso R. A., Fernández. A., Trejo R. I., Conde A. C., Escandón J., Villers L. y Gay C. 2014. Vulnerabilidad y adaptación a los efectos del cambio climático en México. Centro de Ciencias de la Atmósfera. Programa de Investigación en Cambio Climático. Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de: <http://atlasclimatico.unam.mx/VyA/>
- Morales, J. J. 2004. El joven Mar Caribe. En: C. Carrillo Trueba y N. Hinket (Eds.), Ciencias, 76:34-41 pp.
- Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD). México, D.F.
- Orellana R., Espadas C., Conde C., Gay C. 2009. Atlas Escenarios de Cambio Climático en la Península de Yucatán. Unidad de Recurso Naturales, Centro de Investigación Científica de Yucatán y Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional Autónoma de México. Mérida, Yucatán, México. 115 pág.
- Padilla, C., Gutiérrez, D., Lara, M. y C. García. 1994. Coral Reefs of the Biosphere Reserve of Sian Ka'an, Quintana Roo, Mexico. Proc. 7th. Int. Coral Reef. Symp. Guam, 2:986-992.
- Pozo, C., Armijo Canto, N. y Calmé, S. (editoras). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 1. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD). México, D.F.
- Reyes, M. A. 2005. El sistema circulatorio del planeta azul. Avance y perspectiva, 24 (3): 71-75 pp. CINVESTAV, Mérida.
- Ruiz-Martínez, Gabriel, Silva-Casarín, Rodolfo, Posadas-Vanegas, Gregorio. 2013. Comparación morfodinámica de la costa noreste del estado de Quintana Roo, México. Tecnología y Ciencias del Agua. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353531983003>.
- Serrano-Altamirano, V.; Ruiz-Corral, A.; Rodríguez-Ávila, J. H.; Medina-García, G. y Cano-García, M.A. 2007. Estadísticas climatológicas básicas de la Península de Yucatán (Período 1961-2003). INIFAP. SAGARPA: Libro Técnico No. 1. Oaxaca, México. 190 pág.
- Vidal R. 2005. Las Regiones Climáticas de México 1.2.2. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 212 pág.

## 8.7. ANEXOS DOCUMENTALES

Anexo	Concepto
1.1	
1.2.1	
1.2.2	
1.3	RFC de la empresa promovente
1.4	Identificación del representante legal
1.5	
1.6	CURP del representante legal
1.7	RFC de la empresa responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental.
1.8	Cedula profesional del responsable técnico del estudio
2.1	Programa de obra
3.1	Autorización en materia de impacto ambiental
3.2	Autorización de derechos de título de concesión de la Zona Federal Marítimo Terrestre.
4.1	Estudios hidrográficos.
4.2	Informe ejecutivo.
4.2 a	Oleaje.
4.2 b	Corrientes.
4.2 c	Respuesta morfológica.
4.2 d	Granulometrías.
4.3 a	Informe de caracterización ambiental marina. Polígono A.
4.3 b	Informe de caracterización ambiental marina. Polígono B.
4.4	Informe de dinámica y modelación costera.

## 8.8. ANEXOS CARTOGRÁFICOS

Figura	Plano
1.1	Ubicación geográfica general del Proyecto.
1.2	Zona de riesgo por erosión costera.
1.3	Vulnerabilidad por inundaciones.
1.4	Exposición climática.
2.1	Obras del proyecto en la zona costero marina.
2.2	Banco marino Mamitas 3, para la extracción de arena.
2.5	Cuadro de construcción del Proyecto en la zona costero marina al frente del Hotel Secrets.
2.6	Cuadro de construcción del banco de arena.
2.7	Sistema ambiental regional.
2.8	Mapa de ambientes marinos del SAR.
2.10	Ubicación del banco de arena en los tipos de ambientes marinos.
2.11	Distribución geográfica de las obras y actividades que considera el Proyecto.
2.12	Área de relleno de playa y rompeolas sobre ambientes marinos.
2.16	Acceso desde la carretera al Proyecto donde se llevarán a cabo las obras de relleno de playa.
2.24	Comportamiento con norestes.
2.28	Área destinada a las actividades de maniobras y almacenamiento dentro del Hotel Secrets.
2.37	Localización del banco de arena y la ruta de navegación hacia el frente de playa del Hotel Secrets.
3.3	Ubicación del Proyecto y su colindancia con las ANP Estatales.



Figura	Plano
3.4	Ubicación del Proyecto y su colindancia con las ANP Federales.
3.5	Ubicación del Proyecto y su cercanía con la subzonificación de la Reserva de la Biósfera Caribe Mexicano.
3.6	Ubicación del banco de arena respecto a la zonificación de la RBCM, Subzona de Uso Público Playa del Carmen y Tulum-Sian Ka'an.
3.7	Ubicación del Proyecto dentro del POEGT
3.8	Ubicación del Proyecto respecto al POEMyRGMMyMC.
3.11	Ubicación del Proyecto respecto al POET Cancún-Tulum.
3.12	UGA del POEL-S correspondiente al Proyecto.
3.14	Ubicación del Proyecto respecto de las RTP.
3.15	Ubicación del Proyecto respecto a la RPM 63 Punta Maroma – Punta Nizuc.
3.16	Ubicación del Proyecto respecto a la RHP 103 Contoy.
3.17	Ubicación del Proyecto con respecto de las AICA.
3.18	Ubicación del Proyecto respecto a los SPT.
3.19	Ubicación del Proyecto respecto a los SMP.
4.2	Provincia fisiográfica península de Yucatán.
4.3	Climas de la península de Yucatán.
4.4	Clima del sistema ambiental regional.
4.7	Registro histórico de huracanes.
4.10	Unidades litológicas del área contigua al SAR.
4.11	Tipo de suelo presente en el área costera colindante con el SAR.
4.12	Regiones hidrológicas que componen la región XII Península de Yucatán.
4.15	Patrones de corrientes del estado de Quintana Roo.
4.16	Región de la celda litoral a la que pertenece la zona de Proyecto.
4.19	Topobatemetría general del ambiente marino.
4.36	Sistema ambiental regional, secciones A y B.
4.37	Polígonos de los potenciales bancos de arena identificados como posibles sitios de extracción de sedimento.
4.44	Mapa de ambientes marinos del SAR.
4.47	Polígono A del SAR: secciones Bahía y Costa.
4.48	Ubicación de los sitios de muestreo en el polígono A del SAR.
4.49	Mapa de ambientes, polígono A del SAR.
4.81	Polígono B del SAR: secciones Arrecife y Arenales.
4.82	Ubicación de los sitios de muestreo en el polígono B del SAR.
4.83	Mapa de ambientes, polígono B del SAR.
4.116	Mapa de ambientes para los 8 Bancos de Arena.
4.142	Polígono del banco de arena identificado como sitio donador para extracción de sedimento.
4.153	Grado de conservación de los ambientes marinos en el SAR.