



- I. **Unidad administrativa que clasifica:** Delegación Federal en el Estado de Quintana Roo.
- II. **Identificación del documento:** Se elabora la versión pública de la Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular, Bitácora número **23/MP-0124/09/19**.
- III. **Las partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente a el domicilio particular de persona física, en página 13.
- IV. **Fundamento legal y razones:** La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP y 113, fracción I de la LFTAIP. Artículos séptimo fracción III y Trigésimo octavo de los Lineamientos Generales en Materia de Clasificación y Desclasificación de la Información, así como para la elaboración de Versiones Públicas. Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.
- V. **Fecha de clasificación y número de acta de sesión:** Resolución **156/2019/SIPOT**, en la sesión celebrada el **11 de octubre de 2019**.

VI. **Firma del titular:**


Biol. Araceli Gómez Herrera.

"CON FUNDAMENTO EN LO DISPUESTO POR EL ARTÍCULO 84 DEL REGLAMENTO INTERIOR DE LA SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, EN SUPLENCIA, POR AUSENCIA DEL TITULAR DE LA DELEGACIÓN FEDERAL DE LA SEMARNAT EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO, PREVIA DESIGNACIÓN, FIRMA EL PRESENTE LA JEFA DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL ZONA NORTE" *

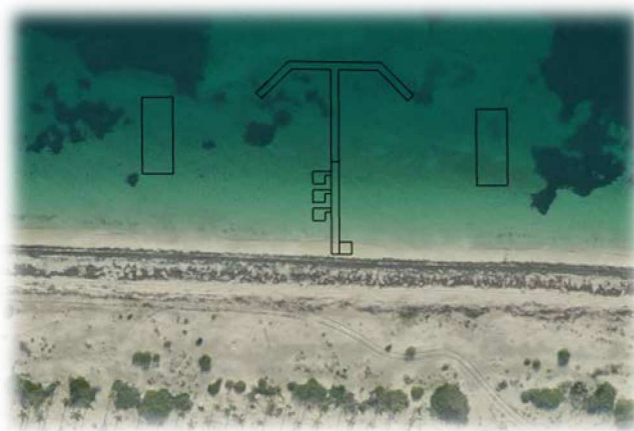
+OFICIO 01250 DE FECHA 28 DE NOVIEMBRE DE 2018.

EN LOS TÉRMINOS DEL ARTÍCULO 17 BIS EN RELACIÓN CON LOS ARTÍCULOS OCTAVO Y DÉCIMO TERCERO TRANSITORIOS DEL DECRETO POR EL QUE SE REFORMAN, ADICIONAN Y DEROGAN DIVERSAS DISPOSICIONES DE LA LEY ORGÁNICA DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA FEDERAL, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 30 DE NOVIEMBRE DE 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modalidad Particular

Proyecto:
“MUELLE MAJESTIC”



Ubicación:

Zona Marina adyacente al Lote 003 HR3, Manzana 3, Zona Costera de Isla Mujeres
(parte continental), Estado de Quintana Roo, México.

Promovente:

ALSTERAN S.A. DE C.V.

Realizado por:



MARENTER
MARENTER SA DE CV

Septiembre del 2019

ÍNDICE

I.	DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	1
I.1.	Proyecto	1
I.1.1.	Nombre del proyecto.....	1
I.1.2.	Ubicación del proyecto.....	1
I.1.3.	Tiempo de vida útil del proyecto	1
I.1.4.	Presentación de la documentación legal.....	1
I.2.	Promovente.....	2
I.2.1.	Nombre o razón social	2
I.2.2.	Registro federal de contribuyentes del promovente.....	2
I.2.3.	Nombre y cargo del representante legal.....	2
I.2.4.	Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones	3
I.3.	Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental.....	3
I.3.1.	Nombre o razón social	3
I.3.2.	Registro federal de contribuyentes o CURP	3
I.3.3.	Nombre del responsable técnico del estudio	3
I.3.4.	Colaboradores del estudio técnico	3
I.3.5.	Dirección del responsable técnico del responsable técnico del estudio	3
II.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	4
II.1.	Información general del proyecto.....	4
II.1.1.	Naturaleza del proyecto	6
II.1.2.	Selección del sitio	7
II.1.3.	Ubicación física del proyecto y planos de localización	8
II.1.4.	Inversión requerida.....	14
II.1.5.	Dimensiones del proyecto	14
II.1.6.	Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.	15
II.1.7.	Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.....	16
II.2.	Características particulares del proyecto	17
II.2.1.	Programa general de trabajo.....	17
II.2.2.	Preparación del sitio	19
II.2.3.	Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto	20
II.2.4.	Etapas de construcción.....	23
II.2.4.1.	Muelle de atraque temporal para embarcaciones de servicios turísticos	23
II.2.4.2.	Caseta de acceso.....	32
II.2.4.3.	Gazebos.....	33
II.2.4.4.	Arrecifes artificiales	35
II.2.4.4.1	Forma de los elementos.....	36
II.2.4.4.2	Trazo y preparación	37

II.2.4.4.3	Rescate de organismos de lento desplazamiento	38
II.2.4.4.4	Transportación.....	38
II.2.4.4.5	Hundimiento	39
II.2.4.4.6	Fijación al sustrato marino	39
II.2.4.4.7	Boyado de seguridad	40
II.2.4.4.8	Monitoreo.....	40
II.2.5.	Requerimientos de personal, insumos y materiales en las etapas de preparación del sitio y construcción.	41
II.2.6.	Etapas de operación y mantenimiento	41
II.2.7.	Descripción de obras asociadas al proyecto.....	42
II.2.8.	Etapas de abandono del sitio	43
II.2.9.	Utilización de explosivos	43
II.2.10.	Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera	43
II.2.10.1.	Etapas de construcción del proyecto	43
II.2.10.2.	Etapas de operación del proyecto.....	44
II.2.11.	Infraestructura adecuada para el manejo y disposición adecuada de los residuos	46
III.	VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO.....	47
III.1.	Leyes y Ordenamientos	47
III.1.1.	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental.....	47
III.1.2.	Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.....	49
III.1.3.	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos....	49
III.1.4.	Ley General de Bienes Nacionales	50
III.1.5.	Ley de Puertos.....	51
III.1.6.	Ley de Navegación y Comercio Marítimos.....	51
III.1.7.	Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítima terrestre y terrenos ganados al mar	52
III.2.	Normas Oficiales Mexicanas	53
III.2.1.	Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010	53
III.2.2.	Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003	54
III.3.	Análisis de los instrumentos de planeación.....	56
III.3.1.	Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.....	56
III.3.2.	Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo	80
III.3.3.	Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península Chacmucuch en la zona continental del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo	96
III.4.	Otros Instrumentos Normativos.....	96
III.4.1.	Áreas Naturales Protegidas	96

III.5.	Regiones Prioritarias	98
III.5.1.	Regiones Prioritarias establecidas por la CONABIO	98
III.6.	Estatus Jurídico Ambiental del proyecto	102
IV.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL	105
IV.1.	Delimitación del área de estudio	105
IV.2.	Caracterización y análisis del sistema ambiental.....	109
IV.2.1.	Aspectos abióticos	109
IV.2.1.1.	Clima.....	109
IV.2.1.2.	Temperatura	110
IV.2.1.3.	Precipitación media anual	111
IV.2.1.4.	Vientos dominantes.....	112
IV.2.1.5.	Geología y geomorfología	114
IV.2.1.6.	Suelos	118
IV.2.1.7.	Hidrología.....	121
IV.2.1.7.1	Hidrología superficial.....	122
IV.2.1.7.2	Hidrología subterránea.....	124
IV.2.1.8.	Fisiografía.....	126
IV.2.1.9.	Descripción general de zona marina	128
IV.2.1.10.	PROCESOS HIDRODINÁMICOS EN EL MEDIO MARINO 129	
IV.2.1.10.1	Vientos	129
IV.2.1.10.2	Mareas.....	131
IV.2.1.10.3	Oleaje	131
IV.2.1.10.4	Corrientes	133
IV.2.1.10.5	Transporte litoral	135
IV.2.1.10.6	Batimetría	135
IV.2.1.10.7	Modelación morfodinámica	137
IV.2.1.11.	Análisis del paso de huracanes.....	139
IV.2.1.12.	Características físicas de las masas de agua.....	140
IV.2.2.	Aspectos bióticos	141
IV.2.2.1.	Ambientes.....	141
IV.2.2.1.1	Caracterización de la Porción Terrestre del SA: Vegetación....	143
IV.2.2.1.2	Caracterización de la Porción Terrestre del SA: Fauna.....	146
IV.2.2.1.3	Caracterización de la porción marina del SA	147
IV.2.2.2.	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.....	159
IV.2.3.	Paisaje.....	159
IV.2.4.	Medio socioeconómico	160
IV.2.4.1.	Demografía	160
IV.2.4.2.	Factores socioculturales.....	161
IV.2.4.2.1	Condiciones económicas	161
IV.2.4.2.2	Urbanización y vías de comunicación.....	163
IV.2.4.2.3	Salud y Seguridad Social.....	163

IV.2.5. Diagnóstico ambiental	163
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	165
V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales	165
V.1.1. Criterios de importancia para la evaluación	166
V.1.2. Indicadores de impacto	168
V.2. Impactos ambientales	170
V.2.1. Acciones del proyecto susceptibles de causar impacto	170
V.2.2. Valoración y descripción de los impactos	175
V.2.2.1. Valoración de los impactos	175
V.2.2.2. Descripción de los impactos	178
V.2.2.3. Medidas de prevención y/o mitigación de impactos potenciales....	188
V.3. Conclusión de la valoración de los impactos	192
VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	194
VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental	194
VI.2. Programa de vigilancia ambiental	201
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	204
VII.1. Pronóstico del escenario	204
VII.1.1. Escenario sin el proyecto.....	204
VII.1.2. Escenario con el proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación 205	
VII.1.3. Escenario con el proyecto con la aplicación de medidas de mitigación 205	
VII.2. Programa de vigilancia ambiental	206
VIII. CONCLUSIONES	207
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	208

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

FIGURAS

Figura I_ 1. Ubicación del proyecto.....	2
Figura II_ 1. Obras del proyecto.....	6
Figura II_ 2. Coordenadas Caseta de acceso y muelle en palafito.	9
Figura II_ 3. Coordenadas del muelle con refuerzo.	10
Figura II_ 4. Coordenadas de los gazebos 1-3 con conexión a muelle en palafito.	11
Figura II_ 5. Coordenadas de áreas para arrecifes artificiales.....	12
Figura II_ 6. Coordenadas de zonas de disposición de arena.	13
Figura II_ 7. Zonas de disposición de arena. Fuente vuelo drone Marenter septiembre 2019.	15
Figura II_ 8. Fotografías del sitio donde se pretende ejecutar el proyecto. A vista al norte y B vista hacia el sur.....	15
Figura II_ 9. Ejemplo de señalamientos a utilizar en el proyecto.	20
Figura II_ 10. Ejemplo de bodega provisional (izquierda) y contenedores para residuos sólidos (derecha).....	21
Figura II_ 11. Colocación y funcionamiento de malla antidispersión en proyectos similares.....	22
Figura II_ 12. Diseño de la malla de geotextil antidispersión.	23
Figura II_ 13. Sección de muelle en palafito.	24
Figura II_ 14. Sección de muelle con refuerzo de tubos de geotextil rellenos con arena.	24
Figura II_ 15. Proceso de chifoneo y colocación de pilotes de soporte.	27
Figura II_ 16. Detalle de la cubierta del muelle.....	28
Figura II_ 17. Tubos de geotextil para el desplante de la estructura ciega del muelle.	29
Figura II_ 18. Bomba sumergible.	29
Figura II_ 19. Sección longitudinal de muelle reforzado.....	30
Figura II_ 20. Esquema de las estructuras que se utilizarán para soportar el tubo de conducción hidráulica de la arena, en el supuesto de que la trayectoria pase por algún manchón de pasto marino.....	32
Figura II_ 21. Corte transversal de la caseta de acceso.	33
Figura II_ 22. Vista de planta y cortes trasversal y longitudinal de los gazebos.....	34

Figura II_ 23. Ejemplo de gazebos para actividades como masajes etc. en otros proyectos.....	35
Figura II_ 24. Diseño de arrecifes artificiales para otros proyectos.....	36
Figura II_ 25. Ejemplos de esculturas para arrecifes artificiales.....	37
Figura II_ 26. Fabricación de arrecifes en el patio de colado.	37
Figura II_ 27. Transportación de arrecifes.	38
Figura II_ 28. Arrecifes de capas.	39
Figura II_ 29. Detalle de patas para fijación de arrecifes de capas.	40
Figura II_ 30. Diseño de arrecifes artificiales para otros proyectos.....	40
Figura II_ 31. Ejemplo de contenedores con los que se contará en la etapa de operación del proyecto.....	46
Figura III_1. Ubicación del proyecto con relación a los polígonos de manglar de la Laguna Chacmochuch determinados por CONABIO.	55
Figura III_2. Localización del proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino Regional del Golfo de México y Mar Caribe. Fuente SIGEIA SEMARNAT	57
Figura III_ 3. Acciones aplicables a la UGA 174.	58
Figura III_ 4. Localización del proyecto con respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Isla Mujeres.	82
Figura III_ 5. Ubicación del proyecto con respecto a las Áreas Naturales protegidas de competencia de la Federación.	97
Figura III_ 6. Localización del proyecto con respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias de México.	99
Figura III_ 7. Localización del proyecto con respecto a las Regiones Marinas Prioritarias de México RMP-62 Dzilam Contoy.	100
Figura IV_ 1. Sistema Ambiental definido para el proyecto.....	108
Figura IV_ 2. Climas presentes en el Estado de Quintana Roo y en el SA.....	110
Figura IV_ 3. Temperatura media mensual en Cancún de 1988 al 2013	111
Figura IV_ 4. Temperatura y precipitación media anual del sistema ambiental del proyecto.	112
Figura IV_ 5. Fuerza y dirección del viento para la Península de Yucatán.	113
Figura IV_ 6. Promedios de vientos dominantes (de 1997 a 2006).	114
Figura IV_ 7. Localización del SA con respecto a la Carta Geológica del INEGI. ...	115
Figura IV_ 8. Geomorfología de la zona Norte del Estado de Quintana Roo.	116

Figura IV_ 9. Localización del SA con respecto a la carta de provincias fisiográficas.	117
Figura IV_ 10. Localización del sitio del proyecto y SA con respecto a la Carta edafológica de la península de Yucatán.	120
Figura IV_ 11. Flujo del agua subterránea de la Península de Yucatán. (Fuente: CNA, 2005).	121
Figura IV_ 12. Regiones hidrológicas de la Península de Yucatán.	122
Figura IV_ 13. Hidrología superficial con respecto al sitio del proyecto.	123
Figura IV_ 14. Hidrología subterránea dentro del SA.	125
Figura IV_ 15. Provincias Fisiográficas en la península de Yucatán.	127
Figura IV_ 16. Modelo 3D completo de Isla Blanca, Laguna Chacmuchuc, Boca Iglesias e Isla Contoy.	128
Figura IV_ 17. Dirección del viento y valores de distribución en porcentaje anual (©windfinder.com)	129
Figura IV_ 18. Dirección del viento y valores de distribución mensual (©windfinder.com)	130
Figura IV_ 19. Frecuencia del viento por dirección de procedencia (SMN).	130
Figura IV_ 20. Niveles máximos y mínimos registrados (SMN)	131
Figura IV_ 21. a) Dirección promedio del oleaje. b) Altura máxima del oleaje con dirección Este Sureste (© wisuky.com)	132
Figura IV_ 22. Principales corrientes en la zona del proyecto.	134
Figura IV_ 23. Batimetría en la Bahía de Mujeres.	136
Figura IV_ 24. Batimetría en la zona del proyecto.	137
Figura IV_ 25. Imagen del huracán Wilma, octubre 2005.	139
Figura IV_ 26. Mapa de ambientes presentes en el sistema ambiental del proyecto. .	142
Figura IV_ 27. Vista de las dunas arenosas embrionarias y primer cordón de duna fuera del SA.	144
Figura IV_ 28. Porcentaje de especies por familia para la Duna costera (VHC).	145
Figura IV_ 29. Ejemplares de aves observadas en el SA.	147
Figura IV_ 30. Sitios de muestro en el área del Sistema Ambiental del proyecto.	148
Figura IV_ 31. Método de muestreo mediante el uso de transectos lineales.	149
Figura IV_ 32. Ambiente de arenal costero.	152
Figura IV_ 33. Especies observadas en el ambiente de arenal con manchones de pastos de densidad media a baja.	153
Figura IV_ 34. Vista típica del ambiente de pastos de densidad media a baja.	154

Figura IV_ 35. Sedimentos arenosos del SA.....	154
Figura IV_ 36. Megarrizaduras al este del proyecto.....	155
Figura IV_ 37. Batimetría y modelo 3D del SA.....	156
Figura IV_ 38. Foto de la estrella de mar (<i>Oreaster reticulatus</i>).....	157
Figura IV_ 39. Fotos de pastos marinos y macroalgas observados en el sistema ambiental durante el muestreo, A) <i>Thalassia testudinum</i> , B) <i>Penicillus capitatus</i> y C) <i>Sargassum sp.</i>	159
Figura IV_ 40. Crecimiento poblacional de Isla Mujeres. Fuente INEGI 2010.....	160
Figura IV_ 41. Distribución de la poblacional de Isla Mujeres por género y por edad. Fuente INEGI 2010.....	161
Figura IV_ 42. Distribución de los ingresos en el municipio en el inicio de la década de 2000. Fuente INEGI.....	162
Figura IV_ 43. Afluencia turística por año.....	162
Figura VII_ 1. Escenario de playa sin la ejecución del proyecto.....	204

TABLAS

Tabla II_ 1. Dimensiones de las obras del proyecto.....	14
Tabla II_ 2. Cronograma de obras.....	17
Tabla II_ 3. Especificaciones del geotextil de polipropileno.....	25
Tabla II_ 4. Personas necesarias para la construcción del proyecto en cada etapa	41
Tabla II_ 5. Insumos adquiridos para la construcción del proyecto.....	41
Tabla II_ 6. Características de las embarcaciones que podrán hacer uso del muelle....	42
Tabla II_ 7. Contaminantes emitidos por las embarcaciones.	46
Tabla III_1. Vinculación de las actividades del proyecto con las acciones generales del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.	59
Tabla III_ 2. Vinculación de las actividades del proyecto con las acciones específicas del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.....	67
Tabla III_ 3. Unidad de Gestion ambiental 9. Península Chacmochuch.....	81
Tabla IV_ 1. Unidades edafológicas presentes en la zona norte del Estado de Quintana Roo.....	118

Tabla IV_ 2. Huracanes de gran intensidad que ha tocado el estado de Quintana Roo (CONAGUA).	140
Tabla IV_ 3. Superficie de cada ambiente identificado dentro del SA.....	141
Tabla IV_ 4. Lista de especies presentes en la vegetación de Duna Costera	144
Tabla IV_ 5. Registro de aves en el sitio del proyecto.	146
Tabla IV_ 6. Listado de especies de esponjas por transecto.....	156
Tabla IV_ 7. Listado de peces por sitio de monitoreo (los valores representan número de individuos).....	157
Tabla IV_ 8.-Listado de especies de flora marina (los valores representan %).	158
Tabla V_ 1. Criterios de evaluación utilizados para la valoración de los impactos ambientales.	166
Tabla V_ 2. Factores del medio susceptibles de recibir impactos derivados de las acciones del proyecto.	170
Tabla V_ 3. Acciones concretas del proyecto susceptibles de causar impactos al ambiente.	174
Tabla V_ 4. Valoración cuantitativa de los impactos ambientales potenciales del proyecto, sin considerar la aplicación de medidas de mitigación ambiental.....	176
Tabla V_ 5. Valoración cuantitativa de los impactos ambientales potenciales del proyecto, considerando la aplicación de medidas preventivas y de mitigación ambiental.	177
Tabla V_ 6. Elementos del ambiente susceptible de recibir impactos ambientales.....	188

CAPITULO 1

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

I.1. Proyecto

I.1.1. Nombre del proyecto

“Muelle Majestic”

I.1.2. Ubicación del proyecto

Área marina colindante con el Lote 003 (H-R-3) de la Manzana 3, parte continental de Isla Mujeres, Estado de Quintana Roo, México (**Figura I_ 1**)

I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto

Se estima un plazo de 5 años para las etapas de preparación del sitio y construcción y 30 años para la operación, misma que podrá ampliarse considerando que se pretende dar mantenimiento de manera periódica a las instalaciones y sustituir las partes dañadas, ya sea por efecto de la acción corrosiva de agua de mar, o por la presencia de fenómenos hidrometeorológicos, mismos que son frecuentes en la zona y que pueden ocasionar daños a las obras del proyecto.

I.1.4. Presentación de la documentación legal

- Escritura pública número 83,025, volumen 769/2015, de fecha 12 de octubre del 2015, correspondiente al Acta constitutiva de la empresa promovente del proyecto, misma en la que se otorgan poderes al C. Francisco Javier Martín Martín.
- RFC de ALSTERAN S.A. DE C.V.
- Identificación del C. Francisco Javier Martín Martín, apoderado legal.

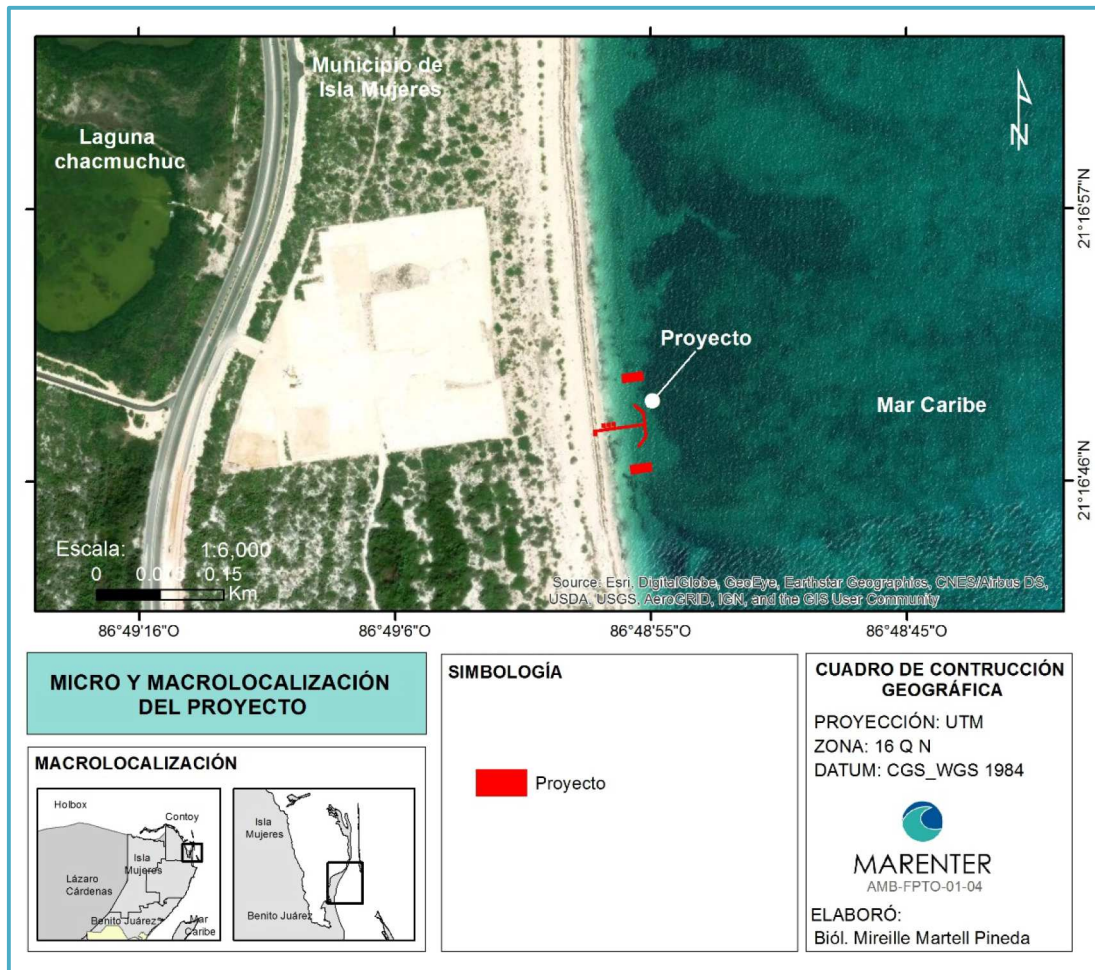


Figura I_1. Ubicación del proyecto.

I.2. Promovente

I.2.1. Nombre o razón social

ALSTERAN. DE C.V.

I.2.2. Registro federal de contribuyentes del promovente

ALS1510125N2

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal

C. Francisco Javier Martín Martín, apoderado legal de la promovente.

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

[REDACTED]
[REDACTED] Código Postal [REDACTED] Números telefónico telefónicos: [REDACTED] y [REDACTED].

I.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.3.1. Nombre o razón social

Marenter S.A. de C.V.

Marenter es una empresa comprometida con la calidad, dedicada a la prestación de servicios de construcción y relacionados con playas y ambientes marinos, buscando la entera satisfacción del cliente, con personal capacitado, tecnología de punta y respetando el medio ambiente y las regulaciones legales.

I.3.2. Registro federal de contribuyentes o CURP

MAR9704025I9

I.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio

Ing. José Enrique Chacón González

I.3.4. Colaboradores del estudio técnico

Nombre	Cédula profesional:
--------	---------------------

M en C Abigail Martínez Rendis	573774
Biol. Mireille Martell Pineda	09283113

I.3.5. Dirección del responsable técnico del responsable técnico del estudio

[REDACTED]
[REDACTED] Código Postal [REDACTED] Números telefónicos: [REDACTED] y [REDACTED]

CAPÍTULO 2

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. Información general del proyecto

La empresa denominada Alsterán S.A. de C.V. somete a evaluación de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular, correspondiente al desarrollo del proyecto “Muelle Majestic”, el cual se pretende construir en el área marina colindante con el Lote 003 de la Manzana 2, Supermanzana 006, de la Zona Continental de Isla Mujeres, Estado de Quintana Roo, México.

El proyecto consiste en la construcción de un muelle de atraque temporal para embarcaciones de servicios turísticos, a ser construido de madera dura de la región sin tratamiento alguno, con herrajes en acero inoxidable. La cubierta tendrá un ancho de 2.5 metros a todo lo largo del muelle y la altura sobre el nivel del mar será de 1.25 metros.

La obra entera se apoyará sobre pilotes de madera, que serán hincados mediante chorro de agua a presión hasta alcanzar el sustrato resistente.

En la zona del proyecto eventualmente se presentan marejadas, tanto en épocas de invierno por los nortes, como durante las suradas de primavera-verano. Para asegurar que las maniobras de atraque, embarque y desembarque se realicen con seguridad para los pasajeros, se incluye reforzar ciertas partes del muelle, colocando en la parte inferior del rompeolas una serie de tubos de geotextil rellenos con arena, desplantados desde el fondo y sobrepasando el nivel del mar en 0.50 m, como se muestra en plano anexo (**Figura II_ 1**). Con lo anterior, se dispondrá de seguridad para operaciones de atraque y para el embarque y desembarque de personas, ya que con el refuerzo inferior se generará una situación de calma relativa. Los tubos de geotextil rellenos con arena aportarán masa y peso en favor de la estabilidad y longevidad de estas obras.

La parte principal del muelle tiene 60 m de largo. Arranca con dirección ESE desde la playa, hasta una profundidad de (-) 4.5 m, donde inicia una T de 60 m de largo, de las mismas características de construcción que la parte principal, que se extiende de forma casi paralela a la costa, con tres secciones con quiebres de dirección a cada 30 m. Una sección central de 30 m de largo, una segunda sección que se extiende 15 m en dirección SSO y una tercera de 15 m que se extiende en dirección NNO (**Figura II_ 1**).

Los primeros 30 m de la sección principal del muelle a partir de la playa, se construirán en palafito, es decir la parte inferior dejará pasar libremente las corrientes y con ello el transporte litoral no será interrumpido. Esta consideración minimiza una probable afectación de la playa de los predios vecinos.

El resto del muelle se reforzará en su parte inferior con tubos de geotextil rellenos con arena. Para agregar estabilidad a la estructura en la “T”, se colocarán contravientos de refuerzo como se muestra en plano anexo, mismo en el cual se aprecian las estructuras anteriormente descritas, cuya construcción se llevará a cabo en 2 etapas, correspondiendo la segunda etapa al brazo noroeste del muelle.

Con objeto de maximizar el aprovechamiento de este muelle, se habilitarán tres pequeños gazebos de 4 x 4 m contruidos en palafito, con un techo de zacate. Los gazebos se conectan al andador central con una pequeña pasarela de 2 metros de largo y 1.25 m de ancho.

Al inicio del andador principal se habilitará una palapa de 4 x 4 m con construcción de madera y techo de zacate, soportada por pilotes, cuyo uso será para el control del acceso de personas mediante una puerta de madera al inicio del andador.

Toda la infraestructura del muelle se construirá a base de madera dura de la región, empleando traveses, tableros y pilotes, por lo que la estructura será rústica y con materiales removibles.

Áreas para colocar arrecifes artificiales.

Con objeto de enriquecer la presencia de fauna marina de tipo arrecifal, actualmente muy escasa en el sitio del proyecto pero común en la zona geográfica, el promovente pretende colocar arrecifes artificiales distribuidos en las dos áreas señaladas en la **Figura II_ 1**. Los detalles constructivos de los elementos artificiales se describen en la parte correspondiente.

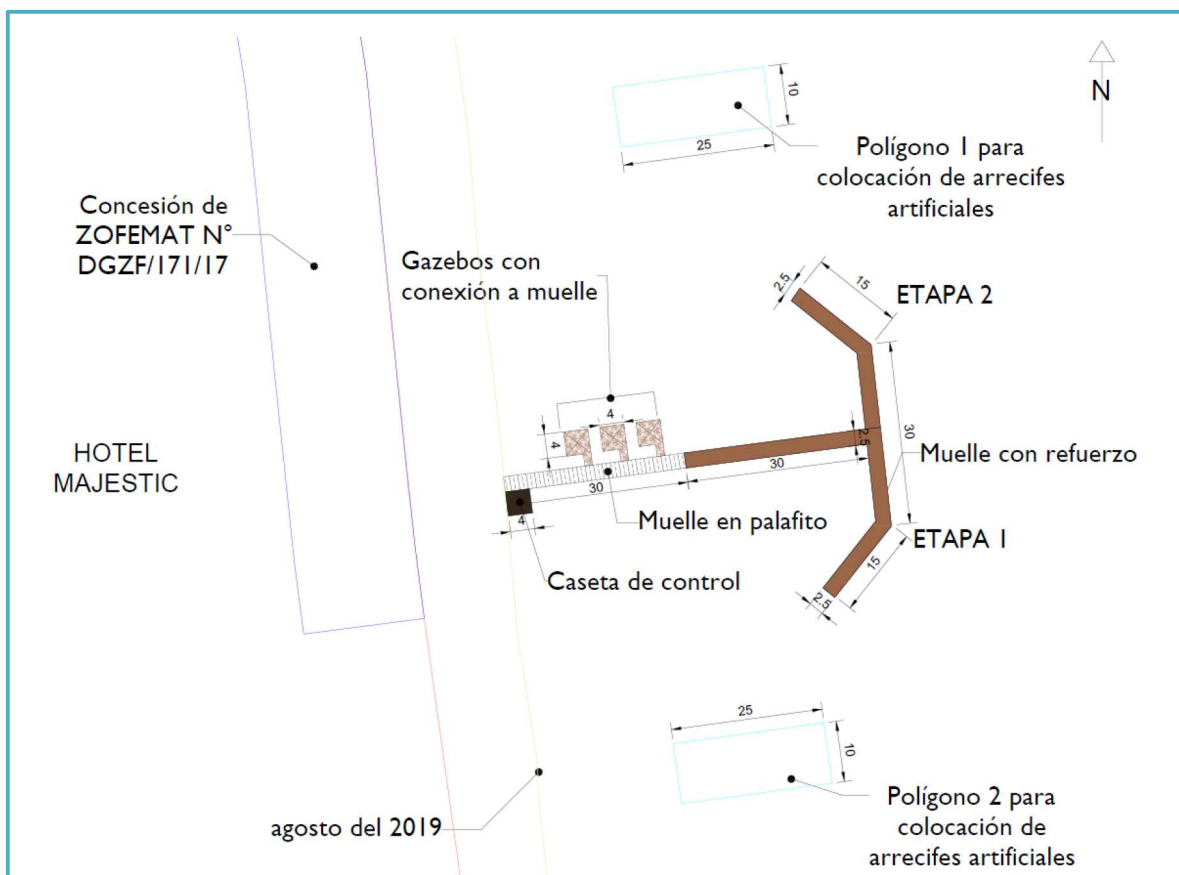


Figura II_ 1. Obras del proyecto

II.1.1. Naturaleza del proyecto

El proyecto contempla la construcción de un muelle rústico de madera, vecino al hotel Majestic actualmente en construcción, cuya idea conceptual es dar respuesta al incremento de demanda de servicios turísticos-náuticos en playa de la zona continental de Isla Mujeres. Este incremento se nota tanto en la construcción de hoteles, así como de actividades turísticas y recreativas.

Una de las áreas que se ha desarrollado turísticamente en los últimos cinco años es la zona de playa Mujeres, convirtiéndose en uno de los destinos turísticos de importancia para la parte norte del Estado de Quintana Roo. Esta porción presenta un crecimiento hotelero continuo, que incrementa la afluencia de turismo a este destino, con la consecuente creación de nuevas fuentes de trabajo, una gran derrama económica en la zona a beneficio a la región.

Debido a la creciente afluencia de visitantes, se ha visto un incremento en la demanda de instalaciones y servicios turístico náuticos-recreativos, cercanos a las personas que se

hospedan en los hoteles de esta zona. Actualmente el área de Playa Mujeres ofrece diferentes actividades turísticas y recreativas a los visitantes, algunas contiguas a los hoteles ahí desarrollados y otras que requieren que los huéspedes tengan que desplazarse largas distancias.

A manera de complementar los diferentes productos que ofrece dicho destino, se considera oportuno ampliar los servicios ofrecidos, a través de la construcción de instalaciones seguras y con todas las comodidades para que los turistas puedan disfrutar de las playas con mayor tranquilidad. Adicional a esto, se crearán empleos directos e indirectos en las diferentes etapas del proyecto.

II.1.2. Selección del sitio

El sitio donde se pretende la construcción del muelle es una zona que es proyectada por el Gobierno del Estado de Quintan Roo como la tercera urbe más grande del estado en las próximas tres décadas. Con una inversión de dos mil millones de pesos en los próximos 20 años, tan sólo en obra pública, la zona denominada Ciudad Mujeres ubicada en la zona norte de Quintana Roo, proyecta una economía basada en el turismo.

Dicha proyección muestra que dentro de 30 años, Ciudad Mujeres podría contar con alrededor de 500 mil habitantes en un área de más de 15 mil hectáreas, de las cuales el 31 por ciento será destinado para el desarrollo urbano, 22 por ciento para zona turística y 47 por ciento se destinará a conservación, protección y amortiguamiento.

Para la selección del sitio se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

1. El sitio en el que se pretende el desarrollo del muelle es compatible con este tipo de proyectos, ya que en las áreas próximas, se observa el desarrollo de obras y actividades similares a las pretendidas por el proyecto.
2. El espacio en el que se instalará el muelle, no presenta ensambles naturales excepcionales o frágiles que pudieran ponerse en riesgo por el desarrollo de las obras y actividades que involucra el proyecto durante sus diferentes etapas y fases de desarrollo.
3. La propuesta se plantea sobre un sitio en el que su aprovechamiento sustentable está complementado con la instrumentación de medidas de mitigación y compensación adecuadas, tal es el caso del presente proyecto.

No se consideraron otras alternativas, ya que el sitio ofrece las posibilidades que se requieren para la instalación y operación del proyecto dentro de un entorno que ya

cuenta con elementos similares, operando sin menoscabo al entorno ambiental, por lo que no se compromete la integridad y funcionalidad de ningún ecosistema, concordando con los usos y destinos del sitio definidos por el marco legal aplicable, en el sentido de que se pretende la instalación y operación de un muelle de madera.

II.1.3. Ubicación física del proyecto y planos de localización

El proyecto que se presenta para la evaluación en materia de impacto ambiental, se ubica en el área marina colindante con el Lote 001 de la Manzana 2, Supermanzana 006 de la Zona Continental de Isla Mujeres, Estado de Quintana Roo, México.

Las diferentes estructuras que conforman el proyecto se ubican geográficamente en las siguientes coordenadas UTM referidas al DATUM WGS84 Norte de México: Caseta de acceso y muelle en palafito (**Figura II_ 2**), muelle con refuerzo en sus etapas 1 y 2 (**Figura II_ 4**), Gazebo 1-3 con conexión (**Figura II_ 3**), lotes para arrecifes artificiales (**Figura II_ 5**) y zonas para disposición de arena (**Figura II_ 6**).

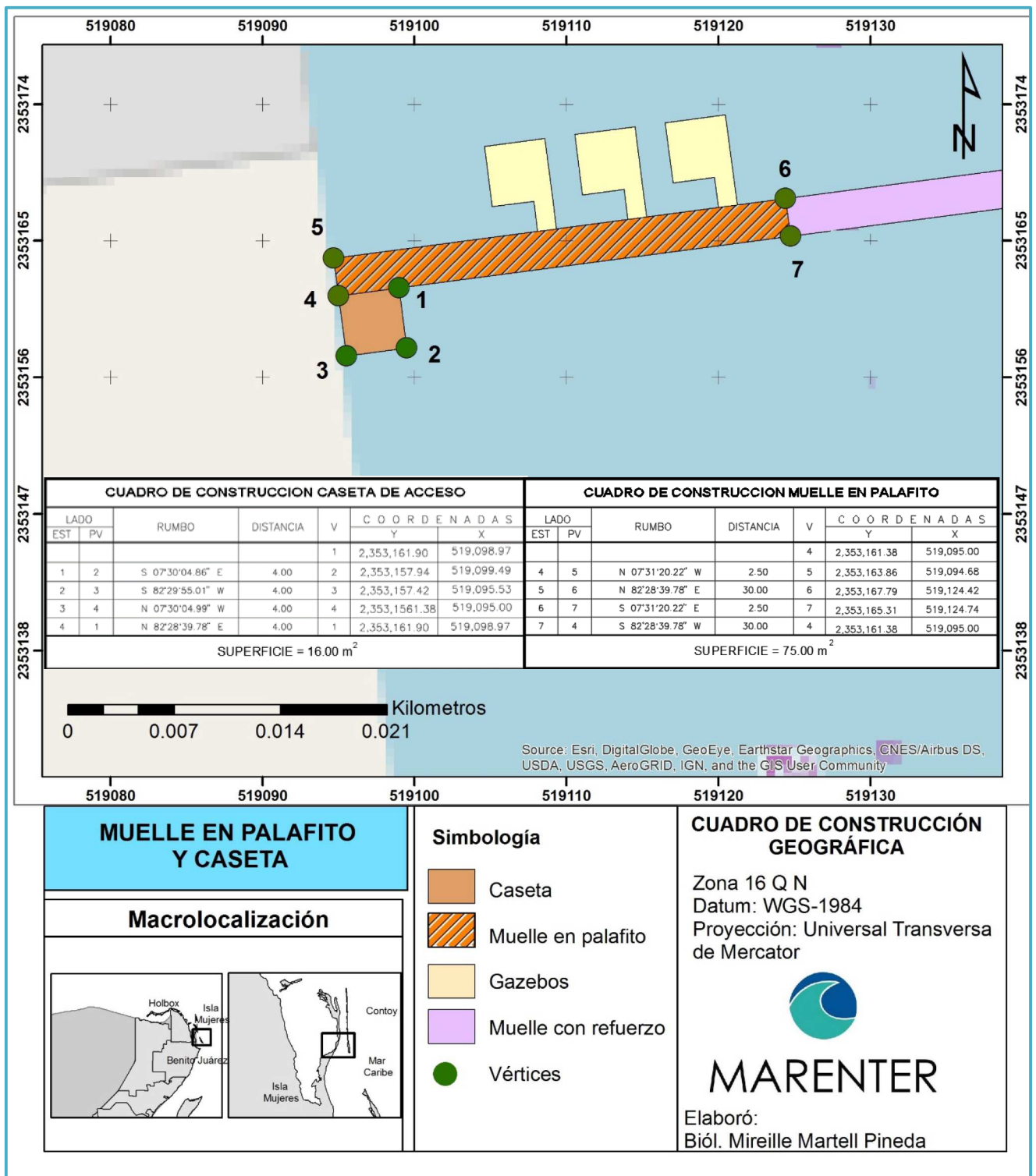


Figura II_2. Coordenadas Caseta de acceso y muelle en palafito.

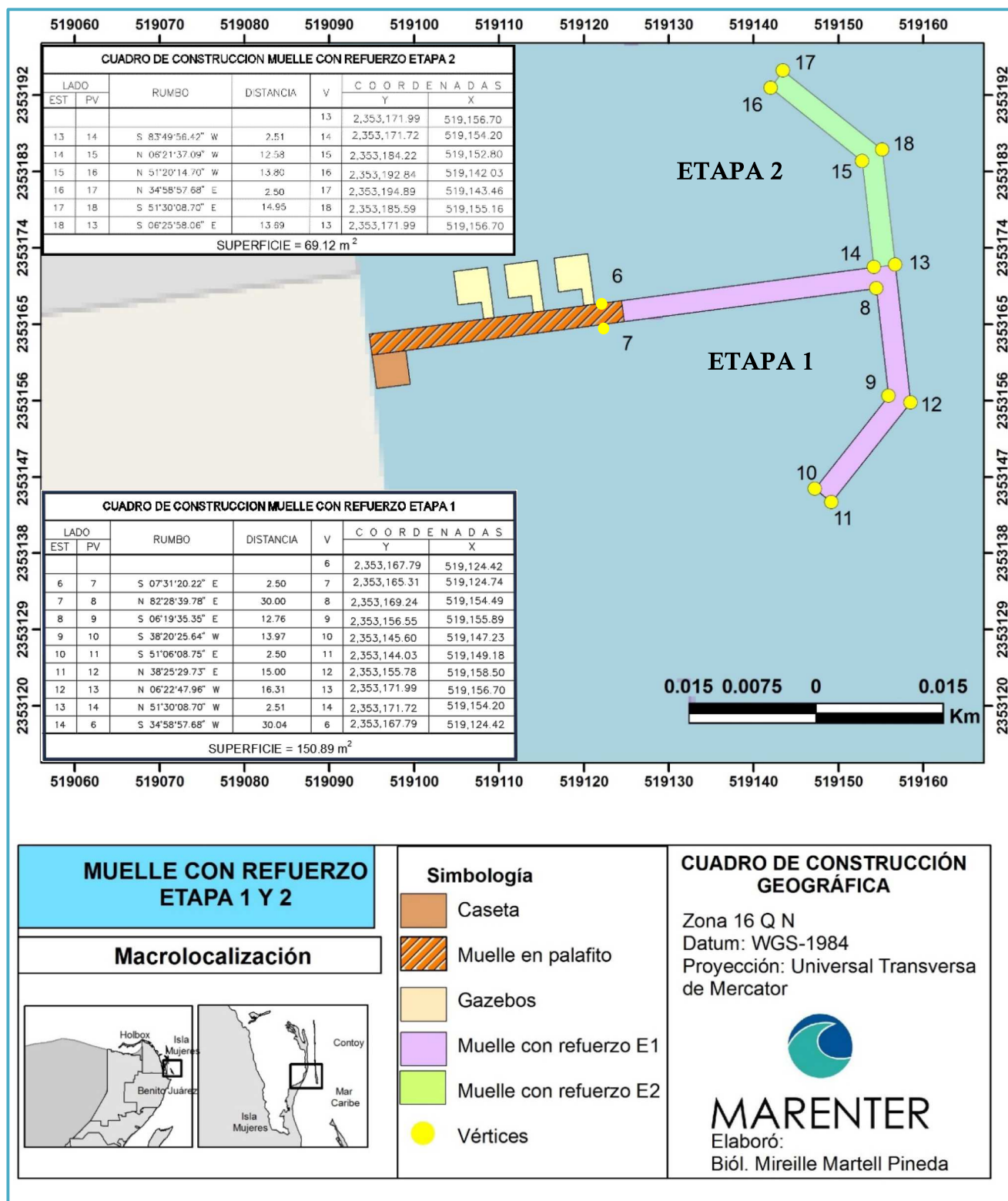


Figura II_ 3. Coordenadas del muelle con refuerzo.

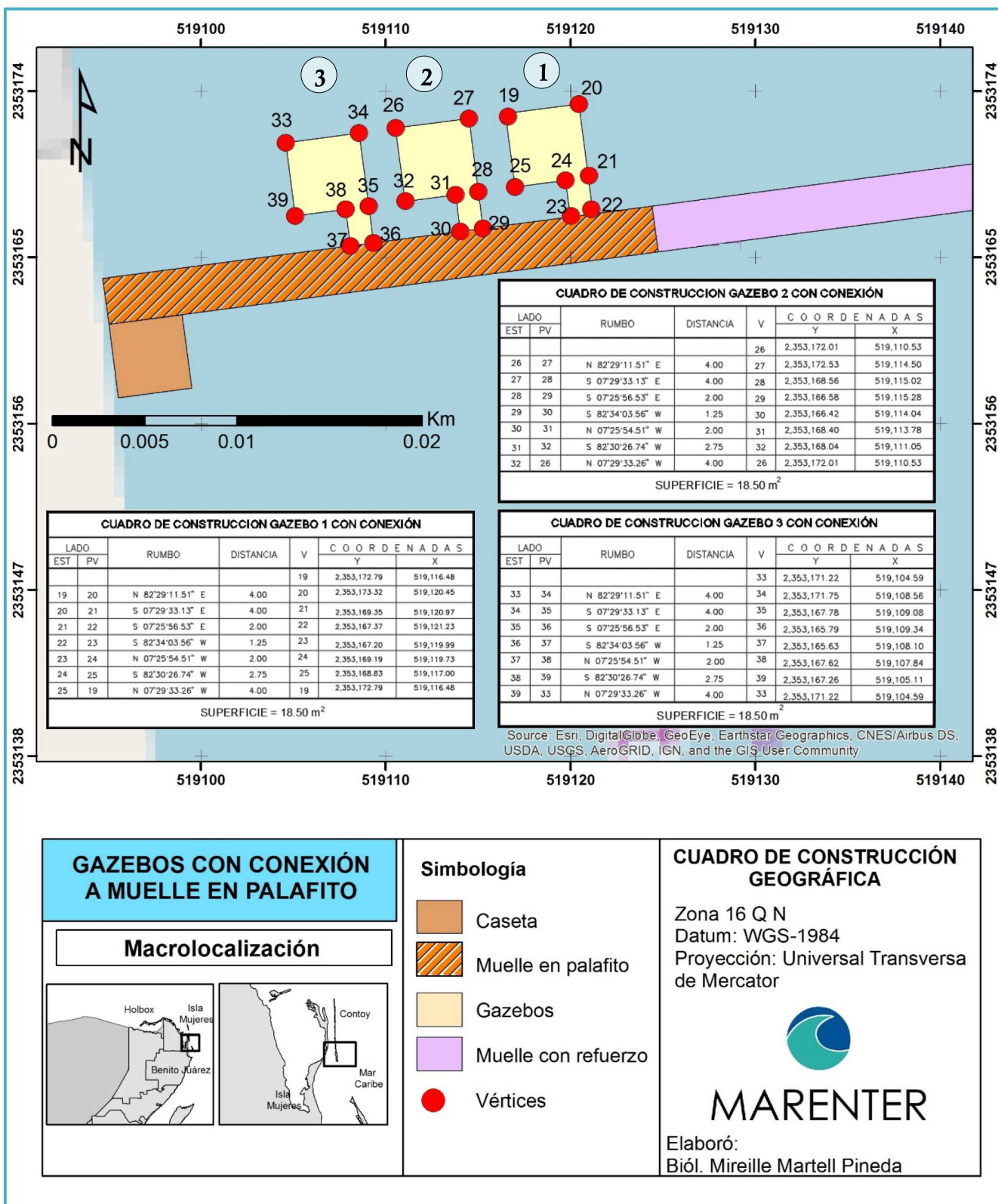


Figura II_4. Coordenadas de los gazebos 1-3 con conexión a muelle en palafito.

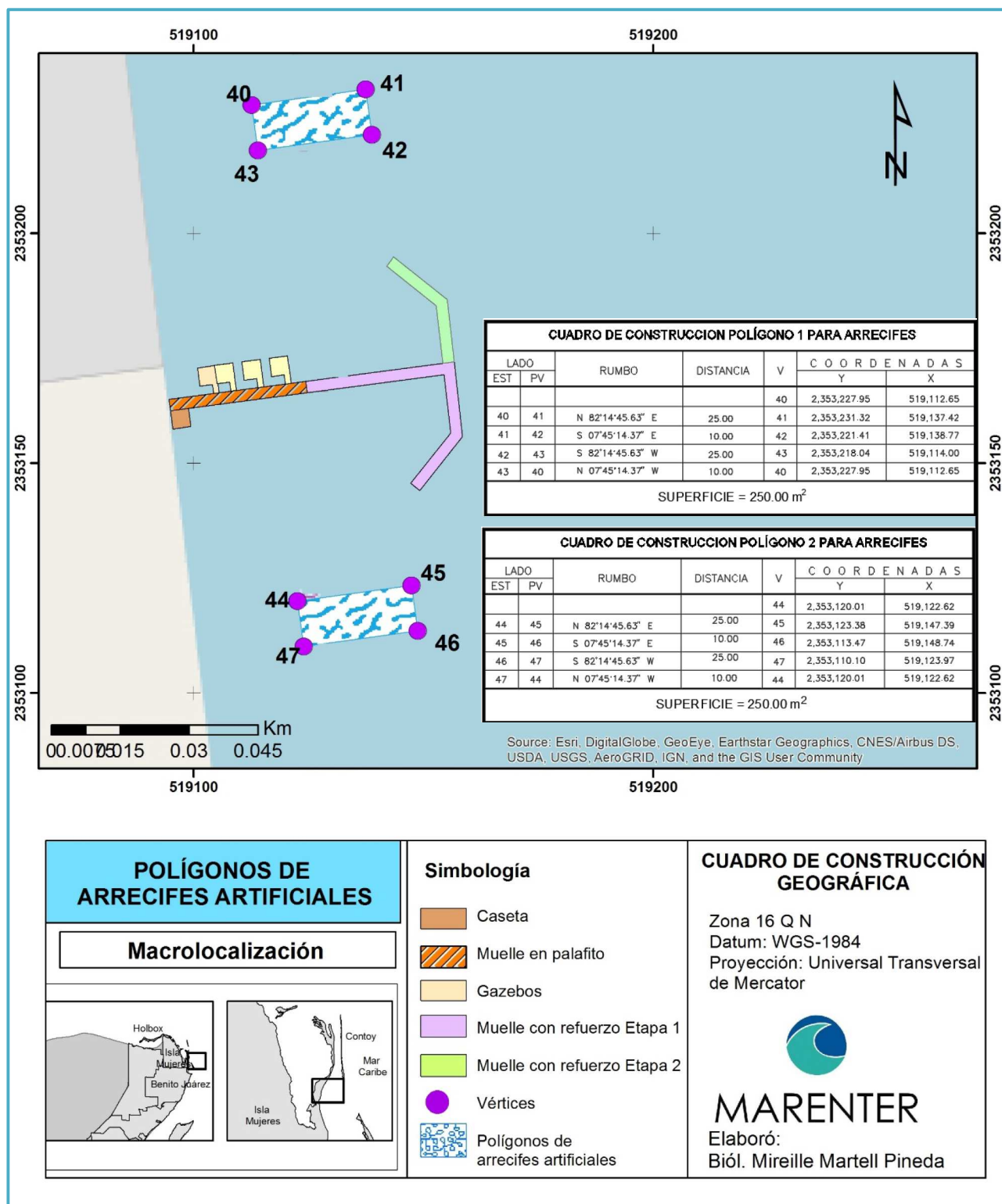


Figura II_ 5. Coordenadas de áreas para arrecifes artificiales.

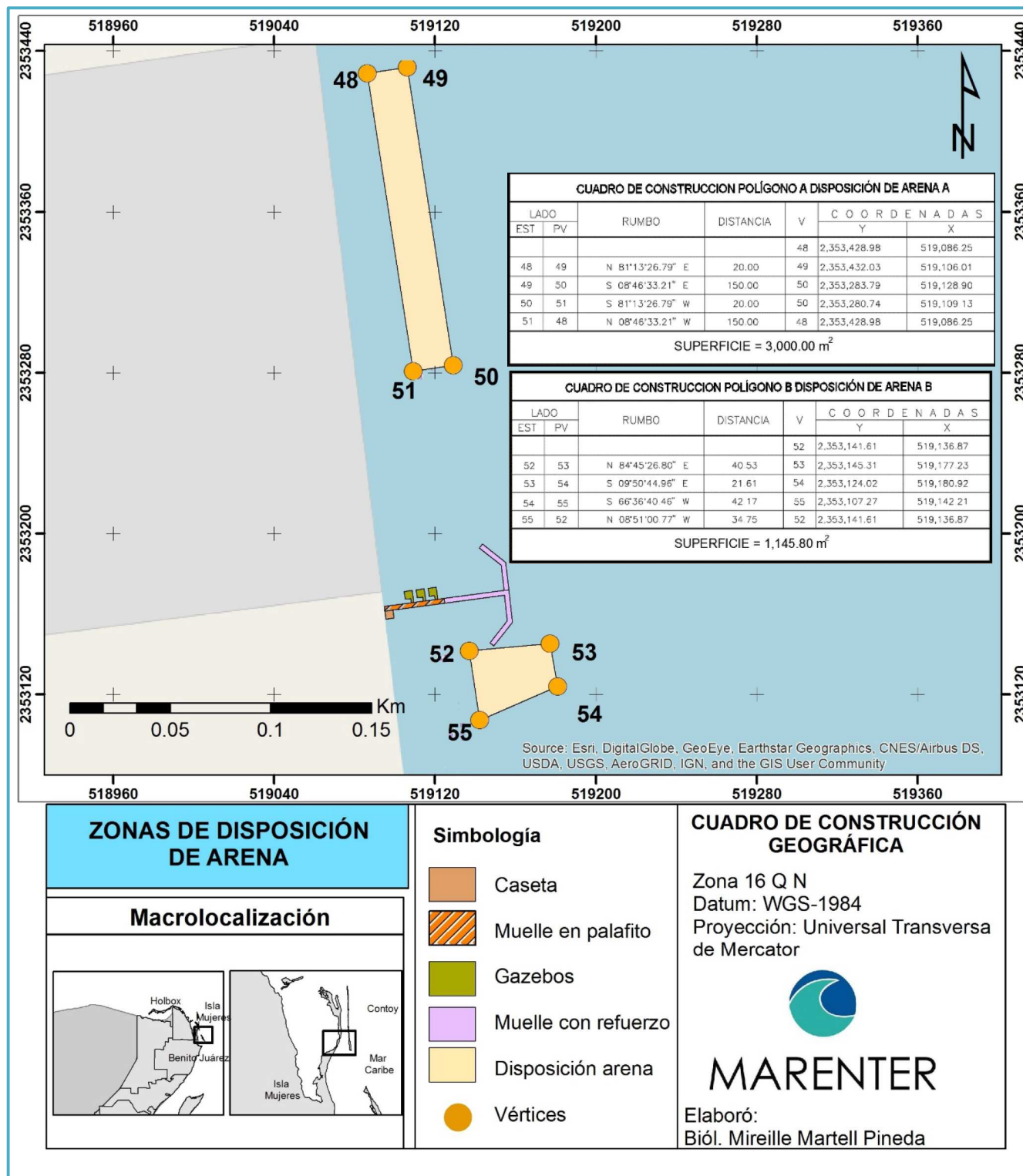


Figura II_6. Coordenadas de zonas de disposición de arena.

II.1.4. Inversión requerida

Se considera realizar una inversión aproximadamente de un millón setecientos cincuenta mil pesos Moneda Nacional (\$ 1, 750,000 MXN) para la construcción del proyecto.

II.1.5. Dimensiones del proyecto

El proyecto considera una superficie de 866.5 m², la cual se presenta desglosada en la **Tabla II_ 1**.

Tabla II_ 1. Dimensiones de las obras del proyecto.

TIPO DE ESTRUCTURA	DIMENSIONES (m)	AREA (m ²)
Muelle en palafito	30 de longitud por 2.5 de ancho	75
Muelle con refuerzo (etapas 1 y 2)	Aprox 90 de longitud por 2.5 de ancho	220
Caseta de control	4 de longitud por 4 de ancho	16
Tres Gazebos con conexión	4 de longitud por 4 de ancho	55.5
Área arrecifes artificiales	2 polígonos de 25 de longitud por 10 de ancho	500
Superficie total		866.5

Zonas de disposición de arena

Durante la caracterización del Sistema Ambiental en el que se encuentra inmerso el proyecto, se localizó a partir de 1 Km al este un amplio ambiente de arenal, conocido como megarrizaduras o dunas caminantes. Esta arena llega a la playa por efecto del transporte litoral, acumulándose cerca de la orilla. Las obras se ubicarán en el ambiente de arenal costero, cuya superficie total dentro del Sistema ambiental es de 11.67 Ha, y es un área libre de vegetación acuática sumergida. Para disponer del material del relleno de los tubos de geotextil de la sección reforzada del muelle, se eligieron 2 polígonos con un área total de 4,150 m², cercanos a las obras del proyecto y libres de vegetación acuática sumergida (**Figura II_ 7**).

Los sondeos en las zonas propuestas, muestran espesores de sedimento mayores a 2 m, por lo que existe un volumen aprovechable mínimo de 8,300 m³ de material, que es parte del ambiente de Arenal costero, carece de la presencia de pastos marinos y se recupera

en forma natural en corto tiempo, toda vez que coincide con la trayectoria del acarreo natural de la región.

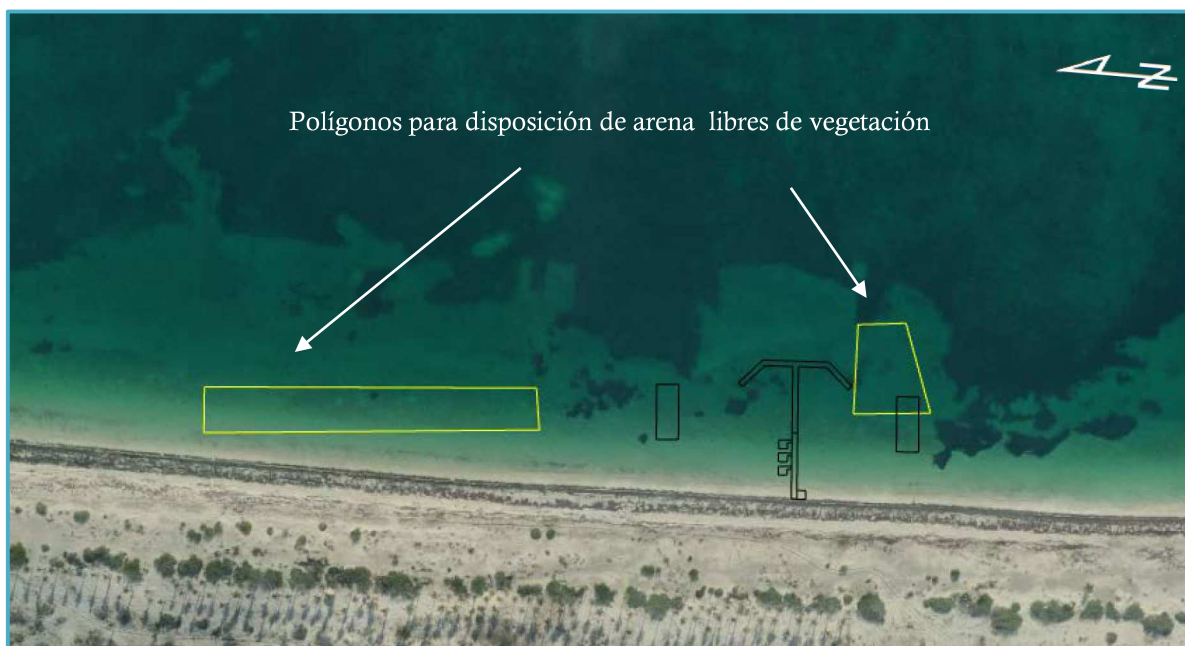


Figura II_ 7. Zonas de disposición de arena. Fuente vuelo drone Marenter septiembre 2019.

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

Actualmente el área donde se pretende construir el proyecto no cuenta con ningún tipo de infraestructura, encontrándose el sitio en estado natural tal y como se evidencia en la **Figura II_ 8:**

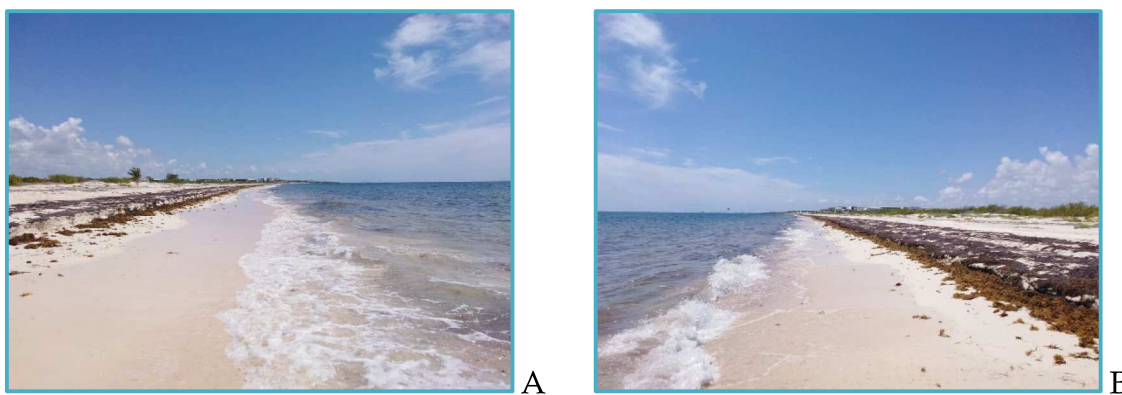


Figura II_ 8. Fotografías del sitio donde se pretende ejecutar el proyecto. A vista al norte y B vista hacia el sur.

Los predios colindantes a la Zona Federal Marítimo Terrestre al oeste del sitio del proyecto, se están desarrollando como áreas turísticas con la construcción de complejos hoteleros previamente autorizados en materia de Impacto Ambiental, los cuales formarán parte del Desarrollo Turístico Costa Mujeres, Sotolindo, Isla Blanca, etc.

El área de influencia del proyecto, no cuenta con un uso de suelo destinado por un plan de desarrollo urbano. Le es aplicable el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península Chacmuhuch en la zona continental del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo. Sin embargo, por definición Constitucional los programas de desarrollo urbano (PDU) tienen como función imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación. Esto es con el objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. Lo anterior le atribuye a los municipios la facultad para formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal dentro de su ámbito territorial.

En este sentido el Programa de Desarrollo Urbano de la Península Chacmuhuch en la parte continental de Isla Mujeres no afecta la Zona Federal Marítimo Terrestre, ni el área marina o mar territorial donde tendrán lugar las obras proyectadas, por lo que este instrumento normativo no es vinculante con el proyecto. Sin embargo, cuenta con algunos ordenamientos ambientales los cuales determinan que usos son factibles para la zona de influencia, por lo tanto se rigen por los lineamientos impuestos por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Isla Mujeres, que de acuerdo a la ubicación le aplican los criterios o lineamientos descritos dentro de la UGA 9 denominada Península Chacmuhuch que corresponde a Política de Aprovechamiento Sustentable.

En las colindancias del proyecto no se encuentra otro cuerpo de agua más que el que corresponde al área marina conocida como Bahía de Mujeres. Esta bahía tiene intenso uso náutico para el desarrollo de actividades comerciales, turísticas, pesqueras, recreativas y transporte de pasajeros.

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

La zona continental aledaña al sitio donde se desplantará la obra proyectada, se encuentra desde hace varios años en proceso de urbanización y en ella se están construyendo desarrollos turísticos hoteleros. Por ello, la zona cuenta con servicio de energía eléctrica, abasto de agua potable, servicio de recolección de residuos sólidos, tránsito y seguridad pública y de telefonía por cable. Cabe señalar que el desarrollo

turístico que se lleva a cabo en el predio colindante, contará con el servicio de drenaje sanitario, de tal modo que conducirá sus aguas residuales a la planta de tratamiento que estará al servicio del plan maestro denominado “Desarrollo Turístico Costa Mujeres”.

Debido a que en la etapa de operación el muelle rústico únicamente será utilizado para el embarque y desembarque de pasajeros, no demandará servicios públicos como agua potable o drenaje sanitario; y por ende no requerirá de infraestructura de servicios. La iluminación, en caso de requerirse, será provista con lámparas autónomas que funcionan a base de fotoceldas.

II.2. Características particulares del proyecto

El proyecto corresponde al desarrollo de obras y actividades de instalación de un muelle rústico de madera piloteado sobre un espacio de área marina, en forma de “T” el cual contará con una ancho de 2.5 m. Su orientación es perpendicular a la línea de costa, los primeros 30 m serán construidos en palafito y la parte inferior de los siguientes 30 m, así como la parte frontal (60 m), estarán reforzados con tubos de geotextil rellenos con arena. Al inicio tendrá una caseta de acceso de madera soportada sobre pilotes y con techo de zacate, con dimensiones de 4 m por 4 m y además contará con tres estructuras tipo gazebos de 4 m por 4 m, con una conexión al muelle de 1.25 m de longitud por 2 m de ancho. Todos los gazebos serán construidos a base de madera dura de la región, piloteados y con techo de zacate.

II.2.1. Programa general de trabajo

El cronograma de trabajo presentado en la **Tabla II_ 2**, se divide en un total de 15 cuatrimestres representando los cinco años que se requerirán para el desarrollo del proyecto. Solo dos actividades se llevarán a cabo durante el desarrollo completo del proyecto, concernientes al seguimiento ambiental y la implementación de las medidas de mitigación.

Tabla II_ 2. Cronograma de obras.

ETAPAS/ACTIVIDADES	CUATRIMESTRES															AÑOS
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	6 – 30
ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO																
Contratación de personal y compra de materiales																
Trazo y delimitación																
Colocación de malla geotextil																
Relocalización de fauna de lento desplazamiento																
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN																

ETAPAS/ACTIVIDADES	CUATRIMESTRES															AÑOS
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	6 – 30
Pilotaje de arranque de muelle																
Colocación de cargadores, largueros y contravientos y tablonos (arranque de muelle)																
Construcción de caseta de acceso.																
Construcción de gazebos																
Pilotaje de sección de muelle reforzada Etapa 1																
Colocación de cargadores, largueros y contravientos y tablonos (sección de muelle perpendicular)																
Pilotaje sección de muelle reforzada Etapa 2																
Instalación de tubos geotextiles (secciones de refuerzo del muelle Etapa 1)																
Colocación de cargadores, largueros, contravientos y tablonos (sección de muelle reforzado Etapa 2)																
Instalación de tubos geotextiles (secciones de refuerzo del muelle Etapa 2)																
Colocación de arrecifes artificiales																
Construcción de escaleras de acceso																
Colocación de lámparas solares																
Retiro de malla geotextil																
Medidas de mitigación ambiental																
Seguimiento de condicionantes																
ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																
Medidas de mitigación ambiental																
Seguimiento de condicionantes																

Se solicita a la autoridad evaluadora la autorización en materia de impacto ambiental del proyecto “Muelle Majestic” por un total de cinco años que abarcan la preparación del sitio y construcción del muelle y 30 años para la etapa de operación y mantenimiento de las instalaciones del proyecto.

II.2.2. Preparación del sitio

En esta etapa se efectuarán los preparativos en la zona del proyecto y se reunirán los materiales que serán utilizados para la instalación de las obras. Debido a la naturaleza del terreno, no es necesaria ninguna preparación preliminar en el sitio donde se ejecutará el proyecto.

Dentro de las actividades de preparación del sitio se encuentran la movilización, trabajos pre-operativos y limpieza de área, las cuales se describen a continuación.

Movilización

Se refiere al traslado del material y equipo, así como el personal necesario para el desarrollo de las actividades al sitio correspondiente en donde se construirán las obras del proyecto.

Trabajos pre-operativos

Los trabajos considerados pre-operativos son:

1. Alimentación eléctrica para la operación de la herramienta manual. Se realizará por medio de las instalaciones del hotel que se encuentra en proceso constructivo en el lote colindante propiedad del promovente de este proyecto.
2. Colocación de las boyas de señalización para prevenir interferencia con posibles bañistas y/o embarcaciones.
3. Instalación de bombas eléctricas sumergibles acopladas a la tubería de bombeo.
4. Colocación de mallas anti-dispersión (geotextiles).
5. Colocación de señalamientos en el área de playa. Esto será durante las etapas de preparación del sitio y construcción con la finalidad de promover la seguridad en el trabajo así como el cuidado al medio ambiente (**Figura II_ 9**). Entre las leyendas de dichos letreros se encuentran los siguientes:
 - Hombres trabajando.
 - Precaución.
 - Colocar la basura en su lugar o prohibido tirar basura.
 - No pescar.
 - No clavados.
 - No extracción de organismos.



Figura II_ 9. Ejemplo de señalamientos a utilizar en el proyecto.

II.2.3. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Se habilitará un área de trabajo de 15 x 20 m dentro del predio del hotel colindante y próximo a la playa, propiedad de la promovente, el cual será cercado con malla ciclónica. No se removerá vegetación de playa ni se modificará el área destinada a los trabajos. En este espacio se instalará una caseta de obra utilizando elementos de triplay y polines de madera de construcción, todo lo cual se desmontará y se retirará al final de los trabajos. En esta área se habilitará un espacio para almacenar temporalmente la madera de construcción incluyendo los pilotes, además de las siguientes instalaciones:

- *Bodega provisional.*- podrá ser prefabricada o a base de hojas de triplay (**Figura II_ 10**), la cual se usará como almacén de los equipos, materiales menores y herramientas. Además de ésta se asignará un espacio dentro del área del lote colindante en proceso de construcción, para resguardar temporalmente equipo de mayores dimensiones.
- *Colocación de contenedores temporales.*- Se considera colocar contenedores de una capacidad de 200 l, estarán provistos con tapa para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos generados. Se les colocarán bolsas plásticas para evitar escurrimientos (**Figura II_ 10**). El acopio y traslado al sitio de disposición final estará a cargo del servicio de recolecta de basura del Municipio de Isla Mujeres.
- *Servicios sanitarios.*- El personal de obra utilizará los servicios del Hotel en proceso de construcción, asignados por la administración.

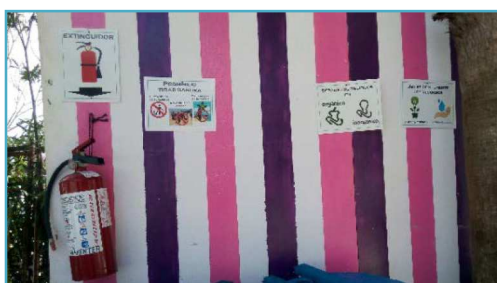


Figura II_ 10. Ejemplo de bodega provisional (izquierda) y contenedores para residuos sólidos (derecha).

- El consumo de agua potable para los trabajadores durante la fase de instalación del muelle, será a través de la provisión de botellones de 20 litros. Éstos serán adquiridos en los comercios locales o bien por medio de los repartidores.
- Para evitar accidentes a los usuarios de la playa serán colocados letreros preventivos claramente visibles y legibles.

Las actividades en la zona marina se inician con la ubicación de las referencias físicas de trazo y la colocación de mallas antidispersión de geotextil en el perímetro del área inicial de trabajo. Posteriormente, se ubicarán y marcarán con boyas los sitios de hincado de pilotes.

Se colocará alrededor del área de trabajo una malla antidispersión de geotextil para contener el sedimento (**Figura II_ 11**). Esto se realizará de manera previa al inicio de los trabajos de construcción. Esta malla es un elemento de polipropileno tejido con trama cerrada, inhibido contra luz solar de alta resistencia. Durante su uso se desarrolla una capa que aumenta la retención de finos en suspensión en presencia de agua.

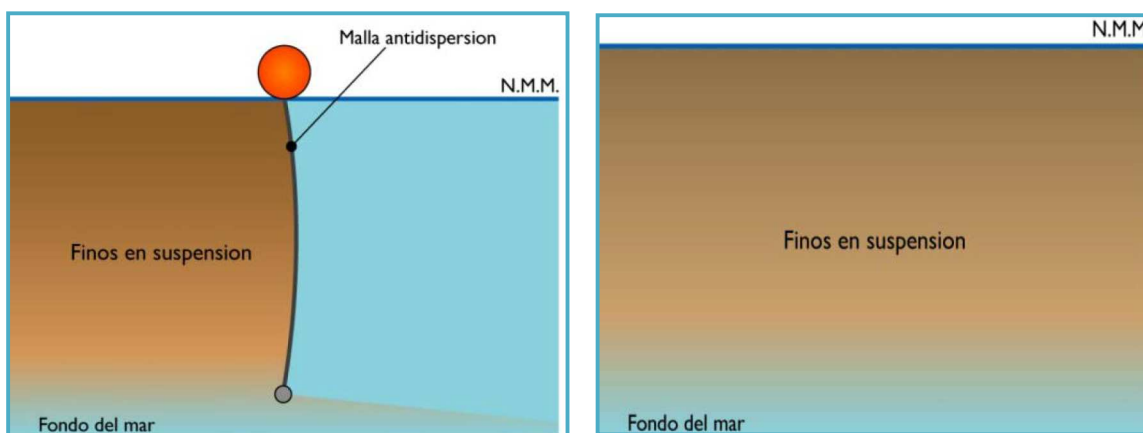




Figura II_ 11. Colocación y funcionamiento de malla antidispersión en proyectos similares.

Como se aprecia en la **Figura II_ 12**, la malla lleva en la parte superior un flotador continuo. Bajo el flotador corre un cable guía de polipropileno de 15 mm de diámetro que sirve para dar forma y tensarla. Como lastre se utiliza una cadena de acero con eslabones de 6.35 mm de diámetro. Tanto en la parte superior como en la inferior, lleva anclas de acero tipo areneras. En la parte superior, lleva una serie de boyas de señalización; estas tienen el propósito de indicar la presencia de la malla, a fin de reducir el riesgo de accidentes.

La malla a utilizar viene en tramos de 25 m, por lo que en los extremos tendrá cintas de unión, con cabos de polipropileno. Estas preparaciones permiten la unión de varias secciones de forma traslapada, de tal manera que no se generan aberturas por donde puedan escapar los finos.

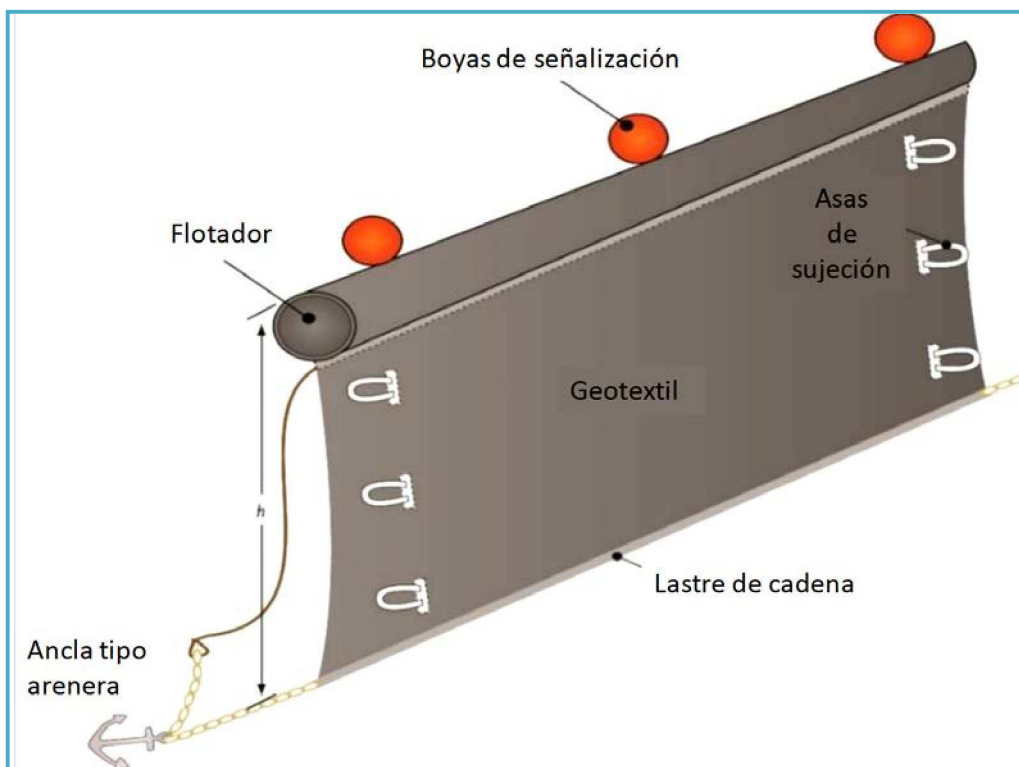


Figura II_ 12. Diseño de la malla de geotextil antidispersión.

II.2.4. Etapa de construcción

En esta sección se describe el proceso constructivo del proyecto:

Con el apoyo de un topógrafo se marcarán los puntos principales que definen las obras. Cada vértice será debidamente georreferenciado y señalado con una vara que se fijará firmemente al fondo. Se mantendrá una vigilancia constante de estas varas para re fijar aquellas que por el oleaje o maniobras se desplacen.

II.2.4.1. Muelle de atraque temporal para embarcaciones de servicios turísticos

La parte principal o andador del muelle arranca con dirección ESE desde su inicio en la playa, hasta una profundidad aproximada de (-) 4.5 metros, con una longitud de 60 metros. A partir de este punto, inicia una T, de las mismas características de construcción, que se extiende casi paralela a la costa, formada con tres secciones.

Una primera sección del muelle o andador principal, en una longitud de 30 metros de largo a partir de la playa, se construirá en palafito (**Figura II_ 13**). Este tipo de estructura deja pasar las corrientes en su parte inferior y con ello el transporte de arena no será

interrumpido. Esta característica minimiza alguna probable afectación de la playa de los predios vecinos.

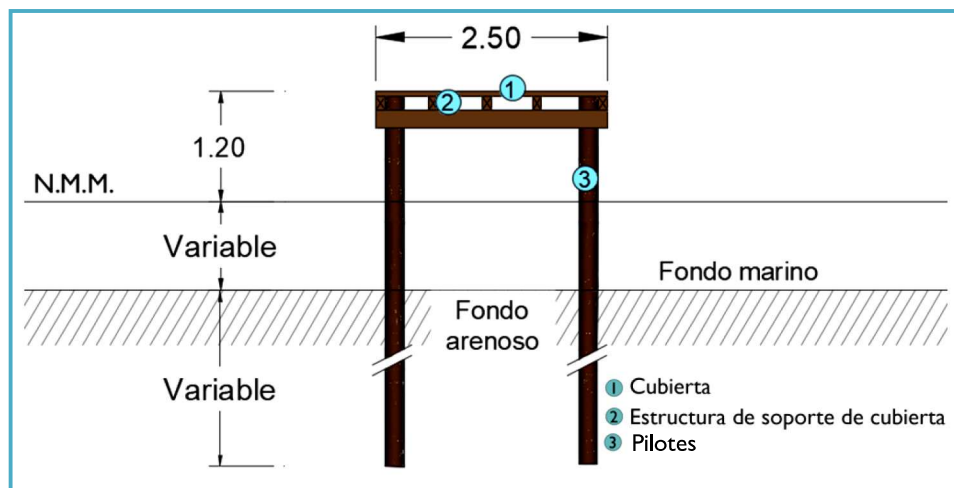


Figura II_13. Sección de muelle en palafito.

El resto del muelle se reforzará en su parte inferior con tubos de geotextil rellenos con arena (Figura II_14) como se describe más adelante.

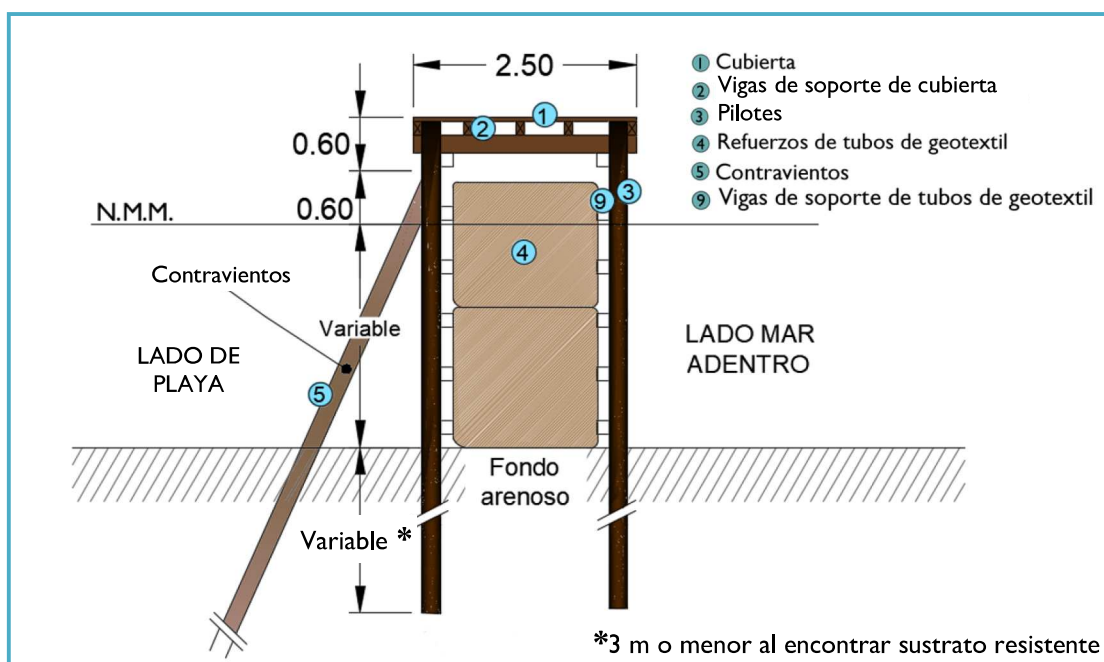


Figura II_14. Sección de muelle con refuerzo de tubos de geotextil rellenos con arena.

Se agregan pilotes inclinados a manera de contravientos para reforzar la resistencia de la estructura contra marejadas fuertes.

Materiales y especificaciones

Los materiales que se utilizarán para la instalación del muelle son:

- Madera
 - Pilotes de 20 a 30 cm de diámetro.
 - Vigas y largueros de zapote de 7.62 cm x 20.32 cm x 244 cm.
 - Cubierta (duela) de zapote de 5 cm x 20.32 cm x 244 cm.
- Herrajes
 - Pijas de fijación de cubierta de acero inoxidable de cabeza plana.
 - Varillas roscadas de acero inoxidable de 1.27 cm de grosor para fijar vigas a pilotes.
 - Varillas roscadas de acero inoxidable de 1.27 cm de grosor para fijar largueros a vigas.
- Tubos de geotextil de polipropileno (solo en la sección con refuerzo)
 - Se utilizará tubos de geotextil de polipropileno de diversos tamaños, cuyas especificaciones se presentan en la **Tabla II_ 3**.

Tabla II_ 3. Especificaciones del geotextil de polipropileno

Propiedad	Prueba	Valores
FÍSICAS		
Masa	ASTM D5261	525 g/m ²
Grosor	ASTM D5199	1.6 mm
MECÁNICAS		
Fuerza a la tensión	ASTM D4595	70 x 105.1 kN/m
Elongación a la tensión	ASTM D4595	14 X 9%
Fortaleza a la punción	ASTM D4833	1,155 N
Presión máxima de llenado	ASTM D3786	8,273 kPa
Rotura trapezoidal	ASTM D4533	1,110 x 1,335 N
RESISTENCIA		
Resistencia UV	ASTM D4355	80%
HIDRÁULICAS		

Propiedad	Prueba	Valores
Apertura aparente	ASTM D4751	0.425 mm
Permeabilidad	ASTM D4491	0.04 cm/seg
Permitividad	ASTM D4491	0.3 seg
Ritmo de flujo de agua	ASTM D4491	810 l/min/m ²

Madera de obra

Los pilotes al igual que toda la madera de la obra serán suministrados por proveedores que cuentan con los permisos forestales vigentes, de los cuales una copia de la guía correspondiente permanecerá siempre disponible en la caseta de obra.

1) Hincado de pilotes

Los pilotes se seleccionan por su longitud y se trasladan del sitio de acopio a la zona de trabajos. Para esto se utiliza un pequeño artefacto con dos ruedas anchas con apoyo de un grupo de trabajo de maniobristas. A través del uso de una embarcación con motor fuera de borda, se jala cada pilote de la orilla hasta el sitio que le corresponde en el proyecto.

El grupo maniobrista mediante cabos y poleas levanta cada pilote y lo coloca en el punto que le corresponde. Mediante el uso de un chifón de agua a presión, ayuda a que el pilote se hunda por su propio peso facilitando esta maniobra por la fluidización de la columna de sedimento (**Figura II_ 15**).



Figura II_ 15. Proceso de chifoneo y colocación de pilotes de soporte.

La operación se mantiene hasta que el pilote alcanza el sustrato resistente, el cual en esta zona de trabajos varía entre (-) 3 hasta (-) 5 m según sondeos practicados. Los contravientos que se habilitarán en algunas partes del muelle, se colocan con el mismo procedimiento que los pilotes.

Debido a que la longitud del pilote varía a medida que se avanza hacia mar adentro, en cada pilote se presenta un sobrante, lo cuales son ajustados hasta tener la misma altura una vez terminada de colocar la plataforma. La separación de los pilotes es de aproximadamente 2.5 m entre centros en el sentido del eje de la conexión y de 2 m en forma perpendicular.

Para minimizar cualquier riesgo de contaminación al mar, se colocará una malla antidispersión de geotextil evitando la propagación de sedimentos o partículas suspendidas. Para evitar que algún recorte de madera caiga al mar, en el ramo del día se colocará una red superficial o palangana de plástico para atraparlo.

2) Estructura soporte de cubierta

Una vez que se tiene un avance conveniente en número de pilotes hincados, un grupo de carpinteros de muelles se encarga de armar el soporte de la cubierta y sus componentes: los cargadores y vigas. Cuando estos trabajos se concluyen, se colocan las tablas de cubierta alineadas con un reventó.

Una serie de vigas de madera se fijarán en forma horizontal, perpendiculares a los pilotes para formar los soportes. Se colocarán sobre de ellos, en sentido longitudinal a la estructura de conexión, con una separación máxima de 0.60 metros, se clavarán o atornillarán las piezas de la cubierta (**Figura II_ 16**). En estos pasos se conservan los niveles, de tal manera que la cubierta quede terminada a un solo nivel.

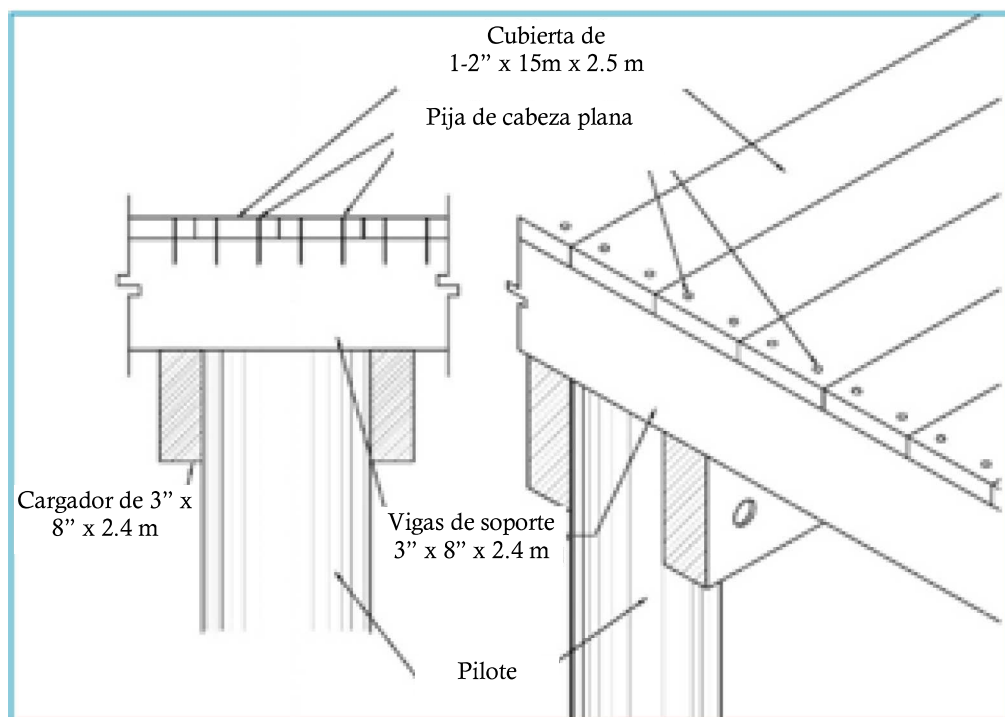


Figura II_ 16. Detalle de la cubierta del muelle

El último paso es rebajar con pulidora las orillas de las tablas de la cubierta para eliminar bordes ásperos o filosos, para lo cual se coloca una lona alrededor del área con la finalidad de recoger la viruta y evitar su dispersión.

La mayor parte de los componentes de madera se trasladan al sitio de los trabajos previamente cortados a medida. Solo se practicarán pequeños ajustes en campo evitando con ello los riesgos de dispersión de partículas de madera. Todos los herrajes serán de acero inoxidable.

3) Refuerzo con tubos de geotextil rellenos con arena

Para disponer de zona con calma adecuada para las maniobras de los barcos, debajo de la estructura del muelle en las secciones a reforzar, se colocarán tubos de geotextil rellenos con arena, abarcando desde el fondo hasta sobresalir del nivel del mar aproximadamente 0.50 m. Estos tubos vacíos (**Figura II_ 17**) se acomodan encajonados

en el sitio que les corresponde entre los elementos estructurales del muelle, posicionándolos y sujetándolos mediante cabos.



Figura II_ 17. Tubos de geotextil para el desplante de la estructura ciega del muelle.

Con empleo de una bomba eléctrica sumergible (**Figura II_ 18**), operada por los buzos, se rellena cada tubo con arena, la cual se obtendrá de sitios apropiados en el mar, cercanos a la obra, mismos que se describen en este documento.



Figura II_ 18. Bomba sumergible.

Una serie de vigas de madera se instalarán en forma horizontal apoyadas en los pilotes, con objeto de soportar y horma los tubos de geotextil ya rellenos con arena (**Figura II_ 19**).

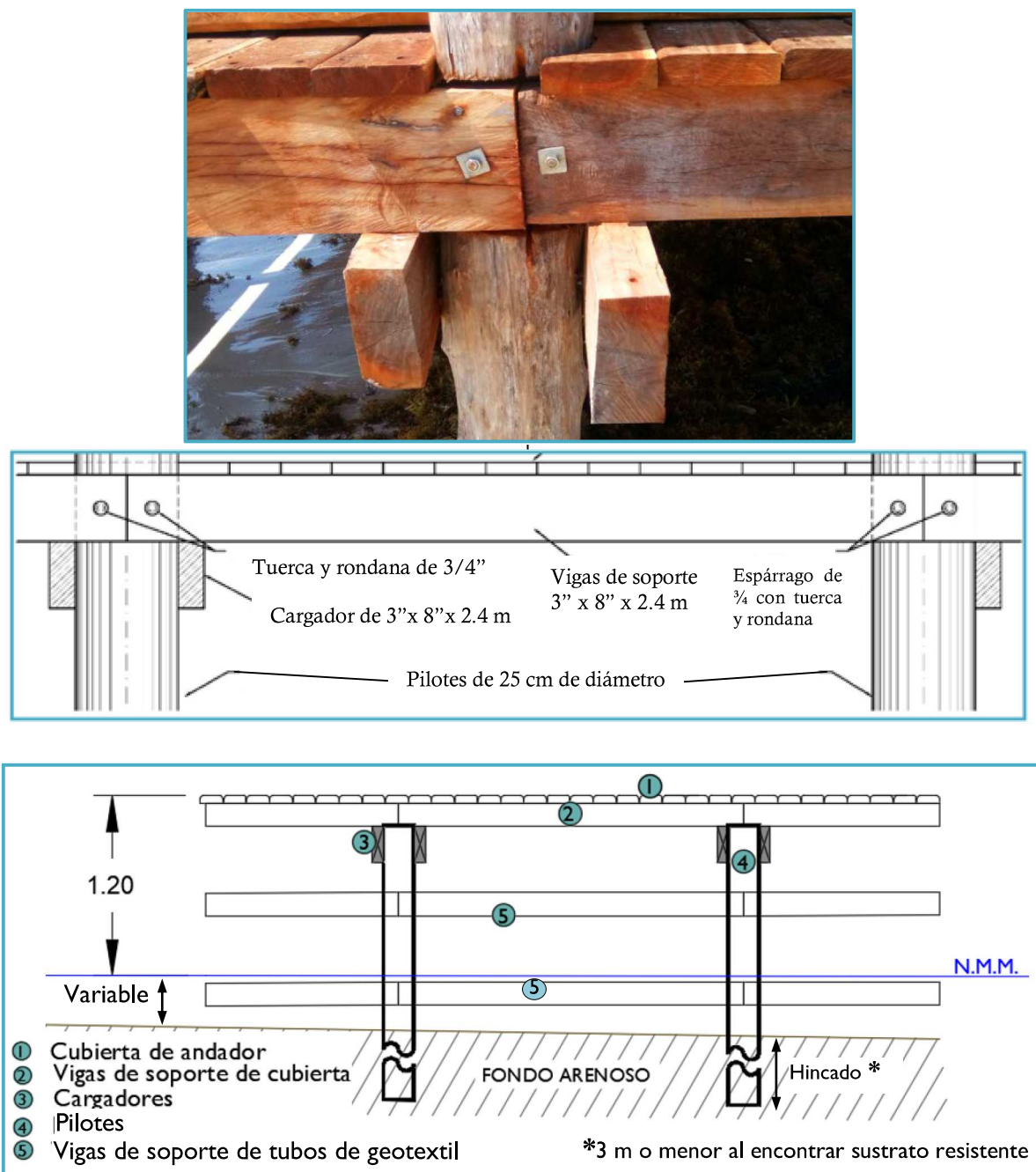


Figura II_ 19. Sección longitudinal de muelle reforzado.

Cálculo de arena

El volumen de arena para el relleno de los tubos de geotextil para el refuerzo del muelle se calculó de la siguiente manera:

- Tubos de refuerzo bajo muelle = 30 m
- Volumen de arena= 166.5 m³
- $V = \text{ancho} \times \text{longitud} \times \text{altura}, = 1.85 \times 3.0 \times 30 = 166.5 \text{ m}^3$
- Tubos de refuerzo para sección “T”: 30 m +15 m + 15 m = 60 m
- Volumen de arena = 499.5 m³

$$V = 1.85 \times 4.5 \times 60 = 499.5 \text{ m}^3$$

Total de arena requerida para el proyecto = 666 m³, redondeado a 700 m³.

Esta arena será extraída del ambiente de Arenal costero, ubicado en la zona marina dentro del área de influencia del proyecto (**Figura II_ 7**). La superficie de los polígonos de donde se obtendrá el material es de 4,150 m² con aproximadamente 2 m de espesor, por lo que la arena requerida representará solo el **8.4 %** del total disponible en ambas zonas seleccionadas, aunque la abundancia de arena aprovechable en la zona es mucho mayor.

Para la conducción y acarreo de arena desde las zonas de disposición hasta donde serán llenados los tubos de geotextil, se utilizarán mangueras y en caso necesario por la presencia de algún manchón de vegetación acuática sumergida, la tubería será soportada en elementos fabricados con varillas de acero estructural en forma de “H”, cuya colocación será a 0.20 m sobre el nivel del fondo marino (**Figura II_ 20**).

Las estructuras se fijarán en el sustrato con dos patas, cada una con un diámetro de $\frac{3}{4}$ de pulgada, es decir 1.905 cm de diámetro, que representan un área de 2.85 cm². Los soportes de la estructura ocuparán un área de 5.70 cm². La tubería de conducción hidráulica se colocará sobre la varilla de trabe que forma la “H” de 0.25 m de ancho.

Para asegurar la estabilidad de los soportes de acero se enterrarán sus dos patas hasta 1 m en el fondo marino y sobresaldrán solamente 0.50 m de la altura total de 1.50 m de la estructura. Para comprobar la verticalidad y firmeza de cada uno se revisarán diariamente antes de comenzar el bombeo de arena, las acciones correrán a cargo de los buzos responsables de las obras del proyecto.

Los soportes de varilla de acero se colocarán a cada 6 metros, por lo que para cubrir la distancia desde donde se tomará la arena el número de estructuras a utilizar será variable.

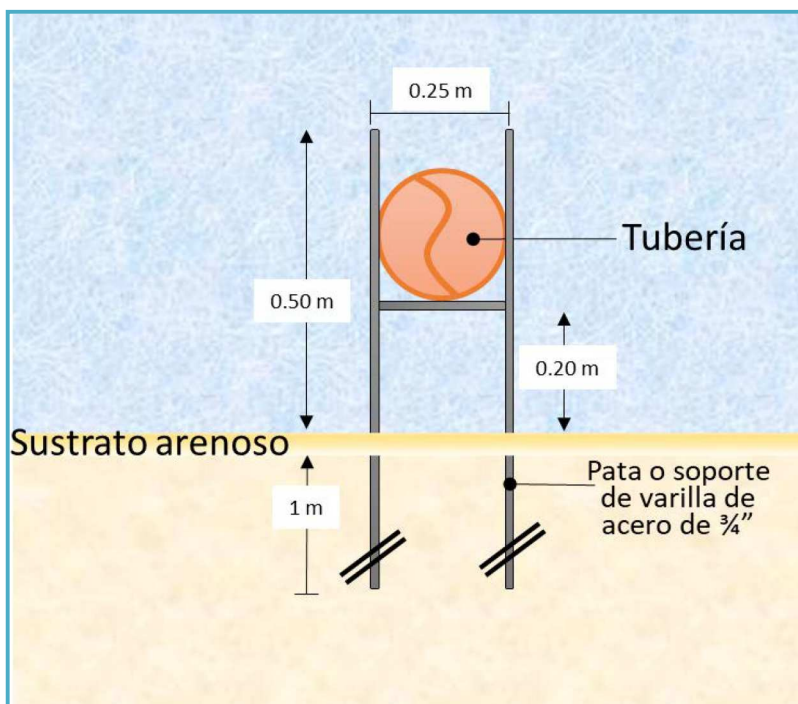


Figura II_ 20. Esquema de las estructuras que se utilizarán para soportar el tubo de conducción hidráulica de la arena, en el supuesto de que la trayectoria pase por algún manchón de pasto marino.

Con esta técnica de conducción, el impacto sobre el ambiente es prácticamente nulo ya que las oquedades pequeñas que se abrirán por los efectos del hincado de cada pata de la estructura, se recuperarán en muy corto tiempo después de que sean retirados estos soportes.

Es muy importante que las estructuras en forma de “H” queden bien colocadas y fijas en el sustrato marino para evitar que falle el procedimiento. Un supervisor verificará constantemente la integridad del proceso de construcción del proyecto, así como de los equipos de apoyo para las labores.

En el remoto caso de presentarse algún incidente de obra, se suspenderán inmediatamente las actividades de bombeo de arena y se determinarán las medidas conducentes para remediar la falla, hasta que sea reparada.

II.2.4.2. Caseta de acceso

Será construida a manera de palapa con las mismas características del muelle. Llevará barandales de madera y la estructura de la techumbre será de zacate de la región. Contará con una red tipo intemperie con el fin de atenuar el efecto del viento en el forro (**Figura II_ 22**).

El proceso de construcción de manera general consiste en:

- 1) Hincado de pilotes de soporte mediante chifoneo de agua a presión, ya que se trata de una zona de sedimento granular.
- 2) Colocación de la cubierta de madera, barandales y techo.

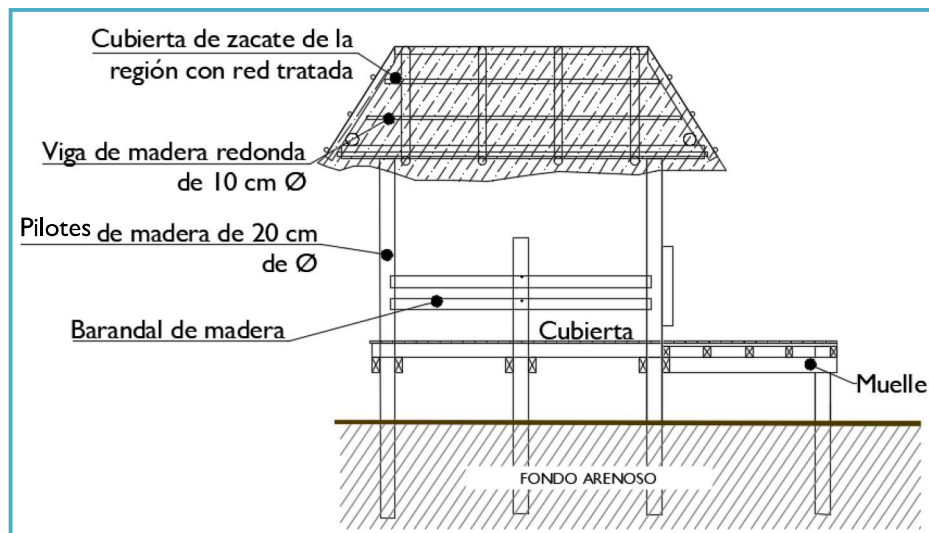


Figura II_21. Corte transversal de la caseta de acceso.

Durante estos trabajos se mantendrán mallas antidispersión para el control de finos en suspensión.

II.2.4.3. Gazebos

Se habilitarán tres gazebos de 16 m² (Figura II_22), los cuales serán de los mismos materiales que el muelle, por lo tanto, su proceso constructivo es similar, además dan un efecto visual estético a las estructuras principales (Figura II_23).

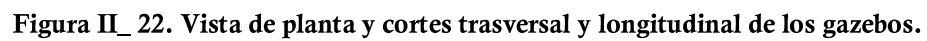




Figura II_ 23. Ejemplo de gazebos para actividades como masajes etc. en otros proyectos.

De manera general se realizará el siguiente procedimiento:

- 1) Hincado de pilotes de soporte mediante chifoneo de agua a presión, ya que se trata de una zona de sedimento granular.
- 2) Colocación de la cubierta de madera y barandales.

Para minimizar cualquier riesgo de contaminación al mar se colocará una malla geotextil antidispersión evitando la propagación de sedimentos o partículas suspendidas.

II.2.4.4. Arrecifes artificiales

Se colocarán en las inmediaciones de la zona marina cercana un número suficiente de elementos de concreto o arrecifes artificiales (2 lotes de al menos 25 elementos cada uno) repartidos en 2 polígonos de 250 m² cada uno, los cuales están libres de vegetación acuática sumergida y corresponden al ambiente de arenal costero. El objetivo de los arrecifes artificiales es fomentar el establecimiento de organismos interesantes, como peces de arrecife y otros ejemplares, de tal manera que aumente el atractivo para los bañistas y genere un incremento en la biodiversidad. Los arrecifes proporcionarán áreas de refugio, reproducción, alimentación y hábitat, principalmente a alevines y organismos pequeños. Años atrás se notaba en esta playa la presencia de abundantes peces de corales, sin embargo, debido a diversas circunstancias este atractivo se ha perdido y se pretende recuperar con estas acciones.

Las zonas escogidas para la colocación de estos elementos tienen una profundidad menor a 4 m, presenta nulo tráfico de embarcaciones por estar localizadas cerca de la costa y estarán protegidas por el propio muelle, en un área carente de accidentes naturales. Esto garantiza la seguridad para los bañistas.

Estos arrecifes artificiales se fabricarán de concreto especial que tiene un pH similar al del agua del mar. No incluirán partes o componentes como varillas de acero para

refuerzo, que se puedan oxidar o liberar al medio algún componente no deseados. Esta característica los hace inocuos al medio marino.

El procedimiento para la habilitación de estos elementos contempla observar todas las medidas de control de tipo ambiental en cada etapa del proceso. Lo anterior garantizará que desde la fabricación, la transportación hasta la fijación de los arrecifes artificiales en su sitio, no generen situaciones de riesgo al medio.

La técnica de construcción y colocación en el mar de estos elementos será similar a lo empleado ya en proyectos en Quintana Roo. Algunos de ellos son El Museo Submarino MUSA Cancún y en los miles de arrecifes conocidos como Reef Ball existentes en distintos sitios del Caribe Mexicano (**Figura II_ 24**).

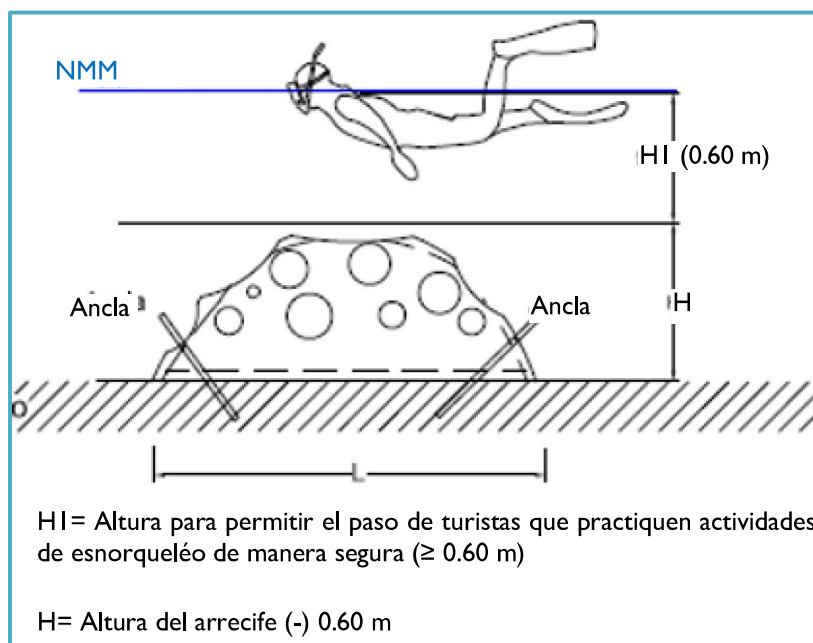


Figura II_ 24. Diseño de arrecifes artificiales para otros proyectos.

II.2.4.4.1 Forma de los elementos

Algunos de estos elementos tendrán una forma tipo geométrica, formadas por capas irregulares de diferente grosor, con numerosas aberturas de distintos diámetros que permiten el paso del agua del mar y el ingreso y salida de organismos. La altura de los arrecifes será variable, permitirá el paso de turistas que practiquen actividades de esnorqueléo de manera segura. (**Figura II_ 25**).



Figura II_ 25. Ejemplos de esculturas para arrecifes artificiales.

Otros elementos tendrán una configuración artística de tipo antropomorfa o alegórica, agregando un atractivo para los visitantes.

Los arrecifes se fabricarán en un taller localizado en la Ciudad de Cancún donde ya se han elaborado este tipo de piezas para otros proyectos exitosos. En este taller se dispone de las facilidades de patio de operaciones, servicios de agua y materiales consumibles, con el debido control de los procesos.

Después del colado los arrecifes se dejan reposar para que estos logren la resistencia máxima del concreto (**Figura II_ 26**).



Figura II_ 26. Fabricación de arrecifes en el patio de colado.

II.2.4.4.2 Trazo y preparación

Previo a la instalación de los arrecifes se realizará el trazo del polígono de colocación, ubicando los vértices con GPS. Posteriormente se marcará cada punto con una baliza marcada con un indicador y en caso necesario con una boya atada al extremo a manera

de señalamiento. Posteriormente se trazarán líneas con hilo cáñamo que delimiten claramente el sitio de desplante de cada elemento del proyecto.

II.2.4.4.3 Rescate de organismos de lento desplazamiento

Se implementará un Programa de rescate de fauna de lento desplazamiento, cuyas actividades consistirán en la realización de una inspección de la zona para verificar que no se encuentren presentes este tipo de organismos. En caso de localizarse alguno, éste será trasladado a una zona alejada del sitio de intervención que cuente con las características similares a las del área en la que se localizó.

II.2.4.4.4 Transportación

Los elementos se transportarán desde el sitio de fabricación utilizando hasta el sitio donde se tomarán para trasladarse camiones de tipo plataforma equipados con grúa tipo Hiab. Esto facilitará tanto la carga como la descarga en forma segura hasta la orilla del mar en un muelle apropiado para este tipo de maniobras como por ejemplo el muelle conocido como “de pescadores” de Puerto Juárez o bien el muelle de API en Punta Sam (**Figura II_ 27**). En caso de que en el tiempo de estas maniobras ambos muelles no estén disponibles se buscará un acceso por algún otro sitio. Todo se realizará acorde con el programa de colocación de estas estructuras.

En el área marina los arrecifes serán acarreados por una embarcación de mediano tamaño desde alguno de estos muelles mencionados. De ese sitio se utilizan bolsas de aire para levantarlos y colocados en el sitio de anclaje o destino final mediante una maniobra con aparejo de poleas que las coloca en sitio.



Figura II_ 27. Transportación de arrecifes.

II.2.4.4.5 Hundimiento

Los arrecifes artificiales serán hundidos en las áreas previamente determinadas para el proyecto, sobre superficies solamente de arenales. Se utilizarán flotadores inflables con ayuda de buzos se realizarán las maniobras finas para el descenso y colocación de cada estructura en el sitio elegido para su fijación definitiva (**Figura II_ 28**). Se colocará una malla de geotextil con flotador continuo para el control la dispersión de finos durante los trabajos.



Figura II_ 28. Arrecifes de capas.

II.2.4.4.6 Fijación al sustrato marino

Cada estructura pesa aproximadamente de dos a tres toneladas, por lo que el propio peso contribuirá en gran medida a mantenerlas en el mismo sitio sin desplazarse. A fin de proporcionar mayor estabilidad y como medida de seguridad, cada pieza será fijada al sustrato marino mediante anclas empotradas en el fondo. Esto asegurará que permanezcan en su sitio aun cuando las corrientes pudiesen llegar a ser ocasionalmente fuertes.

Las anclas de fijación de arrecifes consisten en tubos de PVC de 3 pulgadas de diámetro rellenos con concreto, que se introducen por orificios previstos en cada elemento. Estas anclas tubulares penetran el sustrato del fondo hasta una profundidad de 50 o más centímetros mediante un procedimiento de chifoneo de agua a presión si se trata de fondo arenoso. Cada elemento llevará al menos 4 anclas (**Figura II_ 29**).



Figura II_ 29. Detalle de patas para fijación de arrecifes de capas.

II.2.4.4.7 Boyado de seguridad

El polígono que abarca los arrecifes para esnorqueléo será limitado con boyas de seguridad, tanto para prevenir a personas, como a embarcaciones. Se colocarán además banderines para aumentar la visibilidad de estos señalamientos.

Una vez terminados los trabajos se generarán avisos a las autoridades correspondientes a fin de incluir estas áreas en la señalización para el tráfico de embarcaciones.

II.2.4.4.8 Monitoreo

Se mantendrá un monitoreo sobre el funcionamiento de estas zonas para esnorqueleo, para constatar el establecimiento de peces y otros organismos.

La técnica de construcción y colocación en el mar de estos elementos será similar a lo empleado en proyectos en Quintana Roo, por ejemplo, el Museo Submarino MUSA Cancún y en los diversos arrecifes conocidos comercialmente como Reef Ball, existentes en distintos sitios del Caribe Mexicano (**Figura II_ 30**).



Figura II_ 30. Diseño de arrecifes artificiales para otros proyectos.

II.2.5. Requerimientos de personal, insumos y materiales en las etapas de preparación del sitio y construcción.

Para la ejecución de la obra proyectada se estima la contratación de 27 personas como se desglosa en **Tabla II_ 4**.

Tabla II_ 4. Personas necesarias para la construcción del proyecto en cada etapa

Perfil	Tipo de contrato	Puesto personal	Número de personal
Ingeniero Civil	Temporal	Supervisor	2
Topógrafo	Temporal	Topografía	4
Carpintero	Temporal	Carpintero	5
Obrero	Temporal	Ayudantes	16

Los insumos serán adquiridos en comercios locales. Los recursos naturales renovables serán adquiridos en establecimientos que cuenten con los permisos establecidos para su explotación, ubicados en la región de Isla mujeres o en la ciudad de Cancún como se desglosa en la **Tabla II_ 5**.

Tabla II_ 5. Insumos adquiridos para la construcción del proyecto.

Recurso natural renovable	Recurso natural no renovable	Recurso natural transformado	Volumen, peso o cantidad	Lugar de obtención	Modo de empleo
Madera dura			18,818 pies tablón	Proveedor autorizado	Estructura
Zacate			1,500 rollos	Proveedor autorizado ante SEMARNAT	Techumbre de gazebo, palapa y caseta
		Tornillería inoxidable	1 lote	Comercio local	Estructura

II.2.6. Etapa de operación y mantenimiento

Durante la etapa de operación se llevarán a cabo las siguientes acciones:

1. Proporcionar servicios náuticos, incluyendo el atraque de embarcaciones en el muelle y la realización de las actividades acuáticas turísticas. Las características de las embarcaciones que podrán hacer uso del muelle se indican en la **Tabla II_ 6**.
2. Mantener las instalaciones y estructuras colocadas en óptimas condiciones.

Tabla II_ 6. Características de las embarcaciones que podrán hacer uso del muelle.

Tipo de embarcación	Calado (m)	Manga (m)	Eslora (m)	Puntal (m)		Desplazamiento (Ton métricas)
Pesca deportiva	1.2	3.85 a 4.	12	1.3 a 1.67		24
Pesca deportiva	0.9	3.00 a 3.6	9.1 a 12	1.0 a 1.15		8 a 12
Buceo deportivo	0.65	2.91	9.4	0.75 a 0.85		4
Catamarán turístico	1.6	6.00 a 10.	12	1.3 a 1.50		40

No se realizarán acciones de mantenimiento a embarcaciones.

Como parte de las actividades de mantenimiento del proyecto, se realizarán las siguientes acciones:

1. Permanentemente se revisará la integridad y el desempeño de las estructuras. Si es observada alguna falla se programará su reparación dentro de un plazo razonablemente corto a fin de evitar anomalías mayores.
2. Se colocarán señalamientos prohibiendo el nado debajo del muelle o en sus alrededores, así como usarlo para clavados. Lo anterior con el fin de evitar accidentes ocasionados por las embarcaciones a nadadores, golpes con el fondo marino o golpes contra la estructura por efecto del oleaje. También se marcará con boyas el límite de la zona de nado para evitar que nadadores entren en el área de maniobras de embarcaciones.
3. Se prohibirá estrictamente el llenado de tanques y la carga de combustible dentro del área marina de influencia del muelle rústico. Esto, con el fin de evitar el derrame de hidrocarburos y la posible contaminación del agua marina. Tampoco se permitirá el cambio de aceite ni lubricantes de transmisión de maquinaria, así como la reparación de las mismas dentro del área y zona adyacentes al muelle. Se vigilará que los recipientes de combustible de las embarcaciones que utilicen el muelle sean de probada resistencia a procesos erosivos y rupturas, los cuales deberán estar contruidos a base de aluminio, fibra de vidrio con espesores mínimos de 6 mm o plástico duro.

II.2.7. Descripción de obras asociadas al proyecto

No se prevé ningún tipo de obra adicional o asociada a las ya indicadas.

II.2.8. Etapa de abandono del sitio

En ninguna de las etapas se considera el abandono del proyecto, sin embargo, en caso de tener interés en el abandono del proyecto se avisará a la Secretaría con anticipación para la presentación de un programa de abandono para el retiro de las obras sin ocasionar algún tipo de daño o deterioro de los recursos naturales.

El sitio será sujeto a mantenimiento periódico y rehabilitación, de tal manera que la calidad del proyecto, así como las mejoras logradas en el sitio permanezcan el tiempo autorizado.

II.2.9. Utilización de explosivos

Para la construcción y operación del proyecto que se somete a consideración de esta autoridad no se pretende la utilización de ningún tipo de explosivos.

II.2.10. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Para cada etapa del proyecto se describen los tipos de residuos a generar y sus características, forma y/o lugar de disposición, así como la infraestructura y formas de recolección, manejo y disposición final.

II.2.10.1. Etapa de construcción del proyecto

SÓLIDOS: Se generarán de manera mínima residuos de restos derivados de la instalación del muelle. Estos son correspondientes a sobrantes de las actividades de obra, tales como restos de madera, tornillería y restos de alimentos de los trabajadores que serán orgánicos, inorgánicos y de tipo doméstico consistentes en empaques, recipientes y restos de contenedores desechables. Lo anterior se atribuye a las características de la obra y se espera un desperdicio del 1 % del total de los materiales utilizados. Esto es debido a que la gran mayoría del material será llevado al sitio cortado conforme a diseño y solamente se harán pequeños ajustes, por lo que no se realizarán preparación de material en el sitio, sino únicamente el armado.

Estos residuos serán acopiados en contenedores con tapa. La disposición final de todos estos residuos sólidos será de acuerdo a lo indicado por la autoridad municipal competente. En el sitio tierra adentro se colocarán tambos diferenciados para acopiar estos desechos y facilitar su reciclaje.

LÍQUIDOS: Se generarán aguas residuales durante la etapa de preparación de sitio y construcción, mismas que serán contenidas en la unidad sanitaria portátil que provee la construcción del hotel en el predio adyacente propiedad del promovente del proyecto.

Éstas recibirán el mantenimiento y aseo correspondiente periódico que será proporcionado por la empresa especializada en este rubro.

EMISIONES A LA ATMÓSFERA: Los niveles de ruido generados por el equipo de hincado de pilotes serán temporales, y no rebasarán los límites máximos establecidos en norma, y ocurrirán en horas laborables. Se generarán emisiones a la atmósfera producto de la combustión interna de los motores de la maquinaria y equipo. Estas emisiones ocurrirán durante la etapa de construcción. Se espera, dadas las condiciones locales de viento y calidad del aire, una rápida dispersión atmosférica de éstas.

RESIDUOS PELIGROSOS: La motobomba para el pilotaje, requiere el uso de combustible como gasolina, los contenedores de este insumo se colocarán en un recipiente especialmente rotulado con bolsa tapa y lona en previsión de posibles derrames accidentales. Estos residuos serán manejados de acuerdo con el programa de manejo de residuos propuesto para el proyecto, y almacenados al interior del lote colindante en proceso de desarrollo, mismo que cuenta con un área específica su almacenaje, previo a su retiro y disposición final por parte de una empresa autorizada.

II.2.10.2. Etapa de operación del proyecto

SÓLIDOS: Se generarán restos formados por envases, empaques, restos de alimentos y plásticos. Estos serán acopiados en un contenedor de residuos sólidos en el arranque del muelle.

LÍQUIDOS: no se espera la generación de este tipo de residuos, por la naturaleza del proyecto. Se prohibirá el mantenimiento de las embarcaciones, y el achicamiento de sentinas, a fin de evitar que se genere este tipo de residuos.

GASES: Las emisiones a la atmósfera que generará el proyecto ocurrirán en su etapa operativa, y tendrán su origen en el funcionamiento de los motores de las embarcaciones de calado menor, durante su arribo a la zona de atraque.

Por lo general las emisiones de una sola unidad, por el uso de dichos motores, son muy bajas comparadas con las emisiones de una chimenea industrial. Así mismo, debido a la cantidad de embarcaciones que atracarán en el muelle, no se considera como una fuente significativa de emisiones a la atmósfera.

Las embarcaciones propulsadas por motores de combustión interna, producirán en general, dos tipos de emisiones de gases contaminantes: a) emisiones evaporativas y b) emisiones por el escape.

1) Emisiones evaporativas

Las emisiones causadas por la evaporación de combustibles pueden ocurrir cuando el vehículo está estacionado y también cuando está en navegación. Su magnitud depende de las características del vehículo, factores geográficos y meteorológicos, como la corrientes y la temperatura ambiente y, principalmente, de la presión de vapor del combustible. La variedad de procesos por los que se presentan emisiones evaporativas en los motores incluye:

- Emisiones diurnas: Son generadas en el sistema de combustible del motor debido a los cambios de temperatura a través de las 24 horas del día.
- Emisiones de la embarcación recién apagada con el motor caliente: Se presentan una vez que se apaga el motor, debido a la volatilización del combustible por su calor residual.
- Emisiones evaporativas en circulación: Se presentan cuando el motor está en operación normal.
- Emisiones evaporativas de la embarcación en reposo con el motor frío: Ocurren principalmente debido a la permeabilidad de los componentes del sistema de combustible.
- Emisiones evaporativas durante el proceso de recarga de combustible: Consiste en fugas de vapores del tanque de combustible durante el proceso de recarga.

2) Emisiones por el escape

Las emisiones por el escape son producto de la quema del combustible (sea éste gasolina, diesel u otros como gas licuado o biocombustibles) y comprenden a una serie de contaminantes tales como: el monóxido y bióxido de carbono, los hidrocarburos, los óxidos de nitrógeno y las partículas. Además, ciertos contaminantes presentes en el combustible como el azufre y, hasta hace algunos años el plomo, se liberan al ambiente a través del proceso de combustión. Las emisiones por el escape dependen de las características del vehículo, su tecnología y su sistema de control de emisiones. Los vehículos más pesados o más potentes tienden a generar mayores emisiones por kilómetro recorrido. Las normas que regulan la construcción de vehículos determinan tanto su tecnología así como la presencia o ausencia de equipos de control de emisiones, como los convertidores catalíticos. El estado de mantenimiento del vehículo y los factores operativos, la velocidad de circulación, la frecuencia e intensidad de las aceleraciones y las características del combustible (como su contenido de azufre) juegan un papel determinante en las emisiones por el escape.

3) Contaminantes emitidos por las embarcaciones

La gasolina y el diesel son mezclas, principalmente, de hidrocarburos, compuestos que contienen átomos de hidrógeno y carbono. Si la combustión en un motor fuera perfecta, el oxígeno en el aire convertiría todo el hidrógeno del combustible en agua y todo el carbono en dióxido de carbono. Por esta razón los motores de las embarcaciones emiten

varios tipos de contaminantes. En la **Tabla II_ 7** se muestran algunos de los contaminantes que son emitidos por estas fuentes.

Tabla II_ 7. Contaminantes emitidos por las embarcaciones.

Tipo de emisión	Contaminantes emitidos
Por el escape	Hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno partículas, bióxido de carbono, bióxido de azufre, plomo (sólo en el caso de gasolinas con plomo), amoníaco y metano.
Evaporativas	Hidrocarburos

II.2.11. Infraestructura adecuada para el manejo y disposición adecuada de los residuos

Todos los días se realizarán labores de limpieza en las inmediaciones del muelle con la finalidad de mantenerlo en óptimas condiciones de higiene. Se consumirán alimentos y bebidas, y se realizarán trabajos de mantenimiento en determinados períodos o cuando así se requiera. De manera general, en las distintas etapas constructivas y de operación del proyecto, se producirán residuos sólidos urbanos. De esta forma, para tener un adecuado manejo de dichos residuos, se instalarán contenedores de basura para cada tipo de residuos que se generen (latas, papel, vidrio, residuos orgánicos, etc.). Estos estarán ubicados estratégicamente con la finalidad de que los trabajadores de la obra (durante la preparación del sitio y construcción) y los usuarios del muelle (operación), puedan ocuparlos promoviendo así la separación de la basura, para un posible reciclaje de la misma.

La basura quedará contenida en bolsas colocadas al interior de cada contenedor para facilitar su manejo. Estos contenedores tendrán la característica de ser herméticos al cerrarse para evitar la proliferación de fauna nociva (**Figura II_ 31**).

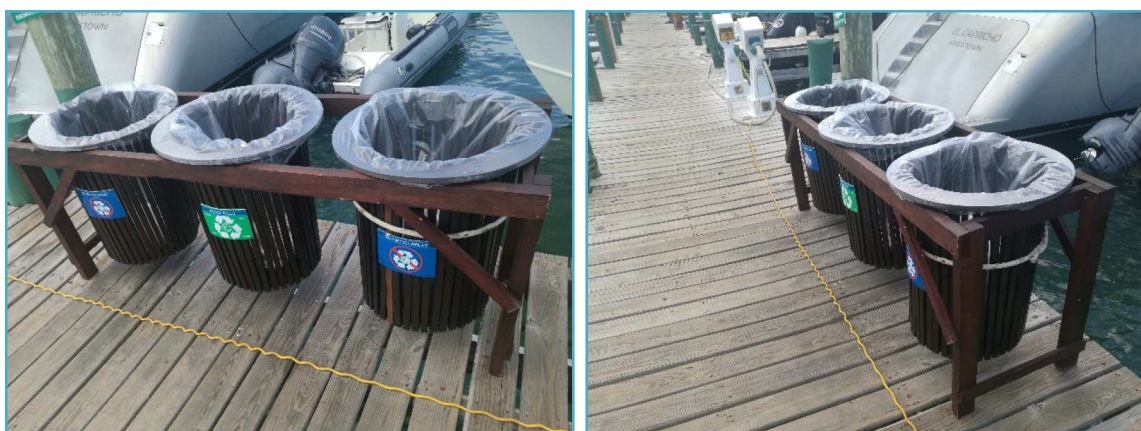


Figura II_ 31. Ejemplo de contenedores con los que se contará en la etapa de operación del proyecto.

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO

III.1. Leyes y Ordenamientos

III.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental

Esta Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico y a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable, así como, el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles con la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), establece en su Artículo 28 que la evaluación del impacto ambiental, es el procedimiento a través del cual la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente, preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.

Para ello, en los casos que determine el **Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental (REIA)**, quienes pretendan llevar a cabo obras hidráulicas, tales como muelles o arrecifes artificiales, o cualquier tipo de obra civil en litorales o zonas federal (Artículo 5, Incisos A, Fracción III, Q y R del **REIA**), requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT.

De acuerdo con el Artículo 30 de la **LGEEPA** se requiere presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual se consideró en la modalidad particular porque las obras proyectadas no encajan en alguno de los supuestos que establece el artículo 11 del **REIA**, fracciones I a IV; y que 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.

Atendiendo a estas disposiciones, el presente manifiesto de modalidad particular, describe los procesos y componentes de los ecosistemas que pudieran ser afectados – Capítulos II y IV-, los cuales fueron considerados en conjunto. Además, con base en el análisis de impacto ambiental –Capítulo V-, se establecen las medidas preventivas y de mitigación con las que se evitarán o reducirán al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente –Capítulo VI-, cumpliendo cabalmente con los requisitos de contenido que establece la **LGEEPA**.

Los resultados que aquí se expresan se obtuvieron, de acuerdo a nuestro leal saber y entender, a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país en el ámbito de la consultoría ambiental, y del uso de la mayor información disponible. Las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales que potencialmente podrían presentarse.

Continuando con la vinculación con la legislación, el Artículo 35 de la **LGEEPA**, párrafos segundo y tercero, señala que “para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la SEMARNAT se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la SEMARNAT deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación.”

Con relación a la vinculación del proyecto con la **LGEEPA**, respecto a la naturaleza del proyecto y la ubicación el mismo, la construcción y operación de un muelle, corresponde a una obra hidráulica. Así mismo tanto el muelle como los arrecifes artificiales asociados al proyecto, corresponden a obras del sector turístico dentro de Ecosistemas Costeros, además de que el arranque del proyecto parte de la playa fuera de la concesión de ZOFEMAT N° DGZF 171/17, cuyo título está a favor de la promovente; por lo antes indicado, se encuentra dentro de los supuestos del artículo 28, fracciones I, IX y X, las cuales requieren previamente de autorización en materia de Impacto Ambiental, motivo por el cual se ingresa a evaluación la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular (**MIA-P**). Cabe aclarar que el desarrollo del proyecto en razón de su localización no ocasionará el cambio de uso de suelo de terrenos forestales ni se localiza inmerso en alguna área natural protegida de competencia de la Nación.

III.1.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Respecto al presente Reglamento es preciso señalar que se vincula con el proyecto específicamente con el artículo 5, el cual describe las obras y actividades que requiere de obtener la autorización en materia de Impacto Ambiental, específicamente el proyecto encuadra en los supuestos previstos en los incisos A fracción III, Q y R.

Finalmente, es relevante considerar lo señalado en el Capítulo VII del **REIA** que establece en su Artículo 44 que la SEMARNAT, al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental deberá considerar:

- a) Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación.
- b) La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, y
- c) En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.”

III.1.3. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

La Ley General para la prevención y gestión integral de los residuos (**LGPGIR**), es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos en el territorio nacional.

Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado 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 de competencia federal; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

Durante la construcción y operación de la obra proyectada, no se generarán volúmenes significativos de residuos sólidos urbanos o de manejo especial de competencia federal,

aunado a lo anterior no se anticipa la generación de residuos peligrosos durante la operación del muelle rústico, ya que las embarcaciones sólo harán uso del muelle para embarque y desembarque de pasajeros y no se realizarán acciones de reparación o mantenimiento de las mismas, para lo cual las embarcaciones se trasladarán a marinas secas o específicas para dichos servicios.

De acuerdo al tipo y cantidad de residuos que se estima se generarán en la etapa de operación del muelle y conforme a la legislación aplicable en el Estado de Quintana Roo, corresponde a la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente (**SEMA**) del Estado de Quintana Roo el control de los residuos de manejo especial que se generarán y que se estiman en 187.2 Kg/día como máximo, suponiendo una operación a tope del muelle.

De acuerdo con este marco regulatorio, ALSTERAN S. A. de C. V., es considerada un “gran generador” y deberá contar con un plan de manejo de residuos de manejo especial autorizado por la **SEMA**.

III.1.4. Ley General de Bienes Nacionales

La Ley General de Bienes Nacionales es de orden público e interés general y tiene por objeto establecer, entre otros, los bienes que constituyen el patrimonio de la Nación, así como las normas para la adquisición, titulación, administración, control, vigilancia y enajenación de los inmuebles federales, incluida la Zona Federal Marítimo Terrestre.

De acuerdo con la Ley corresponde a la Secretaría de la Función Pública emitir el acuerdo administrativo de destino de inmuebles federales, con excepción de las áreas de la Zona Federal Marítimo Terrestre y de los Terrenos Ganados al Mar, en cuyo caso la emisión del acuerdo respectivo corresponderá a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). En todo caso, los usos que se den a los inmuebles federales y de las entidades, deberán ser compatibles con los previstos en las disposiciones en materia de desarrollo urbano de la localidad en que se ubiquen, así como con el valor artístico o histórico que en su caso posean.

Según esta Ley el mar territorial las playas marítimas y la Zona Federal Marítimo Terrestre son bienes nacionales de uso común, cuyo aprovechamiento requiere concesión, autorización o permiso otorgados con las condiciones y requisitos que establezcan las leyes. Sin embargo, las concesiones, permisos y autorizaciones sobre estos bienes no crean derechos reales; otorgan simplemente frente a la administración y sin perjuicio de terceros, el derecho a realizar los usos, aprovechamientos o explotaciones, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes y el título de la concesión, el permiso o la autorización correspondiente.

En este sentido, en virtud de que el arranque del proyecto partirá de la playa y no se localizarán obras del mismo en la Zona Federal Marítimo Terrestre, no se precisará

tramitar la modificación a las bases de la concesión N° DGZF/ 171-17 a favor de la promovente y se tramitará la concesión para la construcción y operación correspondiente como Marina de uso turístico, situación que será atendida ante la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) oportunamente.

III.1.5. Ley de Puertos

La Ley de puertos es de orden público y de observancia en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular los puertos, terminales, marinas e instalaciones portuarias, su construcción, uso, aprovechamiento, explotación, operación y formas de administración, así como la prestación de los servicios portuarios.

De acuerdo con esta ley, el muelle rústico proyectado corresponde a una marina de uso turístico, entendida como el conjunto de instalaciones portuarias y sus zonas de agua o tierra, destinadas a la organización especializada en la prestación de servicios a embarcaciones de recreo o deportiva. Así mismo, se trata de una instalación, por su tipo de navegación, de cabotaje puesto que sólo atenderá embarcaciones, personas y bienes en navegación entre puertos o puntos nacionales; y por sus instalaciones y servicios, en turística ya que se dedicará preponderantemente, a la actividad de actividades turísticos y marinas; y por su uso, de tipo particular, pues el titular las destinará para sus propios fines, y a los de terceros mediante contrato.

Para la construcción, operación de las instalaciones proyectadas, así como para prestar servicios portuarios se tramitará de manera independiente al trámite ingresado ante la **SEMARNAT**, la concesión o permiso que otorgue la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

III.1.6. Ley de Navegación y Comercio Marítimos

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

De acuerdo con esta ley la navegación que tendrá lugar en el muelle proyectado es de cabotaje, ya que ésta se dará por mar entre puertos o puntos situados en zonas marinas mexicanas y litorales mexicanos y las embarcaciones que en él operen deberán contar con el permiso correspondiente para prestar servicios de Turismo náutico –con embarcaciones menores de recreo y deportivas mexicanas o extranjeras.

En relación con la prevención y control de la contaminación marina es importante destacar el Artículo 76 de la Ley que señala que, “De conformidad con lo que establecen

los tratados internacionales, se prohíbe derramar hidrocarburos persistentes que se transporten como carga, o que se lleven en los tanques de consumo de las embarcaciones. Asimismo, se prohíbe descargar, derramar, arrojar o cualquier acto equivalente, lastre, escombros, basura, aguas residuales, así como cualquier elemento en cualquier estado de la materia o energía que cause o pueda causar un daño a la vida, ecosistemas y recursos marinos, a la salud humana o a la utilización legítima de las vías navegables y al altamar que rodea a las zonas marinas mexicanas identificadas en la Ley federal del mar.

La responsabilidad civil por daños derivados de la contaminación marina procedente de embarcaciones, artefactos navales e industrias costeras se registrará por los tratados internacionales, por el capítulo respectivo de esta Ley, así como por la legislación aplicable en cada especie de contaminación marina.

A las sanciones administrativas derivadas de las infracciones a lo señalado en este capítulo, se sumará la obligación de reparación del daño, consistente en la limpieza y restauración efectiva de las áreas contaminadas. Esta disposición no prejuzga sobre la responsabilidad penal en que incurran los sujetos contaminantes, ni los servidores públicos que por cualquier modo autoricen o consientan el acto o la omisión resultante en la contaminación.”

Durante la operación del muelle se realizarán inspecciones para garantizar su buen funcionamiento, ya que el proyecto sólo contará con servicios de recolección de residuos sólidos, y servicio de agua potable por medio de una manguera flexible conectada a una red de servicio ubicada en el hotel contiguo. No habrá servicios de llenado de tanque, reparación de embarcaciones ni recolección de aguas residuales. En caso de haber afectaciones al ambiente provocadas por el derrame accidental de algún hidrocarburo, aceite lubricante para motor o transmisión, o algún residuo sólido, se harán las acciones correspondientes para el saneamiento del medio marino.

III.1.7. Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítima terrestre y terrenos ganados al mar

El Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto proveer en la esfera administrativa, el cumplimiento de las leyes General de bienes nacionales, de Navegación y comercio marítimos y de Vías generales de comunicación, en lo que se refiere al uso, aprovechamiento, control, administración, inspección y vigilancia de las playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas y de los bienes que formen parte de los recintos portuarios que estén destinados para instalaciones y obras marítimo portuarias.

De acuerdo con este Reglamento para el debido aprovechamiento, uso, explotación, administración y vigilancia de la Zona Federal Marítimo Terrestre y los Terrenos Ganados al Mar, se considerarán sus características y uso turístico, industrial, agrícola o acuícola, en congruencia con los programas maestros de control y aprovechamiento de tales bienes, cuya elaboración estará a cargo de la SEMARNAT.

Así mismo, las playas y la Zona Federal Marítimo Terrestre, podrán disfrutarse y gozarse por toda persona sin más limitaciones y restricciones que las impuestas por la SEMARNAT en relación a las áreas, horarios y condiciones en que se utilizarán vehículos, o llevarse a cabo actividades que pongan en peligro la integridad física de los usuarios de las playas, de conformidad con los programas maestros de control; la construcción e instalación de elementos y obras que impidan el libre tránsito por dichos bienes con excepción de aquéllas que apruebe la SEMARNAT atendiendo las normas de desarrollo urbano, arquitectónicas y las previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y la realización de actos o hechos que contaminen las áreas públicas.

En este sentido, las obras y actividades proyectadas en la zona marina no darán lugar a situaciones que pongan en peligro la integridad física de los usuarios de las playas, ni impedirán el libre tránsito por la Zona Federal Marítimo Terrestre, ni generarán contaminación que pudiera afectar las áreas públicas o la vida silvestre que hace uso de la playa y el mar.

Por otro lado, tal como lo señala el artículo 55 de este Reglamento, compete a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 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.

Para construir obras o para ocupar las zonas a que se refiere el párrafo anterior deberá integrarse una solicitud a la Secretaría en los términos del artículo 56 del Reglamento. No obstante, se requiere que de manera previa las obras proyectadas estén autorizadas en materia de impacto ambiental.

III.2. Normas Oficiales Mexicanas

III.2.1. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

La Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 establece el listado de especies nativas de México de flora y fauna silvestres, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Es de observancia obligatoria

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 en el territorio nacional, establecidas por esta Norma. Dado que el promovente no pretende promover inclusión, exclusión o cambio de especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, esta Norma no es aplicable al proyecto en este sentido. Sin embargo, es un referente para la aplicabilidad de algunos artículos de la Ley General del Equilibrio y la Protección al Ambiente así como de la Ley General de Vida Silvestre.

Al comparar el listado de especies registrado para la zona marina de interés (Capítulo IV) con el listado de la Norma, se encontró que el área del proyecto tiene la capacidad para ser hábitat de la tortuga marina blanca o verde (*Chelonia mydas*), especie listada bajo la categoría de peligro de extinción. Sin embargo no hay reporte de presencia de nidos en el área de playa adyacente al proyecto. En el Capítulo VI del presente estudio, se proponen medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales a efecto de permitir la integración del proyecto al medio en el cual se inserta, respetando sus recursos naturales y hábitat de los mismos, permitiendo la continuidad de los mismos y previniendo que el proyecto en todas y cada una de sus etapas, genere impactos ambientales negativos sobre dichos quelonios marinos o su hábitat y se integre al mismo, respetando los hábitos y hábitat de dicha especie.

III.2.2. Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003

La Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003 establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar y señala en su Apartado 3.36, que los humedales costeros son *“ecosistemas costeros de transición entre aguas continentales y marinas, cuya vegetación se caracteriza por ser halófito e hidrófito, estacional o permanente, y que dependen de la circulación continua del agua salobre y marina. Asimismo, se incluyen las regiones marinas de no más de 6 m de profundidad en relación al nivel medio de la marea más baja.”*.

De acuerdo con el Apartado 1.1 *“esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer las especificaciones que regulen el aprovechamiento sustentable en humedales costeros para prevenir su deterioro, fomentando su conservación y, en su caso, su restauración.”*, especificando en su Apartado 1.2 que *“para efectos de esta Norma se entiende por humedal costero las unidades hidrológicas integrales que contengan comunidades vegetales de manglares.”*, y en su Apartado 1.3 que *“las disposiciones de la presente Norma Oficial Mexicana son de observancia obligatoria para los responsables de la realización de obras o actividades que se pretendan ubicar en humedales costeros o que por sus características, puedan influir negativamente en éstos.”*

La unidad hidrológica, según el Apartado 3.69 de la Norma *“está constituida por: el cuerpo lagunar costero y/o estuarino, y la comunidad vegetal asociada a él (manglares, marismas y pantanos), las unidades ambientales terrestres circundantes, la o las bocas que pueden ser*

permanentes o estacionales, la barrera y playa, los aportes externos (ríos, arroyos permanentes o temporales, aportes del manto freático) y la zona de influencia de la marea, oleaje y corriente litoral.”

En este contexto, la zona marina que pretende aprovecharse para la construcción y operación del muelle rústico no forma parte de un humedal costero ya que no forma parte de una zona de transición entre aguas continentales y marinas como señala el apartado 3.36 de la Norma, sino que se localiza en una zona francamente marina, carente de evidencias que sugieran una comunicación subterránea. Adicionalmente, está fuera de la unidad hidrológica más próxima que contiene comunidades vegetales de manglar, que es el Sistema Lagunar Chacmochuch, al respecto con apoyo del mapa de distribución de manglares elaborado por CONABIO¹ se determinó a una distancia de al menos 533 metros hacia el sureste entre la vegetación de manglar con respecto al inicio del arranque de muelle en la zona de playa, adicionalmente y considerando los componentes del SA del proyecto, se tiene que la carretera Punta Sam-Isla Blanca, que por sus características y dimensiones; esto es, se trata de una vialidad de doble vía, cada uno con tres carriles, la cual representa una barrera física importante real ubicada aproximadamente a 500 m del arranque del proyecto, que representa una barrera física del área de influencia del proyecto hacia la zona de humedales con vegetación de manglar (**Figura III_1**).

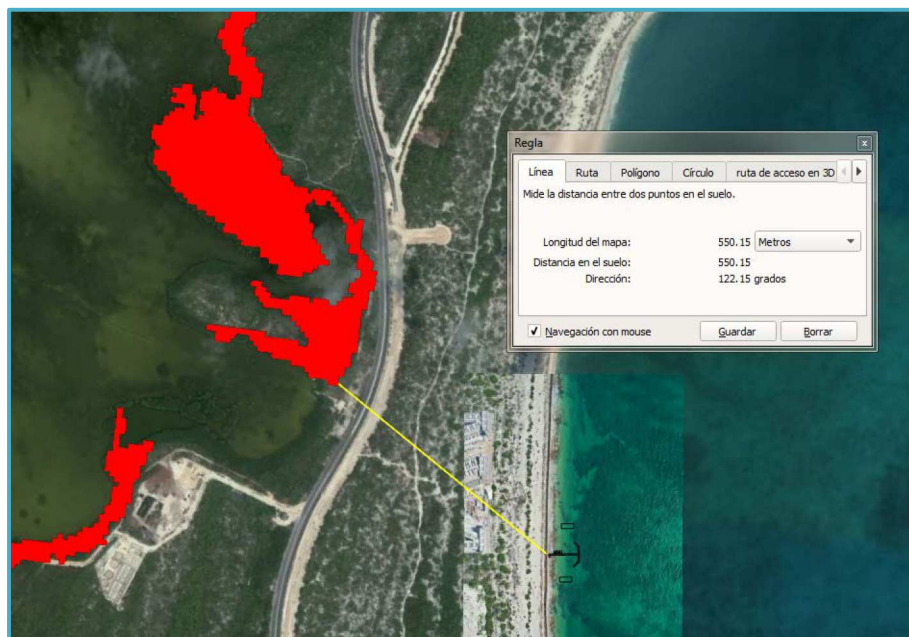


Figura III_1. Ubicación del proyecto con relación a los polígonos de manglar de la Laguna Chacmochuch determinados por CONABIO.

¹ CONABIO, (29/02/2016). 'Distribución de los manglares de México en 2015.', escala: 1:50000. edición: 1. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Sistema de Monitoreo de los Manglares de México (SMMM). Ciudad de México, México. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

III.3. Análisis de los instrumentos de planeación

Para el presente apartado se realizará la vinculación del proyecto con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables, de acuerdo a lo que dispone el artículo 13 fracción III del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

Una vez mencionado lo anterior, los instrumentos de planeación y ordenamientos Jurídicos que se analizaron son los siguientes:

- Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.
- Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Isla Mujeres.
- Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península de Chacmucuc.

III.3.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, es el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el usos del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente, 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.

De acuerdo a la ubicación del proyecto, tomando en consideración dicho instrumento, se encuentra ubicado dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 174 denominada Zona Marina de Competencia Federal (**Figura III_2**).

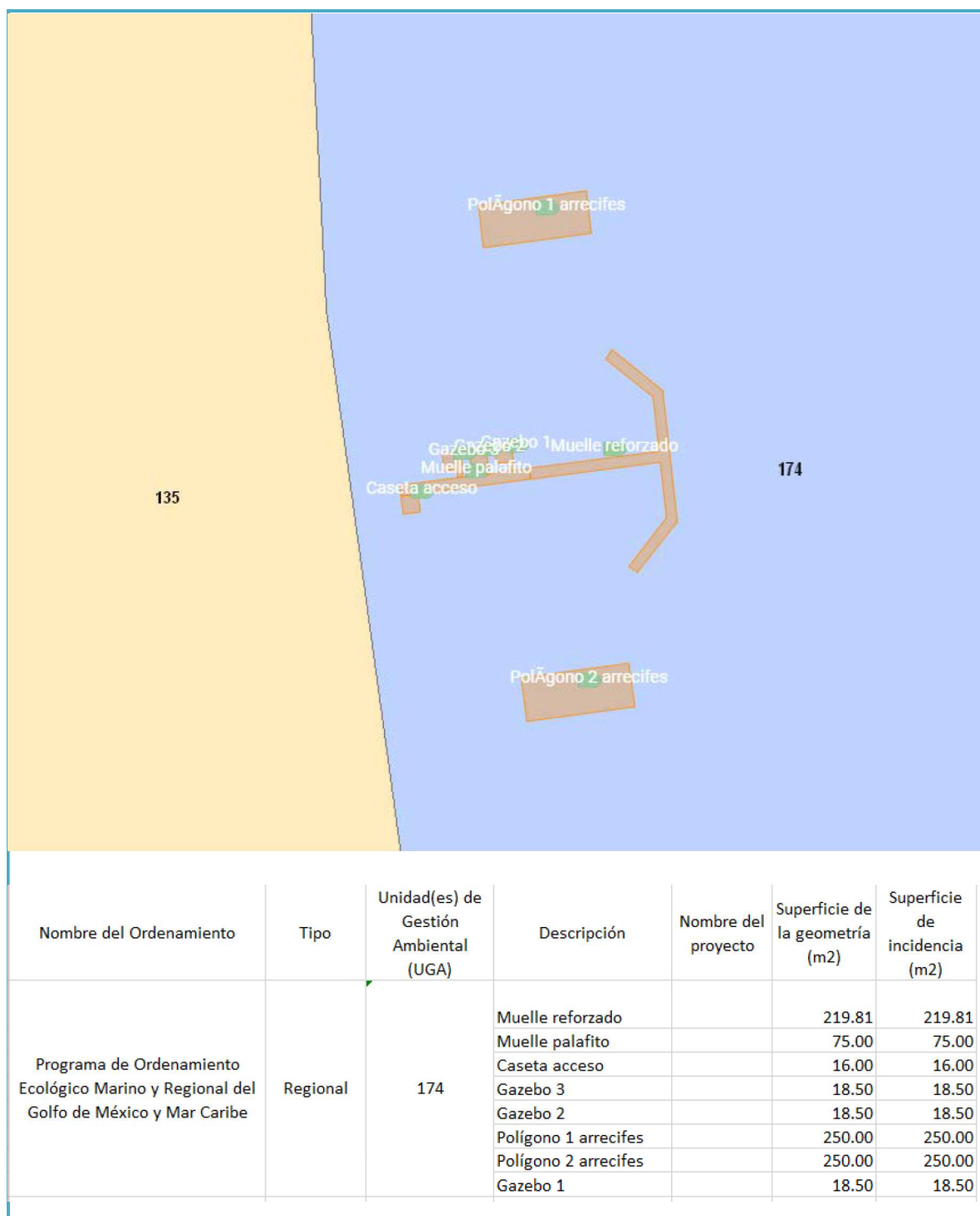


Figura III_2. Localización del proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino Regional del Golfo de México y Mar Caribe. Fuente SIGEIA SEMARNAT

A la Unidad de Gestión Ambiental # 174 le aplican las acciones y criterios generales descritos en el anexo 4 además de las siguientes acciones y criterios para la misma (Figura III_3).

Unidad de Gestión Ambiental #174

Tipo de UGA	Marina	Mapa
Nombre:	Zona Marina de Competencia Federal	
Municipio:		
Estado:		
Población:	19 Habitantes	
Superficie:	51,122.767 Ha.	
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe	
Islas:	Presentes: Aplicar criterios para Islas	
Puerto Turístico		
Puerto Comercial		
Puerto Pesquero		
Nota:		

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	APLICA	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	NA	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

Figura III_3. Acciones aplicables a la UGA 174.

A efecto de vincular el proyecto con lo señalado en cada una de las acciones tanto generales como las específicas aplicables, a continuación se describe lo señalado en cada uno de los criterios del Anexo 4 y se refiere cómo es que el proyecto cumple a lo indicado en cada uno de ellos (**Tabla III_1**):

Tabla III_1. Vinculación de las actividades del proyecto con las acciones generales del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LOS CRITERIOS ECOLÓGICOS
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	El proyecto no contempla en alguna de sus etapas el uso de agua o de instalaciones hidráulicas, sin embargo en el muelle se colocarán trípticos sobre la conservación del área marina, con la intención de concientizar al turista sobre la prevención a la contaminación de la zona marina.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	No se pretende la afectación de recursos forestales que presten servicios ambientales hídricos, por lo que no resulta vinculante esta acción.
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	Dada la naturaleza del proyecto, y considerando que no se pretende realizar acciones extractivas de vida silvestre, ni su manejo así como tampoco la creación de alguna UMA, se tiene que la acción que se analiza no es vinculante para el proyecto.
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	Esta acción no le aplica al proyecto ya que sus alcances no incluyen las actividades de extracción de flora o fauna silvestre; sin embargo a efecto de contribuir con la conservación de los recursos Naturales dentro del proyecto, se contará con trípticos dentro de los cuales se señalar la importancia del respecto y la conservación de la flora y la fauna, aunado a colocar letreros alusivos a la prohibición de extraer flora o fauna silvestre o acuática.
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	El proyecto no se relaciona con la agricultura o manejo de flora nativa, por lo que no es aplicable el establecimiento de bancos de germoplasma
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	Se generarán muy bajas emisiones a la atmósfera en las etapas de preparación

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LOS CRITERIOS ECOLÓGICOS
		del sitio y construcción del proyecto debido a la utilización de motobombas, maquinaria y transporte, los cuales utilizan motores de combustión interna para su funcionamiento, por lo que el proyecto se ajustara a las disposiciones aplicables, así como a las Normas Oficiales Mexicanas. Cabe señalar que dicha maquinaria se encontrará en buen estado y en su mayoría será nueva, con la intención de minimizar la emisión de los gases a la atmósfera, a efecto de dar cumplimiento a lo indicado en la presente acción. En el capítulo 6 de este estudio, se proponen las medidas para reducir la emisión de gases de efecto invernadero, por lo que se sugiere remitirse a ese apartado.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono	Estos programas son de competencia de las autoridades, Federales, Estadales y Municipales y no son de cumplimiento para la promovente.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	En todas las etapas del proyecto del proyecto, no se prevé el uso de organismos genéticamente modificados, por lo que este criterio no es vinculante al proyecto.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	El proyecto no corresponde a una obra de comunicaciones terrestre por lo que la presente acción no resulta vinculante para el proyecto.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	Las campañas a la que refiere el presente criterio, son de observancia para las autoridades, adicionalmente la naturaleza y alcance del proyecto, no corresponde a actividades agropecuarias, por lo que el presente criterio es vinculante para con el proyecto.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	En el Capítulo VI del presente estudio, se han propuesto una serie de medidas de prevención, mitigación y compensación para contribuir a la minimización de las afectaciones a los ecosistemas costeros para dar cumplimiento a la presente acción.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LOS CRITERIOS ECOLÓGICOS
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	Dada la naturaleza y alcance del proyecto del proyecto, así como el sitio previsto para su desarrollo, el cual no corresponde a una actividad industrial, se tiene que la presente acción no es vinculante con el proyecto.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	En ninguna etapa del proyecto se considera introducir ningún tipo de flora o fauna.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	Como se indica en el capítulo IV de la MIA-P, el sitio del proyecto no presenta ríos, por lo que esta acción no resulta aplicable.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	Como se ha indicado en el capítulo IV de la MIA-P, el sitio del proyecto no presenta ríos y el alcance del proyecto no corresponde al giro industrial, por lo que esta acción no resulta aplicable.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	La orografía del sitio es plano y no presenta montañas, por lo que esta acción no es aplicable.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	El proyecto, no corresponde a actividades agrícolas, por lo que este criterio no aplica.
G018	Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables	Como se indica en el Capítulo IV, el proyecto se localiza en la zona marina y no se presenta algún cauce natural o inducido, por lo que esta acción no es aplicable.
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	La implementación de la presente será responsabilidad y facultad del Municipio y Estado quienes son los responsables de las elaboraciones de los Programas de Desarrollo Urbano, por lo que no es vinculante al proyecto.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	El sitio del proyecto no corresponde a la cercanía de algún río, ni a alguna zona inundable, por lo que este criterio no es aplicable.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	La naturaleza y alcance del proyecto no corresponde a actividades de extracción, por lo que este criterio no aplica.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	No se utilizarán tecnologías de producción, por lo que este criterio no es aplicable.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	A efecto de dar cabal cumplimiento a la acción señalada dentro de los

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LOS CRITERIOS ECOLÓGICOS
		trípticos que se repartirán a los turistas en la etapa de operación, se señalara la Prohibición de introducir cualquier tipo de flora o fauna al área de influencia del proyecto a efecto de controlar la introducción de algún tipo de plaga.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	El proyecto no contempla la deforestación de ningún tipo de vegetación y considerando su ubicación en la zona litoral, que por sus características naturales corresponden a una playa arenosa sin vegetación, la presente acción no es vinculante con el proyecto.
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	El proyecto no contempla el aprovechamiento o la utilización de alguna especie de flora o fauna con fines de producción, por lo que la presente acción no es vinculante con el proyecto.
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	Como se indicó en la caracterización ambiental, el litoral de ubicación del proyecto presenta una escasa pendiente menor a 30°, y conforme a la descripción batimétrica del arenal colindante a la pleamar, se alcanzan más de 1.5 m a escasos metros de la pleamar máxima, siendo que la profundidad del S.A. varía de 1 a 5 m, salvo en el arenal donde se registraron profundidades de hasta 6.4 m, por lo que el área de influencia directa del muelle no presenta gradientes altitudinales que pudieran ser afectados significativamente, adicionalmente y como se indica en el estudio de transporte litoral, la distribución de las obras y conformación de la parte reforzada del muelle lejos de la línea de costa, si bien permitirán aportar solidez a la estructura, no ocasionará modificación significativa de la batimetría de la zona, por lo que se atiende lo indicado en la presente acción.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	Si bien estas acciones son competencia de las autoridades federales y estatales, durante el proceso constructivo, se
G028	Promover el uso de energías renovables	

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LOS CRITERIOS ECOLÓGICOS
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	limitará el uso de combustibles fósiles a aquellos equipos que no se tenga disponibilidad en el mercado, de modelos alternativos que utilicen alguna fuente energética alternativa al combustible fósil. Por otra parte, el proyecto no requiere de energía eléctrica durante su operación, y sólo en caso de ser necesario, se utilizarán lámparas autónomas que funcionan a base de fotoceldas, es decir, energía solar (no fósil y renovable) para dar cumplimiento a lo indicado en la presente acción.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	El muelle en sí, no requiere el uso de combustibles; sin embargo, las embarcaciones que lo ocuparán funcionan a base de hidrocarburos, por lo que se aplicará un reglamento de uso del muelle a fin de establecer medidas para evitar o reducir la emisión de gases a la atmósfera, las cuales se encuentran descritas en el capítulo 6 de este estudio, por lo que se sugiere remitirse a ese apartado.
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	Este criterio es de observancia para el sector energético y no es vinculante con el proyecto.
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	El proyecto no requiere de energía eléctrica durante su operación, y sólo en caso de ser necesario, se utilizarán lámparas autónomas que funcionan a base de fotoceldas, es decir, energía solar (no fósil y renovable).
G034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	El proyecto corresponde a un muelle, para prestar servicios turísticos, por lo cual, las acciones en cita no resultan vinculantes al proyecto, ya que son acciones con relación a las edificaciones, vivienda domestica e industriales, a las cuales no corresponde la naturaleza y alcance del proyecto.
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	Estas acciones serán de observancia para las autoridades locales, estatales y federales y no resultan vinculantes para la promovente en razón de la naturaleza y alcance del proyecto.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LOS CRITERIOS ECOLÓGICOS
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	Dada la naturaleza del proyecto, esta acción no resulta vinculante. Esta acción es de observancias para las autoridades municipales y estatales, competentes para la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano y escapan del alcance y naturaleza del proyecto, por lo que no resultan vinculantes con el mismo.
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	El proyecto que se somete a evaluación no corresponde a un giro industrial, por lo que dicha acción no es aplicable al proyecto.
G043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.	Este criterio es de observancia para las autoridades y cooperativas pesqueras, así como aquel proyecto dedicados a esta actividad.
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	Estas acciones resultan de observancia para las autoridades encargadas de la comunicación y trasporte y no son vinculantes con el proyecto en razón de su alcance y naturaleza.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	Esta acción es de observancia para las autoridades locales, el proyecto, atiende el sector turístico.
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	Estas acciones resultan de observancia para las autoridades locales, estatales y federales de Seguridad Pública y Protección Civil, el proyecto, atiende el sector turístico.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	Estas acciones resultan de observancia para las autoridades locales, estatales y federales de Seguridad Pública y Protección Civil, no resultan

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LOS CRITERIOS ECOLÓGICOS
		vinculantes con el proyecto en razón de su alcance y naturaleza.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	Esta acción no es vinculante con el proyecto, considerando la naturaleza y alcance del mismo, que no corresponde a una casa habitación.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	Se implementarán dichas campañas, las cuales serán evidenciadas en los informes que se le entregaran a la autoridad correspondiente.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	Además en el desarrollo del proyecto se contempla un Programa de Manejo Integral de residuos.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	En el Proyecto no se generaran aguas residuales ya que el hotel contiguo, es quien prestara los servicios de alcantarillado.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	El proyecto es considerado como giro turístico y no industrial, por ende dicha acción no es aplicable al proyecto, aunado a que en el proyecto no se generarán aguas residuales.
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El proyecto no contempla en ninguna de las etapas la remoción de ningún tipo de vegetación.
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	La naturaleza y alcance proyecto no pretende la disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo, por lo que la presente acción no es vinculante con el mismo.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	Esta acción será de observancia de la esfera de las autoridades federales, estatales y municipales competentes y no resulta vinculante a la naturaleza y alcance del proyecto.
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	El proyecto contempla un Programa de Manejo Integral de Residuos de conformidad con la legislación Ambiental.
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	El proyecto que se comete a consideración de esta Secretaria no se ubica dentro de alguna ANP de carácter estatal o federal, por lo cual la

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LOS CRITERIOS ECOLÓGICOS
		presente acción no es aplicable al proyecto.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	Conforme al plano de vegetación acuática presentado en el capítulo 4 de este estudio, se tiene que el desplante del muelle se localiza en un arenal costero colindante a la línea de costa y no afectará ningún tipo de vegetación acuática sumergida, ya que la elección del sitio del proyecto obedece a esa premisa, en acatamiento de lo establecido en esta acción. Como consta en la siguiente imagen de vuelo con drone realizada en septiembre del 2019:
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	El proceso de construcción del muelle, conlleva la aplicación de medidas preventivas y de mitigación a los posibles impactos ambientales que pudieran derivar de ese proceso, mismas que se encuentran descritas en el capítulo 6 de este estudio, tales como un programa de manejo de residuos, la instalación de una malla geotextil para prevenir la dispersión de sedimentos, la instalación de una lona de contención y la aplicación de absorbentes orgánicos en caso de derrames. Asimismo, se tiene que para la construcción del muelle se utilizará principalmente madera dura de la región, un material inerte que no contamina, ni libera sustancias al entrar en contacto con el medio marino, por lo que no se contraviene lo establecido en esta acción. Tanto los geotextiles para la construcción ciega del muelle, como los arrecifes artificiales, resultan materiales inocuos al ambiente marino.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	El proyecto en comento no pretende realizar actividades agropecuarias por lo que este punto no es relevante para el proyecto.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	Este criterio es de observancia para las autoridades, Federales, Estatales y Municipales.
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el	El proyecto se trata de la construcción de un muelle rustico de madera y no

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LOS CRITERIOS ECOLÓGICOS
	comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	de carreteras, caminos, puentes o vías férreas, por lo cual esta acción no es vinculante para el proyecto.
G065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	El proyecto no se encuentra en ningún ANP de competencia estatal o federal, por lo cual dicha acción no es aplicable al proyecto.

Siguiendo con la vinculación del proyecto con la UGA 174, a continuación se describen las acciones específicas a realizar para dar cumplimiento a las gestiones indicadas por la UGA en mención respecto a la preparación, construcción y operación del proyecto (Tabla III_2).

Tabla III_2. Vinculación de las actividades del proyecto con las acciones específicas del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

CLAVE	ACCIONES ESPECIFICAS	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS ACCIONES ESPECIFICAS
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	Este criterio es de observancia para las autoridades, Federales, Estatales y Municipales. No es vinculante para la promovente ni para el proyecto.
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por Actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y	El proyecto si bien es de naturaleza de uso turístico, principalmente recibirá embarcaciones locales; adicionalmente y con la finalidad de evitar la introducción de especies exóticas se prohibirá el vaciado de sentinas o aguas de lastre en el muelle o sus inmediaciones, con relación a lo antes indicado, se colocarán letreros alusivos a prohibir las acciones indicadas, así como de la deliberada liberación de especies al medio natural, dando cumplimiento con lo anterior a la presente acción.

CLAVE	ACCIONES ESPECIFICAS	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS ACCIONES ESPECIFICAS
	Comercio Marítimo.	
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	Lo anterior no es competencia de un particular, sino de las autoridades ambientales correspondientes para determinar mediante estudios y planes de manejo de las ANP, qué corredores son viables para el buen estado de conservación. Adicionalmente a lo señalado, se tiene que el proyecto no se localiza en alguna ANP estatal o federal, por lo que el criterio que se analiza no es vinculante con las obras solicitadas en este estudio.
A018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección Ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	El sitio del proyecto, no corresponde a una zona de anidación de tortugas marinas. Sin embargo debido a que a 2.7 Km al norte del proyecto sí hay presencia de tortuga verde (<i>Chelonia mydas</i>), listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en consecuencia, el proyecto contempla realizar las siguientes acciones en pro de la protección y conservación de este recurso de fauna acuática: Durante la etapa de preparación del sitio y construcción: Se colocarán letreros alusivos a la conservación de los recursos naturales como: -Prohibido ingresar o extraer flora o fauna silvestre. - No pescar en el muelle. Por otro lado se darán pláticas sobre la importancia de la conservación de los recursos naturales al personal que labora. No se laborará ni se permitirá el atraque de embarcaciones en horario de 6 de la tarde a 8 de la mañana durante la temporada de anidación que es de mayo a octubre, a fin de evitar interferencias o afectaciones a las tortugas marinas durante su arribo. En la etapa de Operación se repartirán trípticos sobre la importancia de la conservación de los recursos naturales así como las prohibiciones de la extracción o introducción de flora y fauna al proyecto y el buen uso de los recurso hídricos.
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	La zona donde se ubica el proyecto en una zona costera que no se encuentra afectada por hidrocarburos. Ante la incidencia de contingencias por derrame de hidrocarburos se prevé la implementación del Programa correspondiente de atención a emergencias y contingencias ambientales.
A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos	Dentro del sistema Ambiental en donde se ubica el proyecto no se cuenta con Industrias, por lo que el presente criterio no es vinculante con la naturaleza y alcance del proyecto.

CLAVE	ACCIONES ESPECIFICAS	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS ACCIONES ESPECIFICAS
	peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	
A029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre Natural.	La función del muelle es única y exclusivamente para el atraque de embarcaciones para el servicio turístico, por lo que no implica acciones que modifiquen el perfil de la costa o los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa. La estructura y conformación del muelle, que corresponde a una estructura piloteada cuya mitad proximal a la costa no presenta secciones ciegas a efecto a permitir la continuidad del transporte litoral en sus condiciones actuales. La presencia de una sección reforzada en la parte distal del muelle, así como la presencia de los arrecifes artificiales, no ocasionará un significativo efecto de sombra que conlleve la modificación de la línea de costa. En el sitio del proyecto existe suficiente zona de playa para realizar cualquier actividad turística, y en ese sentido, actualmente no se requiere ningún tipo de obra de recuperación de playa que modifique el perfil de la costa. Una corriente oceánica o marina es un movimiento de traslación, continuado y permanente de una masa de agua determinada de los océanos y en menor grado, de los mares más extensos. Estas corrientes tienen multitud de causas, principalmente, el movimiento de rotación terrestre (que actúa de manera distinta y hasta opuesta en el fondo del océano y en la superficie) y por los vientos constantes o planetarios, así como la configuración de las costas y la ubicación de los continentes. En la zona de estudio no existen corrientes alineadas a la costa, ya que esas corresponden a las del Mar Caribe que viajan en dirección hacia el canal de Yucatán, por lo que tampoco existe riesgo de que se modifiquen esos recursos con la construcción del muelle. La habilitación de las obras del proyecto no interrumpirá los patrones y procesos costeros que ocurren en el sitio. En caso de que se presentase alguna ligera variación en la distribución y depositación del sedimento producto del transporte litoral natural, correspondería a un acomodo puntual y temporal del material en la zona, mismo que es normal como se aprecia en la siguiente imagen donde se muestran las línea de costa correspondientes a los últimos 10 años, señalando el ancho de la playa en fechas con periodos de acreción y retroceso. Estas variaciones se deben a que el sedimento bascula de manera natural de acuerdo a la dirección del oleaje predominante, que se vincula con la dirección del viento de acuerdo a la época del año, donde los nortes propician oleajes del noreste y las suradas invierten el transporte con dirección norte.

CLAVE	ACCIONES ESPECIFICAS	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS ACCIONES ESPECIFICAS
		 Obras como la escollera de Puerto Cancún, Marina La Amada y los muelles de APIQROO, han interrumpido el transporte litoral, con lo que disminuye el volumen neto que se trasladaba hacia el norte.
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	El proyecto no considera en este momento energía eólica sin embargo se piensa en un futuro poder contar energía eléctrica por medio de paneles solares, el cual de igual manera corresponde a una fuente de energía alternativa de energía sustentable y en beneficio al medio ambiente.
A-034	Fomentar mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.	El proyecto no considera en este momento energía usando fuerza mareomotriz. Sin embargo, se piensa en un futuro poder contar energía eléctrica por medio de paneles solares, que de igual manera es energía sustentable y en beneficio al medio ambiente.
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el	El proyecto no contempla realizar ningún tipo de actividad de pesca, por lo cual la presente acción no resulta vinculante.

CLAVE	ACCIONES ESPECIFICAS	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS ACCIONES ESPECIFICAS
	ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	
A-041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	El proyecto no contempla realizar ningún tipo de actividad de pesca extractiva, por lo cual el criterio no le aplica a las obras.
A-042	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia de las actividades extractivas de especies marinas de captura comercial, especialmente aquellas que se encuentran en las categorías en deterioro o en su límite máximo de explotación.	El proyecto no contempla realizar ningún tipo de actividad de pesca extractiva de naturaleza comercial, turística o privada, por lo cual el criterio la presente acción no es vinculante.
A-043	Crear, impulsar y consolidar una flota pesquera de altura para el manejo de los recursos pesqueros oceánicos.	El proyecto no contempla realizar ningún tipo de actividad de pesca extractiva, por lo cual la presente acción no es vinculante con el proyecto.
A-044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	El proyecto no contempla realizar ningún tipo de actividad pesquera, por lo cual la presente acción no es vinculante.
A-045	Desarrollar e impulsar el uso de la fauna de acompañamiento, salvo las especies que se encuentran en algún régimen de protección, para	Es de observancia para las siguientes secretarías: SAGARPA, INAPESCA, SECOFI. Como se ha indicado, el proyecto no contempla realizar ningún tipo de actividad pesquera, por lo cual la presente acción no es vinculante con el proyecto.

CLAVE	ACCIONES ESPECIFICAS	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS ACCIONES ESPECIFICAS
	la producción comercial de harinas y complementos nutricionales.	
A046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	En las diferentes etapas del proyecto no se considera el vertido o disposición de residuos de embarcaciones, contando con medidas de emergencia en caso de derrames accidentales. Se informará a los visitantes de la relevancia de dar cumplimiento a los Lineamientos MARPOL 73/78, para la prevención de la contaminación al mar por vertimientos. Así mismo es preciso señalar que es de observancia para las siguientes secretarías: SAGARPA, INAPESCA, SEMARNAT, SEMAR
A-047	Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos.	De observancia para las siguientes secretarías: SAGARPA, INAPESCA, Universidades. Este criterio no es vinculante con la naturaleza y alcance del proyecto.
A-048	Redimensionar, y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.	El proyecto no contempla realizar ningún tipo de actividad de pesca extractiva, por lo cual el criterio no es vinculante. De observancia para las siguientes secretarías: SAGARPA, INAPESCA.
A071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al	Para diseñar e instrumentar las acciones contenidas en el presente criterio, corresponde a las autoridades Municipales, Estatales y Federales, sin embargo tal y como se ha venido señalando el proyecto se realizará de manera sustentable. Cabe señalar que el mismo programa de ordenamiento señala como principal responsable de dichas acciones a las siguientes autoridades: SECTUR, SEMARNAT, Estados, IP.

CLAVE	ACCIONES ESPECIFICAS	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS ACCIONES ESPECIFICAS
	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	
A-073	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo, con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	El proyecto que se somete a evaluación se trata de una estructura en pro del turismo, de dimensiones pequeñas que no alcanzan a denominarse una infraestructura portuaria, ya que las embarcaciones que llegaran al muelle no rebasaran los 12 m de eslora, dicha infraestructura no afectará en ninguna etapa del proyecto los recursos naturales, dando cumplimiento a lo indicado en la presente acción.

Adicionalmente a los criterios antes analizados, conforme a lo indicado en la ficha técnica de la UGA 174, a la zona de estudio le aplican los Criterios de Regulación Ecológica para la Zona Costera Inmediata del Mar Caribe, por lo que a continuación se presenta el análisis de esos criterios, en relación al proyecto.

ZMC-01.- Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en las áreas ocupadas por dichas formaciones.

Análisis del proyecto: De acuerdo con la caracterización ambiental realizada en el sitio del proyecto, no se identificaron comunidades arrecifales en la zona de desplante de las

obras y su área de influencia inmediata, por lo que no existe riesgo de afectación a esos recursos.

ZMC-02.- Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. La evaluación del impacto ambiental correspondiente deberá realizarse conforme a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Análisis del proyecto: De acuerdo con la caracterización ambiental realizada en el sitio de las obras, se eligió una zona de aprovechamiento que se encuentra libre de vegetación acuática sumergida, esto es una área de arenal costero, conforme al plano de vegetación presentado en el capítulo 4 de este estudio; por lo que no existe riesgo de afectación a esos recursos. Adicionalmente, se procederá a la georeferenciación de la ubicación de los pilotes del muelle y delimitación de la sección reforzada del mismo (mediante geotextiles rellenos de arena). En la línea del trazo del muelle y polígonos para colocación de arrecifes no se localizan individuos o colonias de pastos marinos.

ZMC-03.- Sólo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.

Análisis del proyecto: No se contempla la captura de mamíferos marinos, aves o reptiles en ninguna de las etapas de desarrollo del proyecto.

ZMC-04.- Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.

Análisis del proyecto: De acuerdo con la caracterización ambiental realizada en el sistema ambiental, no se identificaron comunidades arrecifales en la zona de desplante de las obras ni en su área de influencia inmediata, por lo que no existe riesgo de afectación a esos recursos.

ZMC-05.- La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otros ecosistemas representativos, sólo podrá llevarse a cabo bajo las disposiciones aplicables de la Ley General de Vida Silvestre y demás normatividad aplicable.

Análisis del proyecto: De acuerdo con la caracterización ambiental realizada en el sitio del proyecto, no se identificaron comunidades arrecifales en la zona de desplante del muelle o polígonos para colocación de arrecifes artificiales, ni en su área de influencia inmediata, por lo que no existe riesgo de afectación a esos recursos. En caso de observarse la presencia de fauna marina de lento desplazamiento, esta será reubicada a la zona más

cercana que cuente con condiciones similares a donde se ubicaba originalmente el organismo.

ZMC-06.- La construcción de estructuras promotoras de playas deberán estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.

Análisis del proyecto: Se reitera que en la zona de playa no habrá obras de este proyecto, y que esta tiene amplitud suficiente para realizar cualquier actividad de tipo turística, por lo que no se requiere la implementación de estructuras promotoras de playa. El proyecto consiste única y exclusivamente en la construcción y operación de un muelle para el atraque temporal de embarcaciones y colocación de arrecifes artificiales como hábitat de flora y fauna marina, por lo que no se considera la implementación de estructuras promotoras de playas.

ZMC-07.- Como una medida preventiva para evitar contaminación marina no debe permitirse el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos de ningún tipo en los cuerpos de agua en esta zona.

Análisis del proyecto: Durante todas las etapas de desarrollo del proyecto se aplicarán medidas preventivas a efectos de evitar la contaminación marina por vertimientos accidentales de hidrocarburos, tales como un Programa de manejo de residuos, la instalación de una malla antidispersión para la contención de finos en suspensión durante el proceso constructivo, la aplicación de absorbentes orgánicos en caso de derrames accidentales, etc., mismas que pueden ser consultadas a detalle en el capítulo 6 de este estudio.

ZMC-08.- Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.

Análisis del proyecto: Se acatará lo establecido en este criterio, de tal modo que en la temporada de anidación (de mayo a octubre) entre el ocaso y el amanecer, no se llevará ningún tipo de actividad turísticas (acuática o terrestre), a fin de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban a la costa.

ZMC-09.- Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.

Análisis del proyecto: De acuerdo con la caracterización ambiental realizada en el sitio del proyecto, no se identificaron comunidades arrecifales en la zona de desplante del proyecto y su área de influencia inmediata, por lo que no existe riesgo de afectación a esos recursos.

ZMC-10.- Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.

Análisis del proyecto: Como se ha manifestado en múltiples apartados, se propone la importación de pláticas ambientales, la instalación de letreros y la distribución de trípticos informativos, enfoca dos a prevenir la contaminación y deterioro de la zona marina; además que se contará con un Reglamento para uso del muelle, el cual deberá ser acatado por cada una de las embarcaciones que atraquen.

ZMC-11.- Se requerirá que en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.

Análisis del proyecto: El proceso constructivo del muelle no requiere obras de canalización ni dragado; para el caso del llenado de los geotextiles de la sección de refuerzo, como durante el proceso de hincado de pilotes; se instalará una malla geotextil para evitar la suspensión y dispersión de sedimentos.

ZMC-12.- La construcción de proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberá incluir medidas para mantener los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina, así como para evitar la afectación de comunidades marinas presentes en la zona.

Análisis del proyecto: Dada la naturaleza del proyecto, que corresponde a un muelle rústico para embarcaciones no mayores a 12 m de eslora, no se permitirá el atraque se embarcaciones mayores a 500TRB y/o 40 pies de eslora.

ZMC-13.- Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.

Análisis del proyecto: Será responsabilidad de cada embarcación acatar lo dispuesto en este criterio, y demás requisitos que deban cubrir para navegar. El muelle prestará el servicio únicamente para su atraque, así como para el ascenso y descenso de los turistas.

ZMC-14.- Por las características de gran volumen de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona oriente de la Península de Yucatán y por la importancia que revisten los humedales como mecanismo de protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno en particular para esta región los fosfatos y algunos metales pesados producto de los desperdicios generados por el turismo, se recomienda en las UGA regionales correspondientes (UGA:139, UGA:152 y UGA:156) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Canal de Yucatán y Mar Caribe, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.

Análisis del proyecto: El sitio del proyecto no se ubica dentro de los límites de las UGAS 139, 152 y 156.

Dado que los lineamientos aplicables a la UGA 174 en la que se circunscribe el sitio del proyecto, establece la aplicación de los criterios para Islas, a continuación se realiza un análisis de dichos criterios en relación al proyecto.

IS -01.- Se deberá evitar la sobrepoblación en la Isla.

Análisis del proyecto: Las obras no corresponden un desarrollo urbano o centro de población y la ubicación del proyecto es la zona marina frente a la parte continental del municipio de Isla Mujeres y no en la zona insular, por lo que este criterio no es vinculante con el proyecto.

IS -02.- Se promoverá la constitución o construcción de refugios anticiclónicos suficientes para la totalidad de la población residente en la Isla.

Análisis del proyecto: Corresponde a las autoridades locales el cumplimiento de este criterio.

IS -03.- Se deberá promover la inversión para el uso de sistemas de potabilización de agua in situ mediante técnicas de desalinización de agua de mar.

Análisis del proyecto: El proyecto no requiere el uso de agua potable en ninguna de sus etapas de desarrollo.

IS -04.- La construcción de marinas y muelles de gran tamaño y de servicio público o particular, deberá evitar los efectos negativos sobre la estructura y función de los ecosistemas costeros.

Análisis del proyecto: En el capítulo 6 de este estudio, se describen a detalle las medidas que se pretenden implementar para evitar los efectos negativos sobre la estructura y

función de los ecosistemas costeros, dado que el proyecto consiste en la construcción y operación de un muelle rústico de uso particular y no a un muelle de gran tamaño, el presente criterio no es vinculante con el proyecto.

IS -05.- Inducir la reglamentación y mecanismos de control, vigilancia y monitoreo sobre el uso de productos químicos, así como inducir a la supervisión y control de los depósitos de combustible incluyendo a la transportación marítima y terrestre.

Análisis del proyecto: Se aplicará un Reglamento para uso del muelle, en el que se prohibirá la carga de combustible a las embarcaciones; así como el uso de productos químicos, o actividades de mantenimiento dentro del área marina.

IS -06.- En los arrecifes tanto naturales como artificiales no se deberá arrojar o verter ningún tipo de desecho sólido o líquido y, en su caso, el aprovechamiento extractivo de organismos vivos, muertos o materiales naturales o culturales sólo se realizará bajo los supuestos que señala la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.

Análisis del proyecto: De acuerdo con la caracterización ambiental realizada en el sistema ambiental, no se identificaron comunidades arrecifales en la zona de desplante del muelle y su área de influencia inmediata, por lo que no existe riesgo de afectación a esos recursos. La conformación de arrecifes artificiales prevé la generación de hábitat para la vida marina, la cual no se prevé sea sujeta de aprovechamiento extractivo.

IS -07.- Los prestadores de servicios acuáticos deben respetar los reglamentos que la autoridad establezca para fomentar el cuidado y preservación de la flora y fauna marinas.

Análisis del proyecto: Se aplicará un Reglamento para uso del muelle, en el que se prohibirá a los propietarios de las embarcaciones cualquier tipo de uso o explotación de la flora y fauna marina, o en su caso, la realización de actividades que atenten con la preservación de esos recursos, tales como el vertimiento de contaminantes o de aguas de lastre o de sentinas hacia la zona marina.

IS -08.- Las actividades de buceo autónomo y buceo libre deben sujetarse a los reglamentos vigentes para dicha actividad en la zona en cuanto a: profundidad de buceo, distancia para video y fotografía submarina, zonas de ascenso y descenso, pruebas de flotabilidad, equipos de seguridad, número de usuarios por guía, zonas de buceo diurno y nocturno, medidas para el anclaje, respeto a las señalizaciones y a la normatividad de uso de la Zona Federal Marítimo Terrestre.

Análisis del proyecto: Considerando que el sitio no corresponde a un área natural protegida o zona de refugio de flora y fauna, a la fecha no se tiene regulación específica para la zona o el sitio que considere las acciones de buceo libreo o autónomo, por lo que en caso de que se realicen dichas actividades, se conminará a los usuarios a respetar la reglamentación y buenas prácticas para garantizar su seguridad e integridad, así como del entorno marino y de sus recursos naturales.

IS -09.- El anclaje de embarcaciones sólo se permitirá en zonas arenosas libres de corales y/u otras comunidades vegetales o animales, mediante anclas para arena.

Análisis del proyecto: El muelle permitirá a las embarcaciones un atraque seguro, por lo que no tendrán la necesidad de anclarse al fondo marino, al estar ubicado fuera de áreas con comunidades coralinas o vegetales, no existirá riesgo de afectación a esos recursos.

IS -10.- En las colonias reproductivas de aves costeras o marinas de las islas, se deberán evitar el desarrollo de actividades o infraestructura que alteren las condiciones necesarias para mantener la viabilidad ecológica y/o la restauración de dichas colonias de anidación.

Análisis del proyecto: El proyecto no será construido en islas que presenten colonias de aves costeras o marinas, por lo que este criterio no es vinculante con el proyecto.

IS -11.- Las construcción u operación de obras o desarrollo de actividades que requieran llevar a cabo el vertimiento de desechos u otros materiales en aguas marinas mexicanas, deberán contar con los permisos que para el efecto otorga la Secretaría de Marina y en su caso, las demás autoridades competentes.

Análisis del proyecto: Se aplicará un Reglamento para uso del muelle, en el que se prohibirá cualquier actividad relacionada con el vertimiento de desechos u otros materiales en el medio marino.

IS-12.- Se deberá evitar la introducción de especies no nativas de la isla y procurar la erradicación de aquellas que ya han sido introducidas.

Análisis del proyecto: El proyecto no será construido en islas, ni contempla la introducción de especies no nativas, por lo que este criterio no resulta vinculante con la naturaleza y alcance del proyecto.

IS-13.- Se deberá mantener la cobertura vegetal nativa de la isla al menos en un 60%.

Análisis del proyecto: El proyecto no contempla la afectación o remoción de cobertura vegetal y no se ubica en una isla, por lo que este criterio no resulta vinculante con la naturaleza y alcance del proyecto.

IS-14.- En Islas con población residente menor a 50 habitantes sólo se autorizarán obras destinadas a señalización por parte de la SEMAR y la SCT así como obras destinadas a investigación debidamente concertadas con la SEMARNAT, la SCT y la SEMAR.

Análisis del proyecto: El proyecto no será construido en islas, ni corresponde a un desarrollo que incremente la densidad poblacional (habitantes) actual de la zona, por lo que este criterio no resulta vinculante con la naturaleza y alcance del proyecto.

IS-15.- Toda actividad que se vaya a llevar a cabo en islas que se encuentren dentro de un ANP deberá llevarse a cabo conforme a la normatividad aplicable, así como contar con consentimiento por escrito de la Dirección del ANP y la SEMAR.

Análisis del proyecto: El sitio del proyecto se ubica fuera de cualquier isla o área natural protegida, sea de carácter federal, estatal o municipal, por lo que este criterio no resulta vinculante con la naturaleza y alcance del proyecto.

IS-16.- Se recomienda que las instituciones gubernamentales y académicas apoyen la actualización de los estudios poblacionales que permitan definir las especies, volúmenes de captura y artes permitidas para la actividad pesquera tanto deportiva como comercial, así como las temporadas de veda.

Análisis del proyecto: Como bien lo señala este criterio, el mismo es responsabilidad de las instituciones gubernamentales y académicas y dado que el proyecto no considera actividades pesqueras o de extracción de recursos marinos o pesqueros, este criterio no resulta vinculante con la naturaleza y alcance del proyecto.

De manera general el proyecto es congruente en el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, ya que no se presentan limitaciones ni prohibiciones que impidan el desarrollo del mismo, toda vez que las acciones establecidas en este ordenamiento permiten el desarrollo productivo de los sectores correspondientes, como es el caso de la construcción y operación de un muelle de uso turístico y de arrecifes artificiales que promuevan hábitat para la flora y fauna acuática en el sitio del proyecto.

III.3.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo

El Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Isla Mujeres (POEL-IM), tal como lo señala el Artículo 1 del Decreto publicado el 9 de abril de 2008, “regula y reglamenta el desarrollo del municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo.

Dicho Programa fue publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 09 de abril del 2008 dentro del Tomo I, No. 36 Extraordinario, Séptima Época.

De acuerdo con la zonificación del POEL-IM y considerando las coordenadas de ubicación del proyecto, cuyo arranque o extremo proximal es posterior a la línea de costa y se localiza en la zona marina, se tiene que la totalidad de las obras del proyecto colindan con la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 09 del POEL IM, denominada Península Chacmunchuch (**Figura III_ 4**), para la que aplica la política de

Aprovechamiento Sustentable y cuyos usos de aprovechamiento están sujetos a lo que establece el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península de Chacmuhuch en la Zona Continental del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo (PPDUPCh), como se indica en la **Tabla III_3**.

Tabla III_3. Unidad de Gestion ambiental 9. Península Chacmochuch

	UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL	POLÍTICA	RECURSOS Y PROCESOS PRIORITARIOS	USOS PREDOMINANTES	USOS COMPATIBLES	USOS CONDICIONADOS	USOS INCOMPATIBLES
9	Península Chacmuhuch	Aprovechamiento Sustentable	Playa, Paisaje, Agua, dunas y manglar	Los establecidos en las regulaciones jurídicas de desarrollo urbano para la Península de Chacmuhuch	Los establecidos en las regulaciones jurídicas de desarrollo urbano para la Península de Chacmuhuch	Los establecidos en las regulaciones jurídicas de desarrollo urbano para la Península de Chacmuhuch	Aquellos que se contrapongan a los usos establecidos en las regulaciones jurídicas de desarrollo urbano para la Península de Chacmuhuch o bien los que causen deterioro a los recursos y procesos prioritarios.

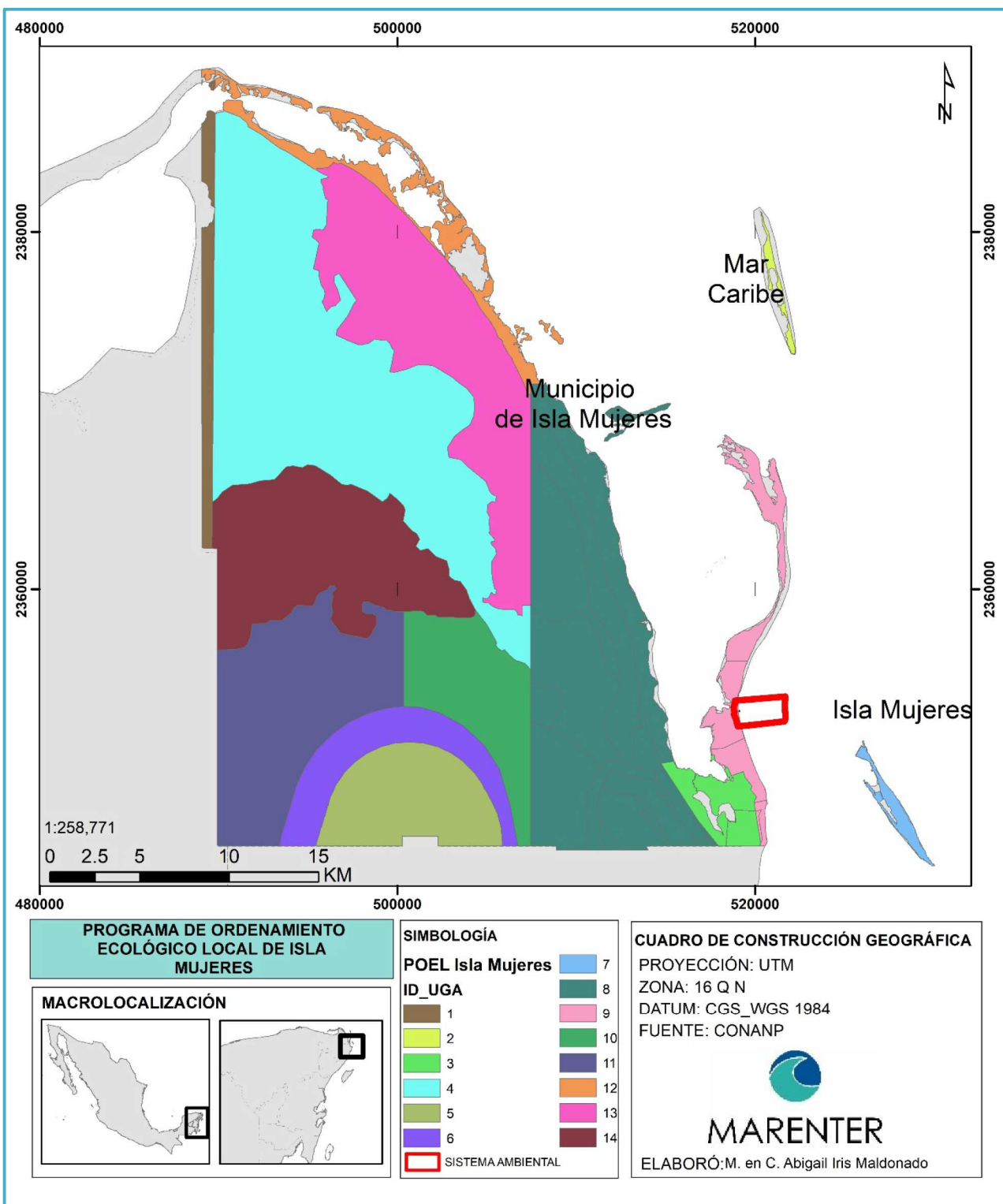


Figura III_ 4. Localización del proyecto con respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Isla Mujeres.

En virtud de lo anterior, se tiene que los criterios y lineamientos aplicables a la UGA 9 del POEL de Isla Mujeres, no son vinculantes con el proyecto, toda vez que dicho instrumento normativo no tiene injerencia en el área de playa marítima y zona marina, donde se construirá el cuerpo del muelle y demás obras asociadas.

De acuerdo con lo antes indicado se analizan únicamente *ad cautelam*, los criterios aplicables a la UGA 9 del POEL de Isla Mujeres.

CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL:

CG-01.- Para la recarga de los acuíferos, en las superficies de predios que se pretendan utilizar para obras e instalaciones, se deberá permitir la filtración de aguas pluviales al suelo y subsuelo. Por tal motivo, las personas físicas o morales quedan obligadas a proporcionar un porcentaje del terreno a construir, preferentemente como área verde, lo que en su caso siempre será permeable...

Análisis del proyecto: El muelle no será construido dentro de un predio propiedad privada, por lo que este criterio no es aplicable, será desplantado en un bien nacional.

CG-02.- Se debe favorecer la captación del agua de lluvia como fuente alterna para el consumo humano y actividades domésticas.

Análisis del proyecto: El proyecto no requiere el uso de agua en ninguna de sus etapas de desarrollo.

CG-03.- No se permite verter hidrocarburos y productos químicos no biodegradables, al suelo, cuerpos de agua, ni al mar.

Análisis del proyecto: Se aplicará un reglamento para uso del muelle, en el que se prohibirá cualquier actividad relacionada con el vertimiento de hidrocarburos o productos químicos en el medio marino.

CG-04.- Se promoverá la reutilización de las aguas residuales previo cumplimiento de las disposiciones legales vigentes en materia de calidad de aguas.

Análisis del proyecto: Las aguas residuales que se espera generar durante la construcción del proyecto, será retiradas del sitio por parte de la empresa arrendadora de los sanitarios, por lo que no se requiere su reutilización dentro del proyecto. Durante la etapa de operación del proyecto no se generarán aguas residuales derivadas de la operación del muelle.

CG-05.- Los aprovechamientos que involucren el uso de agroquímicos deberán incluir un programa de monitoreo de la calidad del agua del subsuelo, previamente aprobado por la autoridad competente, a fin de detectar y prevenir la contaminación del recurso.

Análisis del proyecto: El proyecto no requiere el uso de agroquímicos en ninguna de sus etapas de desarrollo.

CG-06.- Las aguas residuales (negras, azules, grises, jabonosas), no deben canalizarse a pozos de absorción de agua pluvial. Deberán disponerse a través del sistema de drenaje municipal o bien a través de algún sistema de tratamiento de aguas residuales cumpliendo en todo momento con la normatividad vigente aplicable.

Análisis del proyecto: Las aguas residuales que se espera generar durante la construcción del proyecto, será retiradas del sitio por parte de la empresa arrendadora de los sanitarios, por lo que no se requiere su reutilización dentro del proyecto. No se prevé la generación de aguas residuales durante la operación del muelle.

CG-07.- La ubicación de fosas sépticas debe dar cumplimiento a la NOM-006-CNA-1997.- Fosas sépticas prefabricadas, especificaciones y métodos de prueba.

Análisis del proyecto: El proyecto no contempla la construcción ni utilización de fosas sépticas.

CG-08.- La construcción de obras e infraestructura para el drenaje pluvial deberá ser diseñada y autorizada de conformidad con la normatividad de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado.

Análisis del proyecto: El proyecto no contempla la construcción de drenaje pluvial, ya que no se requiere este tipo de infraestructura para su construcción y operación.

CG-09.- En todas las obras y/o actividades se debe separar la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.

Análisis del proyecto: El proyecto no contempla la construcción de drenaje pluvial ni sanitario, ya que no se requiere este tipo de infraestructura para su construcción y operación.

CG-10.- Los usos autorizados deben incluir acciones para el ahorro del recurso agua, así como medidas de prevención de contaminación del manto freático.

Análisis del proyecto: El proyecto no requiere el uso de agua en ninguna de sus etapas de desarrollo.

CG-11.- Durante todas las etapas de las actividades autorizadas, se deberá contar con un programa integral de manejo de desechos sólidos y líquidos (minimización, separación, recolección y disposición final), que incluya medidas preventivas para el manejo y disposición adecuadas de grasas, aceites e hidrocarburos. Dicho programa deberá ser previamente aprobado por la autoridad competente.

Análisis del proyecto: Se contempla la implementación de un Programa de manejo de residuos para el desarrollo del proyecto.

CG-12.- Para la construcción de vialidades se deben reconocer y respetar los flujos hidrológicos para garantizar la hidrodinámica original del sitio.

Análisis del proyecto: El proyecto no contempla la construcción de vialidades.

CG-13.- En el desarrollo de los usos de suelo y actividades permitidas, deberán plantearse como primera opción de aprovechamiento aquellos sitios que ya están abandonados por ejemplo: potreros, bancos de materiales para la construcción, así como las áreas desmontadas o con vegetación secundaria u otras áreas afectadas, salvo disposición legal en contrario.

Análisis del proyecto: La zona marina donde se desplantará el proyecto no presenta cobertura vegetal, por lo que se ajusta a lo establecido en este criterio.

CG-14.- Cuando se pretenda la remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales Se debe obtener la autorización para el cambio de uso del suelo en terreno forestal, en los términos que indica la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Análisis del proyecto: El proyecto se desplantará en la zona marina, misma que no presenta cobertura vegetal, por lo que se ajusta a lo establecido en este criterio.

CG-15.- De acuerdo a lo estipulado en el Art. 28 de la LGEEPA y en su reglamento en materia de Impacto Ambiental, se deben realizar los estudios ambientales que a juicio de la autoridad evaluadora, se necesiten para identificar y valorar los impactos potenciales de las obras y actividades sobre los recursos naturales prioritarios y/o las poblaciones o comunidades de flora y fauna, a fin de determinar las medidas de prevención, mitigación y/o compensación correspondientes y en consecuencia dictaminar su viabilidad, poniendo especial énfasis en las etapas de operación y mantenimiento.

Análisis del proyecto: Es a través del presente estudio que se identifican y analizan los impactos ambientales que se derivarán de la construcción y operación del proyecto y se proponen las medidas de prevención y mitigación pertinentes. En caso de que esta autoridad lo requiera, se presentarán los estudios que a su juicio, sean necesarios para sustentar la viabilidad ambiental del proyecto.

CG-16.- En las áreas naturales deberán eliminarse los ejemplares de especies exóticas considerados como invasoras por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). El material vegetal deberá ser eliminado mediante procedimientos que no permitan su regeneración y/o propagación.

Análisis del proyecto: Hasta la fecha no se ha reportado este tipo de organismos en la zona de desplante del muelle. En caso de detectarse especies exóticas invasoras, se procederá a su erradicación.

CG-17.- En la superficie del predio autorizada para su aprovechamiento, en forma previa al desmonte y/o a la nivelación del terreno, debe realizarse un Programa de rescate selectivo de flora y recolecta de material de propagación, a fin de aprovechar el material vegetal que sea susceptible para obras de reforestación, restauración y/o jardinería.

Análisis del proyecto: El proyecto no implica actividades de desmonte o nivelación del terreno, pues el muelle y arrecifes artificiales serán desplantados en una zona carente de vegetación.

CG-18.- Las actividades recreativas que se desarrollen en zonas de anidación y reproducción de la fauna silvestre con estatus de protección señalada en la normatividad federal aplicable, requieren de un programa cuyo objetivo sea el de preservar estos sitios.

Análisis del proyecto: Dado que el arranque del muelle, colinda con un sitio potencial anidación de tortugas marinas, en caso de confirmarse su presencia se ejecutará un programa con el objeto de preservar (“*in situ*”) la zona de anidación, con mediadas de protección pero no de manejo ni extracción.

CG-19.- Previo al desarrollo de cualquier obra o actividad se deberá ejecutar un Programa de rescate y reubicación selectiva de fauna, poniendo especial atención a las especies protegidas y las de lento desplazamiento.

Análisis del proyecto: Previo al desplante del arranque del muelle, se realizará la reubicación de fauna, poniendo especial atención a las especies protegidas y las de lento desplazamiento.

CG-20.- Para las actividades proyectadas que impliquen la afectación o alteración de poblaciones de especies incluidas en los listados de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, se debe elaborar y ejecutar un programa de monitoreo de dichas poblaciones a fin de prevenir riesgos de desplazamiento o eliminación de las mismas, así como alteraciones de las condiciones que hacen posible su presencia.

Análisis del proyecto: Dado que la zona donde será desplantado el arranque del muelle, corresponde a un sitio en el cual pudiera ocurrir el arribo de tortugas marinas, en caso de confirmarse la presencia de quelonios se ejecutará un Programa con el objeto de preservar (“*in situ*”) la zona de anidación, con mediadas de protección pero no de manejo ni extracción; el cual incluirá un subprograma de monitoreo de dichas poblaciones a fin de prevenir riesgos de desplazamiento o eliminación de las mismas, así como alteraciones de las condiciones que hacen posible su presencia.

CG-21.- En el tratamiento de plagas y enfermedades deben manejarse productos que afecten específicamente la plaga o enfermedad que se desea controlar, que sean preferentemente orgánicos o los estrictamente los autorizados por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Substancias Tóxicas (CICOPLAFEST).

Análisis del proyecto: Considerando que el sitio no presenta vegetación o fauna, no se considera la implementación de acciones de tratamiento. En caso de requerirse, se usarán sustancias orgánicas o los estrictamente autorice la CICOPLAFEST.

CG-22.- El uso de agroquímicos y la disposición final de sus envases deberá seguir las indicaciones de la ficha técnica del producto en cuanto a dosis y frecuencia de aplicación, así como lo que establezca la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Substancias Tóxicas (CICOPLAFEST).

Análisis del proyecto: No se requiere ni se contempla el uso de agroquímicos.

CG-23.- Para evitar el fraccionamiento de hábitats, las autoridades correspondientes deberán desincentivar o en su caso condicionar estrictamente la construcción de nuevos caminos de acceso en Unidades de Gestión Ambiental con políticas de Preservación y Protección.

Análisis del proyecto: Como bien lo señala el criterio, su aplicación es responsabilidad de las autoridades correspondientes, no se generarán caminos de acceso asociados al proyecto.

CG-24.- Solo se permite la utilización de materiales vegetales de especies citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, cuando sean obtenidas a través de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (UMAs), u otro esquema regulado por la autoridad competente.

Análisis del proyecto: La madera que será utilizada para la construcción del muelle, corresponde a especies tropicales que no se encuentran listadas en la norma oficial NOM-059-SEMARNAT-2010, este material provendrá de sitios previamente autorizados para el aprovechamiento y comercio de tales recursos, lo cual se podrá comprobar con las remisiones forestales que al respecto se emitán.

CG-25.- Toda la información ambiental generada por las actividades autorizadas en sus diferentes etapas, incluyendo las que se realicen dentro de los límites de las Áreas Naturales Protegidas, deberá ser incorporada a la bitácora ambiental, con la frecuencia y organización que establezca el Comité de Seguimiento del POEL,

Análisis del proyecto: El sitio del proyecto se ubica fuera de los límites oficialmente establecidos de las áreas naturales protegidas, sean de carácter federal, estatal o municipal.

CG-26.- La fauna silvestre capturada y/o rescatada en la superficie de aprovechamiento autorizada podrá ser liberada en las Unidades de Gestión Ambiental con política ambiental de Preservación y Protección, en ecosistemas semejantes a los de su hábitat natural, siempre y cuando no presenten daños severos de salud y no hayan permanecido en cautiverio prolongado. Para lo anterior se deberá contar con la aprobación de la autoridad ambiental competente.

Análisis del proyecto: Se acatará lo establecido en este criterio, de tal modo que la fauna que sea relocalizada, será liberada en las zonas adyacentes que presentan el mismo ecosistema que será afectado con el desplante.

CG-27.- En las Unidades de Gestión Ambiental con política ambiental de Preservación y Protección, el volumen de sonido que emitan fuentes fijas y móviles, no deberá rebasar los límites máximos de los decibeles registrados generados por la misma naturaleza, de acuerdo a estudio sonométrico que realice el promovente del proyecto.

Análisis del proyecto: La unidad de gestión ambiental en la que se ubica del sitio del proyecto, tiene una política ambiental de aprovechamiento, por lo que este criterio no es vinculante. Sin embargo se hace del conocimiento de la autoridad que la maquinaria y equipos a utilizar durante la construcción y operación del proyecto no generan sonido que rebase al que naturalmente hay en el entorno.

CG-27.- Las autoridades competentes deben priorizar el pago de servicios ambientales en aquellas Unidades de Gestión Ambiental con políticas de Preservación, Protección y Restauración donde se incluye este uso.

Análisis del proyecto: La unidad de gestión ambiental en la que se ubica del sitio del proyecto, tiene una política ambiental de aprovechamiento, por lo que este criterio no es vinculante.

CG-28.- Con la finalidad de que la fauna silvestre se desplace libremente, no deben establecerse barreras físicas u obstáculos que impidan el paso entre las áreas naturales de predios colindantes.

Análisis del proyecto: El proyecto no se ubica en predios colindantes, por lo que este criterio no es vinculante. Sin embargo, el muelle no impedirá el paso de la fauna silvestre entre las áreas naturales.

CG-29.- Del mes de mayo al mes de septiembre, los propietarios de predios colindantes con playas arenosas y los concesionarios de la zona federal marítimo terrestre en playas arenosas, a fin de proteger las poblaciones de tortugas marinas deberán:

- a. Asesorarse y coordinarse con la autoridad competente para la protección de los sitios de anidación de la tortuga marina,*
- b. Evitar la iluminación directa al mar y zona de playa. La iluminación deberá ser color ámbar, de baja intensidad y estar cubierta por un difusor,*

- c. La limpieza de playas únicamente podrá realizarse en forma manual utilizando rastrillos con penetración máxima de 5 centímetros de profundidad en la zona de anidación,*
- d. Retirar del área de playa, de las 18:00 a las 6:00 horas del día siguiente, todos los bienes móviles que puedan constituir un obstáculo para el arribo de la tortuga,*
- e. Abstenerse de encender fogatas en el área de playa.*

Análisis del proyecto: Se acatará de manera estricta todo lo establecido en este criterio, en caso de conformarse la presencia de tortugas en el área del proyecto, con sustento en un Programa de preservación del hábitat de anidación de tortugas marinas, que será ejecutado de mayo a octubre.

CG-30.- No se permite la transferencia o traspaso de superficies de aprovechamiento de una unidad de gestión ambiental a otra, así como de una zonificación urbana a otra.

Análisis del proyecto: Esta actividad no forma parte del proyecto.

CG-31.- El uso de material pétreo, sascab, caliza, tierra negra, tierra de despalme, madera, materiales vegetales y/o arena, deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados por la autoridad competente conforme a la legislación vigente en la materia correspondiente.

Análisis del proyecto: La madera que será utilizada para la construcción del muelle, provendrá de sitios previamente autorizados para el aprovechamiento y comercio de tales recursos, lo cual se podrá comprobar con la remisión forestal que al respecto se emita.

CG-32.- La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse de acuerdo con la normatividad aplicable y en los sitios y condiciones que determine la autoridad responsable.

Análisis del proyecto: Se realizarán las gestiones correspondientes para que la autoridad competente en la materia, determine el sitio de disposición final de los residuos sólidos que genere el proyecto.

CG-33.- Para el desarrollo de usos condicionados se debe elaborar y ejecutar un programa de monitoreo ambiental sobre los recursos y procesos prioritarios. Los resultados deberán entregarse a la autoridad ambiental correspondiente para su incorporación a la bitácora ambiental, bajo la periodicidad que determine dicha autoridad.

Análisis del proyecto: En acatamiento a lo establecido en este criterio, y en caso de que la autoridad ambiental así lo establezca, se elaborará y ejecutará un programa de monitoreo ambiental sobre los recursos y procesos prioritarios.

CG-34.- Para el aprovechamiento de predios en los que se encuentren vestigios arqueológicos deberá contarse con autorización previa del Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Análisis del proyecto: El sitio del proyecto no corresponde a un predio y no existen vestigios arqueológicos en la zona de aprovechamiento.

CG-35.- Los campamentos de construcción o de apoyo deben...

Análisis del proyecto: El proyecto no contempla la construcción de campamentos, por lo que este criterio no es vinculante.

CG-36.- La superficie de aprovechamiento prevista en otros instrumentos, cuando sean diferentes o en casos especiales a los contemplados en este programa de ordenamiento, podrá incrementarse siempre y cuando se demuestre en forma fehaciente a través de estudios técnicos y científicos que los impactos ambientales generados por dicha modificación, son menores a los previstos. En estos casos, los estudios técnicos se someterán al análisis y aprobación por parte de las autoridades correspondientes en el ámbito de su competencia.

Análisis del proyecto: El sitio del proyecto no corresponde a un predio por lo que el presente criterio no resulta vinculante.

CG-37.- La superficie de aprovechamiento señalada para cada Unidad de Gestión Ambiental será aplicada a nivel de predio de manera proporcional a su superficie, y debe considerar e incluir la presencia de vialidades.

Análisis del proyecto: El sitio del proyecto no corresponde a un predio por lo que el presente criterio no resulta vinculante.

CG-38.- En predios donde se desarrollan ecosistemas de manglar, se debe dar cumplimiento a lo establecido en la NOM-022-SEMARNAT-2003 y la Ley General de Vida Silvestre.

Análisis del proyecto: El sitio del proyecto no corresponde a un predio por lo que el presente criterio no resulta vinculante.

CG-39.- Se permite el establecimiento de asentamientos humanos únicamente cuando estén relacionados con las actividades productivas autorizadas y usos de suelo permitidos.

Análisis del proyecto: El proyecto no corresponde a un asentamiento humano.

CG-40.- Se prohíbe la creación y establecimiento de nuevos centros de población fuera de los límites de los programas de desarrollo urbano vigentes.

Análisis del proyecto: El proyecto no corresponde a un centro de población.

CRITERIOS ESPECÍFICOS APLICABLES A LA UGA 09

CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA ASIGNADOS A LOS SECTORES DEL PDDU:

El sitio donde será construido el muelle colinda con el Sector 4 Costa Mujeres. Al respecto y como ya se indicó, toda vez que dicho instrumento normativo no tiene injerencia en el área de playa marítima y zona marina, donde se construirá el cuerpo del muelle y demás obras asociadas, estos criterios de carácter específico, no resultan vinculantes con el proyecto.

De acuerdo con lo antes indicado se analiza el proyecto, *ad cautelam* con relación a los criterios específicos aplicables al Sector 4 Costa Mujeres del PDDU Península de Chacmuhuch.

CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA ASIGNADOS A LOS SECTORES DEL PDDU							
SECTOR	USO	SUPERFICIE (Ha)			CRITERIOS APLICABLES (Clave U9)		
		TOTAL	HUMEDALES	URBANO	PLAYAS Y PAISAJE	AGUA	DUNAS Y MANGLAR
4	Costa Mujeres	631.5	85.8	47.7	1,2,3,4,5,8,9,10, 11	17,18,19,21,22,23,24,25	26,27,28,29,31,32

PLAYAS Y PAISAJE

U9-1.- Para garantizar el acceso y disfrute de los espacios naturales como bien común; tales como dunas costeras, playas, manglares, lagunas y mar, entre otros, la autoridad competente deberá elaborar e instrumentar un programa de imagen urbana que ubique los accesos a la zona federal marítimo terrestre previo a la edificación de los futuros desarrollos urbanos y turísticos, asegurando la visual paisajística de los espacios.

Análisis del proyecto: Como bien lo señala este criterio, su aplicación es responsabilidad de las autoridades competentes, la promovente acatará las indicaciones y requerimiento que al respecto conforme a derecho le realicen las autoridades competentes.

U9-2.- Para recuperar el paisaje y compensar la pérdida de vegetación en las áreas de desplante de los diferentes proyectos, además de observar la disposición referente a los Coeficientes de Ocupación del Suelo (COS) y sus áreas de equipamiento, en las actividades de reforestación se deben usar de manera prioritaria especies nativas acordes a cada ambiente.

Análisis del proyecto: La zona donde se desplantará el proyecto carece en su totalidad de cobertura vegetal, por lo que el desarrollo del mismo no implicará pérdida de vegetación y en razón a la naturaleza, ubicación y descripción de las obras del proyecto, sus dimensiones no se reflejan en el COS.

U9-3.- El mantenimiento de las superficies que quedan fuera del aprovechamiento autorizado por el programa de desarrollo urbano vigente pueden ser utilizados para el establecimiento de estructuras temporales que permitan incorporar el área como elemento de recreación paisajística. Estas estructuras temporales deben ocupar menos del 5% del área a conservar. En esta área de conservación no se permite el establecimiento de equipamiento o infraestructura adicional.

Análisis del proyecto: La zona donde será construido el muelle no se encuentra regulada por el programa de desarrollo urbano vigente, por lo que este criterio no resulta vinculante para el proyecto.

U9-4.- Las autorizaciones municipales para el uso de suelo en los predios colindantes a la zona federal marítimo terrestre y las concesiones de zona federal marítimo terrestre otorgadas por la Federación, deberán ser congruentes con la conservación de los recursos y procesos naturales prioritarios de la zona.

Análisis del proyecto: En virtud de la ubicación del proyecto en la zona marina, el criterio no resulta vinculante al mismo.

U9-5.- Para asegurar la permanencia presente y futura de áreas naturales que brindan servicios y bienes ambientales, las áreas naturales que quedan fuera de las superficies de aprovechamiento autorizadas por el plan de desarrollo urbano vigente y por las autoridades ambientales competentes, deben ser inscritas en el registro público de la propiedad y el comercio como áreas de Protección de Flora y Fauna, con excepción de los predios suburbanos destinados a la construcción de casa habitación unifamiliar.

Análisis del proyecto: En virtud de la ubicación del proyecto en la zona marina que corresponde a un bien federal de la Nación, por su propia y especial naturaleza, inalienable, imprescriptible e inembargable y no se localiza en un predio de propiedad privada; el criterio no resulta vinculante.

U9-8.- En el caso de los campos de golf o usos de suelo similares que requieran la aplicación de riegos provenientes de agua de subsuelo, agroquímicos, aguas residuales tratadas y los que representen una fuente potencial de contaminación al suelo, cuerpos de agua, y mantos freáticos, deberán desarrollar durante las etapas de construcción y operación un programa de monitoreo estacional y periódico de calidad del agua, con el fin que se cumpla con los límites máximos permitidos por la norma oficial mexicana aplicable o disposición jurídica vigente. Este programa deberá ser autorizado en materia de impacto ambiental y los resultados obtenidos de los análisis deberán presentarse a la Comisión Nacional del Agua con copia a los Comités Técnico y Ejecutivo responsables de la Bitácora Ambiental para la incorporación de la información a este instrumento.

U9-9.- En las áreas previstas para campos de golf se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación nativa en las zonas adyacentes a las vialidades, áreas de acceso (fairway), áreas de tiro (tee) y en las áreas de hoyos (green).

U9-10.- En campos de golf el sistema de riego deberá incluir dispositivos de control que aseguren la optimización del uso del agua y de los agroquímicos que se utilicen, evitando la saturación del terreno y la contaminación del subsuelo y del acuífero

U9-11.- En los campos de golf, las áreas que requieran de mantenimiento intensivo con agroquímicos, deben establecerse sobre una capa impermeable que evite la infiltración de los escurrimientos al subsuelo. Dichos escurrimientos deben ser canalizados a un sistema de tratamiento de aguas para su reutilización.

Análisis del proyecto: El proyecto no contempla la construcción de algún campo de golf o usos similares, por lo que este criterio no resulta vinculante a las obras.

AGUA

U9-17.- Cuando no existan sistemas municipales para evacuación de las aguas residuales municipales, los propietarios de hoteles, fraccionamientos, condominios, plazas comerciales, clubes y similares, deberán instalar sistemas de tratamiento, reciclaje y disposición final de las aguas residuales, para satisfacer las condiciones particulares de descarga que determinen las autoridades competentes y las normas oficiales mexicanas aplicables.

Análisis del proyecto: El proyecto no corresponde a hoteles, fraccionamientos, condominios, plazas comerciales, clubes y similares y no prevé la utilización de agua o generación de aguas residuales, por lo que el criterio no resulta vinculante a la naturaleza y alcance de las obras.

U9-18.- Cuando no existan sistemas municipales para evacuación de las aguas residuales municipales, los propietarios oficinas, comercios, casas particulares y similares, deberán instalar sistemas de tratamiento, para satisfacer las condiciones particulares que determinen las autoridades competentes y las normas oficiales mexicanas aplicables, de acuerdo a sus volúmenes de descarga.

Análisis del proyecto: El proyecto no corresponde a oficinas, comercios, casas particulares y similares por lo que el criterio no resulta vinculante a la naturaleza y alcance de las obras.

U9-19.- Cuando no exista el servicio de dotación de agua potable, la extracción, conducción y aprovechamiento de la misma deberá cumplir con lo estipulado por la Comisión Nacional del Agua, así como por los supuestos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y demás disposiciones aplicables.

Análisis del proyecto: El proyecto no requiere el uso de agua potable en ninguna de sus etapas de desarrollo, por lo que el criterio no resulta vinculante a la naturaleza y alcance de las obras.

U9-21.- En zonas que ya cuenten con el servicio de drenaje sanitario el usuario estará obligado a conectarse a dicho servicio, siempre y cuando estas aguas cumplan con lo dispuesto en la normatividad aplicables.

Análisis del proyecto: El proyecto no requiere el uso de agua potable y no generará aguas residuales en ninguna de sus etapas de desarrollo, por lo que el criterio no resulta vinculante a la naturaleza y alcance de las obras.

U9-22.- Con la finalidad de disminuir el volumen de los residuos sólidos municipales, así como su capacidad de contaminación, la autoridad competente promoverá el uso de los mejores sistemas para su separación, reutilización y reciclaje.

Análisis del proyecto: Como bien lo señala este criterio, su aplicación es responsabilidad de las autoridades competentes, al respecto se acatarán los requerimientos y recomendaciones que se reciban de las autoridades competentes para dar cumplimiento a lo previsto en el presente criterio.

U9-23.- Las actividades hoteleras, de centros comerciales, de restaurantes, y aquellas que sean consideradas como grandes generadores de residuos sólidos no peligrosos, están obligados a establecer programas de separación, reutilización y reciclaje de los mismos, previo a la recolección por parte del servicio de aseo urbano municipal.

Análisis del proyecto: El proyecto no corresponde a centros comerciales, restaurantes, o aquellas obras que sean consideradas como grandes generadores de residuos sólidos no peligrosos. Independientemente se contará con una Programa de manejo adecuado de los residuos sólidos que puedan ser generados por los usuarios del muelle, para su adecuado manejo y disposición final.

U9-24.- En las áreas urbanas deberá darse cumplimiento al Artículo 23 fracción VIII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente que indica a la letra: El aprovechamiento del agua para usos urbanos, deberá incorporar de manera equitativa los costos de su tratamiento, considerando la afectación a la calidad del recurso y la cantidad que se utilice.

Análisis del proyecto: El proyecto no requiere el uso de agua potable en ninguna de sus etapas de desarrollo, por lo que no se generarán aguas residuales, por lo tanto el criterio no resulta vinculante a la naturaleza y alcance de las obras.

U9-25.- Para evitar la contaminación del suelo, subsuelo y aguas subterráneas, los pozos de descarga de aguas pluviales para todos los proyectos de desarrollo, incluyendo vialidades, deberán contener mecanismos de filtración de residuos sólidos, grasas, aceites, sedimentos y los que determine la autoridad competente.

Análisis del proyecto: El proyecto no requiere la construcción de pozos de descarga de aguas pluviales, dado que no ese tipo de infraestructura no es necesaria para su operación.

DUNAS Y MANGLAR

U9-26.- En los programas de rescate de fauna silvestre que deben elaborarse y ejecutarse con motivo de la eliminación de la cobertura vegetal de un predio, se deberá incluir el sitio de reubicación de los ejemplares dentro de las zonas con políticas y/o usos de suelo de aprovechamiento de flora y fauna, protección, forestal y preservación que se encuentran en el municipio, en congruencia con las necesidades de hábitat de la fauna que se trate.

Análisis del proyecto: El proyecto no requiere la ejecución de un programa de rescate de fauna con motivo de la eliminación de la cobertura vegetal de un predio, puesto que la zona de desplante del muelle será en la zona marina que carece de vegetación en su totalidad.

U9-27.- Los residuos vegetales derivados del mantenimiento de áreas verdes deberá triturarse y disponerse en los sitios que indique la autoridad competente.

Análisis del proyecto: El proyecto no contempla la construcción o mantenimiento de área verdes, por lo que este criterio no es vinculante.

U9-28.- Con la finalidad de proteger a la fauna silvestre que se ubique en las áreas de protección de flora y fauna, el tránsito de vehículos que se realice en cualquier tipo de vialidad deberán respetar una velocidad máxima de 40 km/hr; para lo cual se establecerán señalizaciones horizontales y verticales que con topes y reductores de velocidad aseguren el cumplimiento de esta disposición.

Análisis del proyecto: El proyecto no contempla el uso de vehículos terrestres y no incide en alguna área de protección de flora y fauna.

U9-29.- En las plantas de tratamiento de aguas residuales y de desactivación de lodos deberán establecerse franjas de vegetación arbórea de al menos 30 m de ancho que presten el servicio de barreras dispersantes de malos olores.

Análisis del proyecto: El proyecto no contempla la construcción u operación de plantas de tratamiento de aguas residuales debido a que estas no se requieren dada la naturaleza y alcance de las obras.

U9-31.- Con el fin de preservar la duna como un hábitat de especies especialistas (aquellas especies que sólo pueden vivir bajo condiciones alimenticias o ambientales muy concretas) y que contribuyen como elementos de protección costera, la edificación de cualquier infraestructura deberá observar lo estipulado en el apartado de criterios mareomotrices del Programa Parcial de la Península

Chacmucuch y/o programa de desarrollo urbano vigente, siempre y cuando se ubiquen detrás de la primera duna, comprueben que dicho desplante de infraestructura no afecta la conformación y continuidad de las dunas costeras; que no afecta los proceso de anidación de tortugas marinas y demás especies protegidas y que no se incrementaran los proceso erosivos.

Análisis del proyecto: El muelle y arrecifes artificiales serán desplantados en la zona marina, por lo que no inciden directamente en el área de dunas costeras o embrionarias y el presente criterio no resulta vinculante.

U9-32.- Se promoverá la reforestación de la duna costera en todos los predios.

Análisis del proyecto: El muelle y arrecifes artificiales serán desplantados en un bien nacional y no en un predio de propiedad privada.

III.3.3. Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península Chacmucuch en la zona continental del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo

Por definición Constitucional los Programas de Desarrollo Urbano tienen como función imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular en beneficio social el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con el objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana, atribuyéndole a los municipios la facultad para formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal dentro de su ámbito territorial. En este sentido el Programa de desarrollo urbano de la Península Chacmucuch en la zona continental de Isla Mujeres no afecta la zona federal marítimo terrestre, playas, ni la zona marina o mar territorial donde tendrán lugar las obras proyectadas, los cuales corresponden a bienes nacionales de uso común conforma lo previsto en los artículos 6 y 7 de la Ley General de Bienes Nacionales, por lo que este instrumento normativo no es vinculante con el proyecto.

III.4. Otros Instrumentos Normativos

III.4.1. Áreas Naturales Protegidas

La zona marina donde se ubicará el muelle no forma parte ni colinda con algún área natural protegida. Sin embargo, se encuentra relativamente cercana a dos áreas naturales protegidas ubicadas de la siguiente manera:

Al oeste, del otro lado de la vialidad intermunicipal y a una distancia de aproximadamente 1.30 Km, se encuentra el límite del Área Natural Protegida denominada Reserva de la Biósfera del mar Caribe la cual incluye al Sistema Lagunar

Chacmochuch, con categoría de zona sujeta a conservación ecológica, refugio estatal de flora y fauna ubicada en los Municipios de Benito Juárez e Isla Mujeres, Quintana Roo.

Hacia el Este Sureste del área donde se pretende ejecutar el proyecto aproximadamente a 4.58 kilómetros se ubica el límite de la poligonal I del Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc (**Figura III_ 5**).

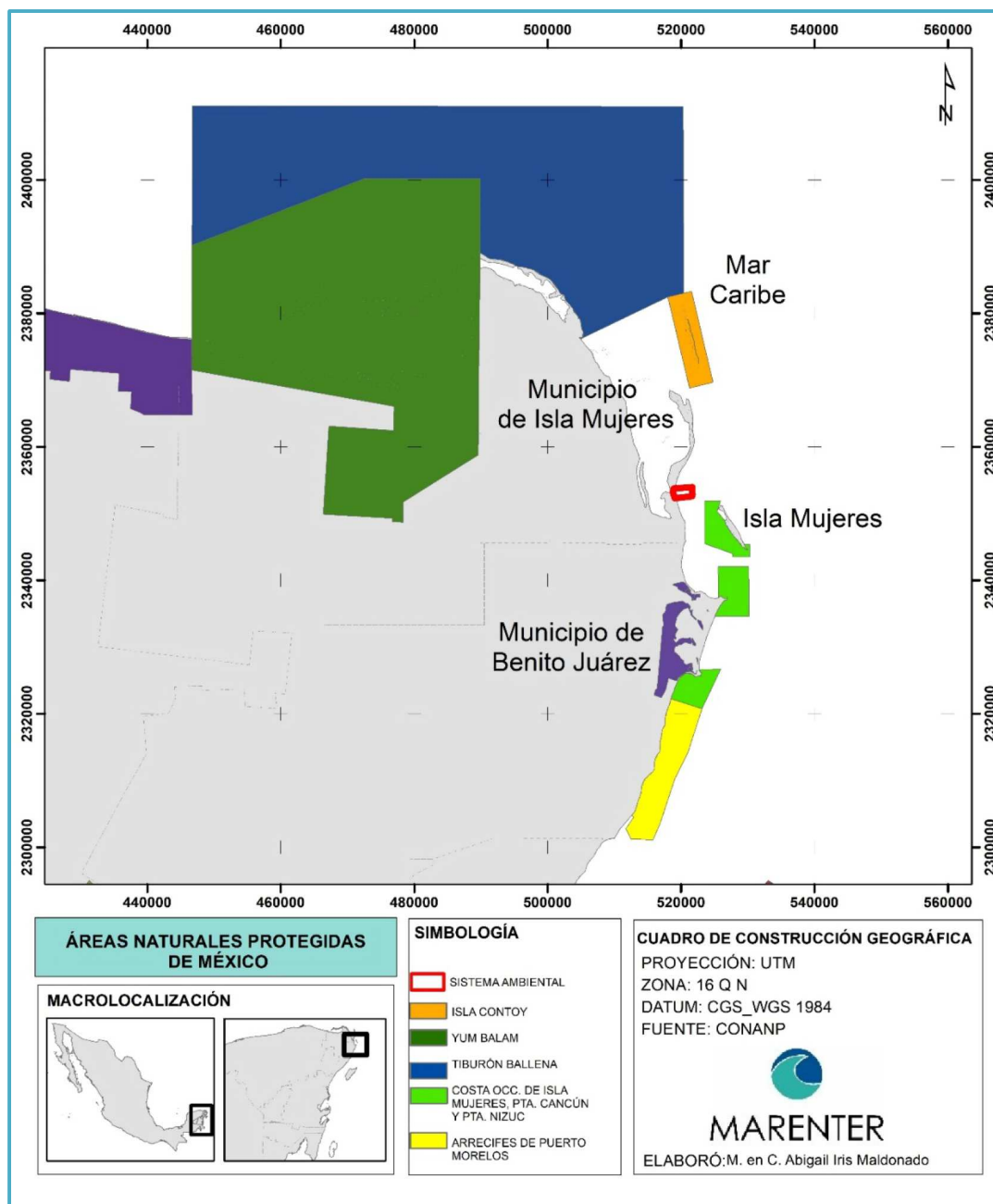


Figura III_ 5. Ubicación del proyecto con respecto a las Áreas Naturales protegidas de competencia de la Federación.

III.5. Regiones Prioritarias

III.5.1. *Regiones Prioritarias establecidas por la CONABIO*

Con el fin de optimizar los recursos financieros, institucionales y humanos en materia de conocimiento de la biodiversidad en México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ha impulsado un programa de identificación de regiones prioritarias para la biodiversidad, considerando los ámbitos terrestre (regiones terrestres prioritarias), marino (regiones prioritarias marinas) y acuático epicontinental (regiones hidrológicas prioritarias), para los cuales, mediante sendos talleres de especialistas, se definieron las áreas de mayor relevancia en cuanto a la riqueza de especies, presencia de organismos endémicos y áreas con un mayor nivel de integridad ecológica, así como aquéllas con mayores posibilidades de conservación en función a aspectos sociales, económicos y ecológicos. Con este marco de planeación regional, se espera orientar los esfuerzos de investigación que optimicen el conocimiento de la biodiversidad en México.

El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen 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.

Respecto a las Regiones Marinas Prioritarias (RMP) la CONABIO señala que la vastedad de los ecosistemas marinos es una de las principales razones por las que su conocimiento e información son, frecuentemente, escasos y fragmentados. Sin embargo, la intrincada dependencia del hombre de los recursos y la conciencia de que estos recursos están siendo fuertemente impactados por las mismas actividades humanas, ha planteado la necesidad de incrementar el conocimiento sobre el medio marino, a todos los niveles, para emprender acciones que conlleven a su mantenimiento, conservación, recuperación o restauración.

En mayo de 1998, la CONABIO inició 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.

Para las regiones prioritarias identificadas se elaboraron mapas del territorio nacional de las áreas prioritarias consensuadas por su biodiversidad, uso de recursos, carencia de información y potencial para la conservación, así como una ficha técnica de cada área

con información de tipo biológico y físico, problemática y sugerencias identificadas para su estudio, conservación y manejo. Empleando estas cartas se vinculó la zona marina de interés con dichas áreas encontrando que el sistema ambiental regional en el que está inmerso el sitio del proyecto, es adyacente con la RTP No. 146 denominada Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam (**Figura III_ 6**) y se traslapa con la RMP No. 62 denominada Dzilam-Contoy (**Figura III_ 7**).

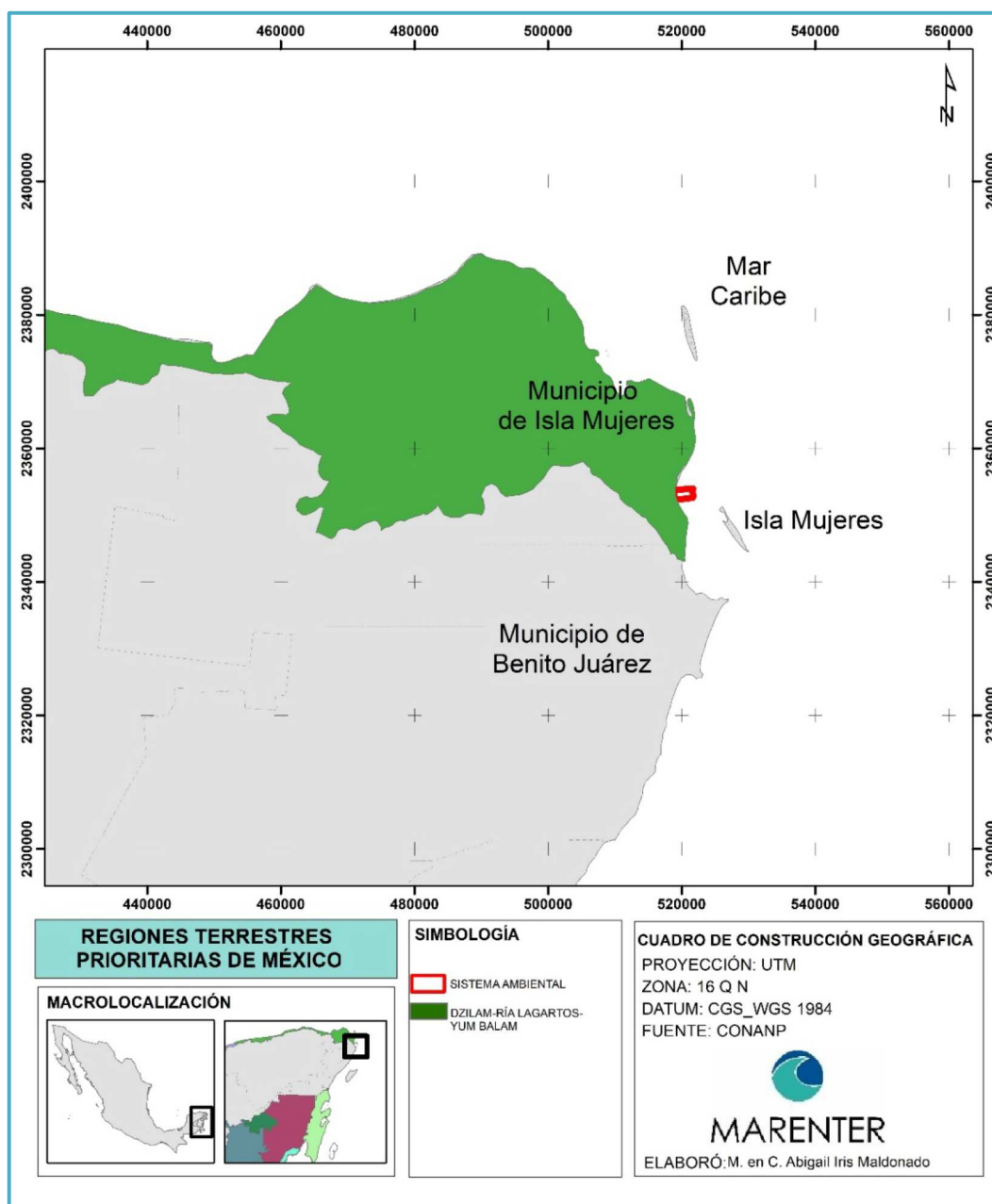


Figura III_ 6. Localización del proyecto con respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias de México.

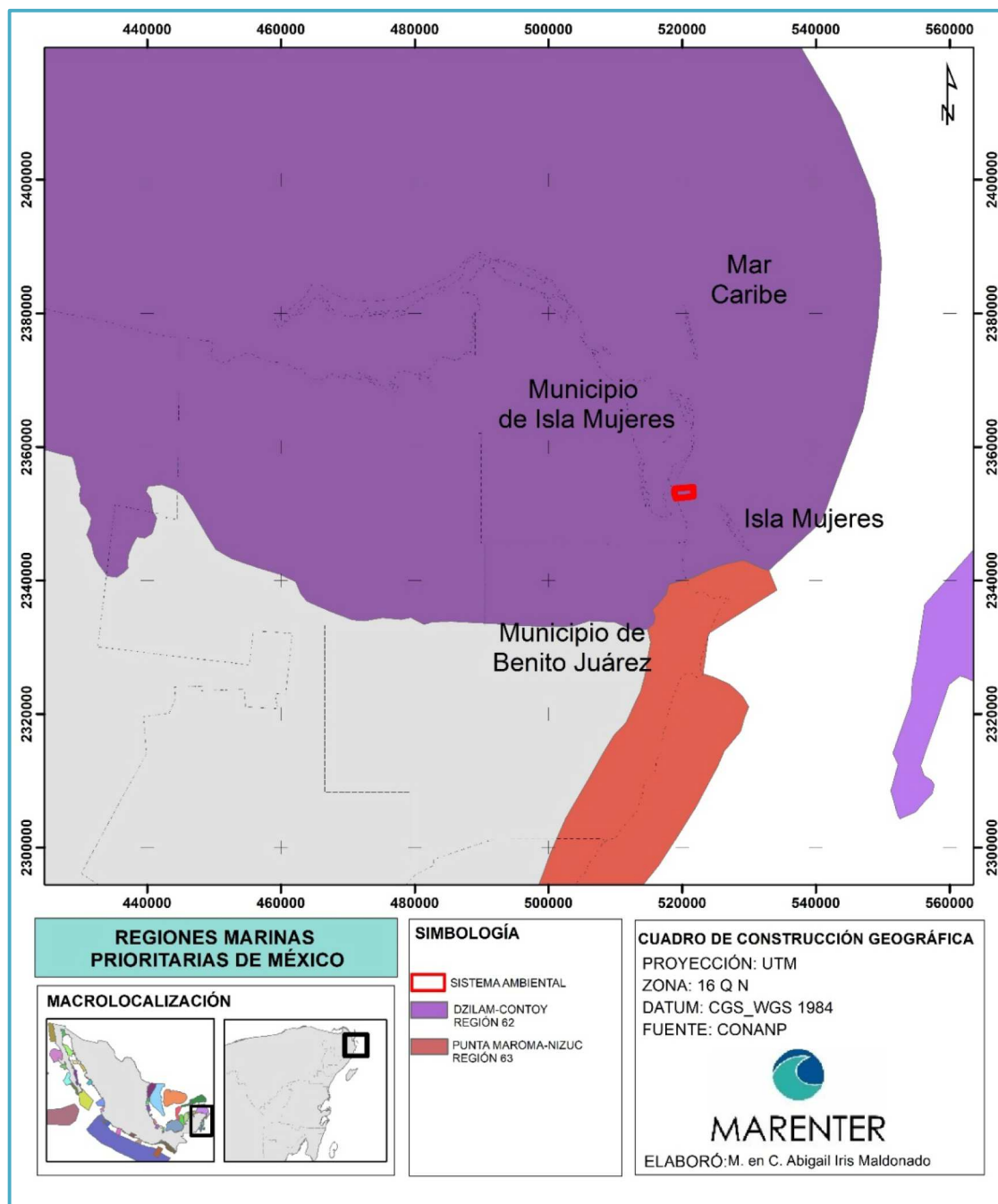


Figura III_ 7. Localización del proyecto con respecto a las Regiones Marinas Prioritarias de México RMP-62 Dzilam Contoy.

La RTP 146, Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam, adyacente a la zona marina de interés, comprende los humedales del norte de Yucatán; posee un alto valor tanto biogeográfico como ecosistémico y constituye un área homogénea desde el punto de vista topográfico.

El principal tipo de vegetación representado en esta región es el manglar. Dentro de esta RTP se incluyen dos ANP: Isla Holbox y Ría Lagartos.

De acuerdo con la ficha técnica de esta región, el valor para la conservación de esta área se considera como sigue:

- Por su diversidad ecosistémica: medio (2)
- Por su integridad ecológica funcional: alto (4)
- Por su función como corredor biológico: no se conoce (0)
- Por la presencia de endemismos: medio (2)
- Por su riqueza específica: bajo (1)
- Por su función como centro de origen y diversificación natural: no se conoce (0)
- Por su función como centro de domesticación o mantenimiento de especies útiles: no se conoce (0)
- Por la pérdida de superficie original: nulo (0)
- Por el nivel de fragmentación de la región: medio (2)
- Por los cambios en la densidad poblacional: estable (1)
- Por la presión sobre especies clave: no se conoce (0)
- Por la concentración de especies en riesgo: no se conoce (0)
- Por prácticas de manejo inadecuado: medio (2)
- Por la proporción del área bajo algún tipo de manejo adecuado: medio (2)
- Por la importancia de los servicios ambientales: medio (2)
- Por la presencia de grupos organizados: alto (3)

La problemática ambiental asociada a esta región incluye el crecimiento urbano desordenado en la zona costera, las actividades industriales con poca regulación incluyendo la pesca, la salinera y el sobrepastoreo de ganado. Es importante señalar que las obras proyectadas no afectarán en modo alguno el ecosistema de manglar localizado al Oeste de la zona marina de interés y no contribuirá a agravar la problemática asociada a esta región, porque no dará lugar a crecimiento urbano desordenado, y no impulsará actividades industriales sin regulación ni sobrepastoreo de ganado.

La RMP 62, Dzilam-Contoy que incluye la zona marina de interés, así como playas, dunas, marismas, petenes, arrecifes en la zona norte de Quintana Roo, presenta aportes de agua dulce por ríos subterráneos y lagunas. Es una zona de transición entre la biota de Golfo de México y la del Mar Caribe, cuya biodiversidad incluye plancton, moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, tortugas, peces, aves, mamíferos marinos, manglares. Hay endemismos de plantas (*Mammillaria sp.*, *Coccothrinax readii*, *Echites yucatanensis*, *Hylacereus undatus*, *Krugiodendrum jeneum*, *Nopalía gaumerii*) y moluscos (*Octopus maya*). Es zona migratoria, de reproducción, anidación, crecimiento y refugio de aves, crustáceos (langosta y camarón) y peces. Es de importancia ecológica por presentar ecosistemas de sostenimiento para muchos organismos.

Presenta pesca muy activa, organizada en cooperativas, industrial, cultivos y libres; se explotan moluscos (pulpo), peces (escribano, escama), camarón y langosta. También presenta zonas turísticas pequeñas pero de relevancia (turismo de alto impacto y ecoturismo).

La problemática señalada en la ficha técnica incluye la modificación del entorno: fractura de arrecifes, remoción de pastos marinos y dragado; contaminación: en los muelles y puertos, por petróleo, embarcaciones pesqueras, turísticas y de carga; y uso de recursos: presión sobre las langostas y el caracol rosado. Hay pesca ilegal, arrastres, trampas no selectivas y colecta de especies exóticas.

Las obras y actividades proyectadas no contribuirán significativamente a agravar la problemática detectada por la CONABIO, en principio por su magnitud y la de su área de influencia respecto de la región marina prioritaria; además porque no afectará en modo alguno los arrecifes cercanos, ni incrementará la presión sobre la langosta o el caracol rosado, ni dará lugar a la pesca ilegal.

III.6. Estatus Jurídico Ambiental del proyecto

El Artículo 35 de la Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente establece que para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28 de la Ley, la SEMARNAT se sujetará a lo que establezca esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente, y únicamente podrá negar la autorización solicitada cuando:

- a) Se contravenga lo establecido en esta Ley, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones aplicables;
- b) La obra o actividad de que se trate pueda propiciar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o cuando se afecte a una de dichas especies, o
- c) Exista falsedad en la información proporcionada por los promoventes, respecto de los impactos ambientales de la obra o actividad de que se trate.

Como quedó de manifiesto en los apartados previos de este Capítulo, las obras y actividades propuestas para el desarrollo del proyecto “Muelle Costa Mujeres” no contravienen la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente ni su

Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos o su Reglamento, la Ley General de Bienes Nacionales ni su Reglamento, la Ley de Puertos ni su Reglamento, la Ley de Navegación y Comercios Marítimos o su Reglamento, Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.

De acuerdo con los análisis realizados, la zona marina en la que se proyecta construir y operar el Muelle está regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, que de acuerdo a la ubicación del proyecto le aplican las acciones señaladas en la UGA 174, acciones que no se contraponen con las obras y actividades que se plantean para el proyecto, tal y como quedo asentado dentro del apartado de vinculación con dicho ordenamiento. La zona tampoco se localiza al interior de algún área natural protegida de competencia federal o estatal, por lo que no cuenta con plan de manejo. Tampoco se encuentra al interior de alguna región hidrológica prioritaria, ni de alguna región terrestre prioritaria.

De acuerdo con el análisis de vinculación con las normas oficiales mexicanas aplicables, es claro que las obras y actividades proyectadas no rebasan los límites establecidos en ellas, no afectarán especies con alguna categoría de riesgo, ni la integridad del flujo hidrológico del humedal costero cercano o su productividad natural o la integridad de sus zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje o la integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales, ya que la zona donde tienen lugar los intercambios de agua marina y dulce se localizan a unos 15.55 Km aproximadamente al norte del área de interés.

Por otra parte, aunque la zona marina del proyecto forma parte de la región marina prioritaria Dzilam-Contoy, las obras y actividades proyectadas no contribuirán significativamente a agravar la problemática detectada por la CONABIO, en principio por la magnitud de las obras y la de su área de influencia respecto de la región marina prioritaria; además porque no afectará en modo alguno los arrecifes cercanos, ni incrementará la presión sobre los pastos marinos, la langosta o el caracol rosado, ni dará lugar a la pesca ilegal.

Se concluye que las obras y actividades proyectadas no pondrán en riesgo la calidad ambiental de la zona, ni generarán riesgo ambiental o daño ecológico o afectarán de manera irreversible los recursos naturales presentes en la zona de construcción y área de influencia por la operación del muelle rústico, puesto que las obras y actividades propuestas no rebasan los parámetros establecidos en la legislación vigente.

La generación de la información que se presenta en este manifiesto no existe falsedad, ni dolo respecto de los impactos ambientales de la obra o actividad que se evalúa. Como se mencionó previamente y como se sanciona en la Carta Responsiva que acompaña

este manifiesto, las aseveraciones plasmadas son ciertas y están sustentadas en los datos, mismos que fueron recogidos utilizando las mejores técnicas a nuestro alcance y mediante un proceso repetible y medible, cuyo método de empleo forma parte de este documento.

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

En este capítulo se describirá y se analizará el Sistema Ambiental (SA) delimitado para el Proyecto “Muelle Majestic”. La información que se presenta en este apartado, es el resultado de una prospección de campo, aplicando técnicas y métodos de muestreos para conocer y obtener registros de la flora y fauna terrestre, así como de la zona marina del proyecto al interior del Sistema Ambiental.

Se realizó también una revisión exhaustiva de artículos científicos, informes, estudios realizados para la zona y literatura publicada por fuentes oficiales como el INEGI, CONABIO, CONANP, CONAFOR, SEMARNAT, Universidad Nacional Autónoma de México, (UNAM), Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), así como los estudios emitidos por las autoridades Local y Estatal, entre otros.

Del análisis de los componentes naturales y sociales se obtendrá un escenario concreto de las condiciones ambientales actuales del área de estudio y las tendencias de desarrollo y deterioro que permitirán identificar correctamente el efecto del proyecto durante su construcción y operación.

IV.1. Delimitación del área de estudio

Para la delimitación del Sistema Ambiental (SA) se analizaron las interacciones que habrá entre las actividades a realizar para el desarrollo del proyecto y el medio ecológico y ambiental del sitio donde se pretende llevar a cabo el proyecto. El SA se refiere al área en torno a éste que puede influenciar al proyecto y ser influenciada por el mismo de manera directa e indirecta.

Si bien la guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector turístico modalidad: particular, misma que señala que para la delimitación del área de estudio *se utilizará la regionalización establecida por las Unidades de Gestión Ambiental del ordenamiento ecológico (cuando exista para el sitio y esté decretado y publicado en el Diario Oficial de la Federación o en el boletín o periódico oficial de la entidad federativa correspondiente), la zona de estudio se delimitará con respecto a la ubicación y amplitud de los componentes ambientales con los que el proyecto tendrá alguna interacción, por lo que podrá abarcar más de una unidad de gestión ambiental de acuerdo con las características del proyecto, las cuales serán consideradas en el análisis.* Para el caso del proyecto definir el SA a partir de las Unidades de Gestión Ambiental, daría como resultado un SA demasiado grande que puede llegar a minimizar

el resultado de la valoración de los impactos ambientales que se describirán en el Capítulo V de la presente MIA-P.

Debido a lo anterior, se realizó un análisis de la ubicación de las obras del proyecto con la información geográfica, física y biológica disponibles de la zona, utilizando como base los límites de los ambientes, perturbaciones antrópicas y la batimetría obtenida, mismos que se describen posteriormente en este capítulo.

Se consideran a continuación dos criterios de importancia para proceder a la delimitación del SA del proyecto:

- Criterios de planeación

El proyecto será desarrollado dentro del Municipio de Isla Mujeres, por lo tanto sus efectos sociales y económicos se circunscriben a ese entorno geográfico. Consecuentemente, la delimitación del SA se ubica dentro de los límites de dicho Municipio.

- Criterios ambientales

Los criterios ambientales identificados están relacionados con los diferentes ambientes presentes, así como la interacción que estos tienen con la zona delimitada. Como primer punto se consideró la cartografía digital disponible en el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), en particular, la Carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie IV (escala 1:250000) que establece que en la colindancia con el SA delimitado, existen los siguientes tipos de ecosistema: duna costera y áreas sin vegetación aparente.

Tomando en cuenta la cartografía mencionada, se observa una distribución homogénea de los ecosistemas terrestres colindantes con el SA. Esto se debe a que las asociaciones vegetales identificadas se distribuyen en forma de franjas paralelas a la línea de costa, con dirección hacia la Laguna Chacmochuch. En primer orden y casi colindante con el área marina, encontramos una franja de playa arenosa, seguida de una franja de vegetación de duna costera. Seguidamente se observa una franja (tierra adentro) de matorral costero; y posteriormente encontramos una franja discontinua y fragmentada de Selva baja. Finalmente, colindante con la Laguna Chacmochuch, hay una franja de vegetación de manglar que corresponde propiamente a un humedal costero. Sin embargo, dada la naturaleza del proyecto y su desplante dentro de la zona marina, se considera que no habrá afectación a la vegetación terrestre, misma que actualmente ya está impactada por la presencia misma de la carretera y desarrollos hoteleros.

Por otra parte, tenemos que el SA se considera como una región ecológica única, ya que se ubica dentro de regiones prioritarias únicas. En toda su extensión no encontramos más de dos Regiones Terrestres Prioritarias, pues sólo se ubica dentro de la RTP 97 “Tzilam-Ría Lagartos-Yum Balam”; así mismo, pertenece a la Región Marina

Prioritaria (RMP) número 62 “Dzlima-Contoy”. Finalmente lo ubicamos dentro de la Región Hidrológica Prioritaria número 103 “Contoy”.

En otro orden de ideas, el SA posee características físicas (medio abiótico) que son homogéneas y similares a las de la porción terrestre adyacente a las obras del proyecto. De acuerdo con las cartas temáticas del INEGI, el tipo de suelo en toda la extensión corresponde a un arenosol, la hidrología superficial tiene un coeficiente de escurrimiento de 0 a 5%, la hidrología subterránea corresponde a material no consolidado con posibilidades bajas de funcionar como acuífero, el clima es cálido subhúmedo -Aw0(x’)-, y se encuentra ubicado dentro en la unidad geológica (sistema Q, suelo litoral del cuaternario), y en la región hidrológica RH32.

Finalmente, tenemos el área marina, que corresponde al Mar Caribe, una masa extensa de agua salada homogénea en gran parte de su extensión en la zona de estudio, por lo que los límites del SA establecidos dentro del área marina, serán idénticos en cualquier ámbito de aplicación.

Con base en todo lo antes expuesto, se optó por definir el Sistema Ambiental del proyecto en un polígono con una superficie de 364 Ha, cuyo límite es la delimitación de la ZOFEMAT y de los cuales 1.94 Ha corresponden a la playa y 362 Ha a la porción marina (**Figura IV_ 1**).

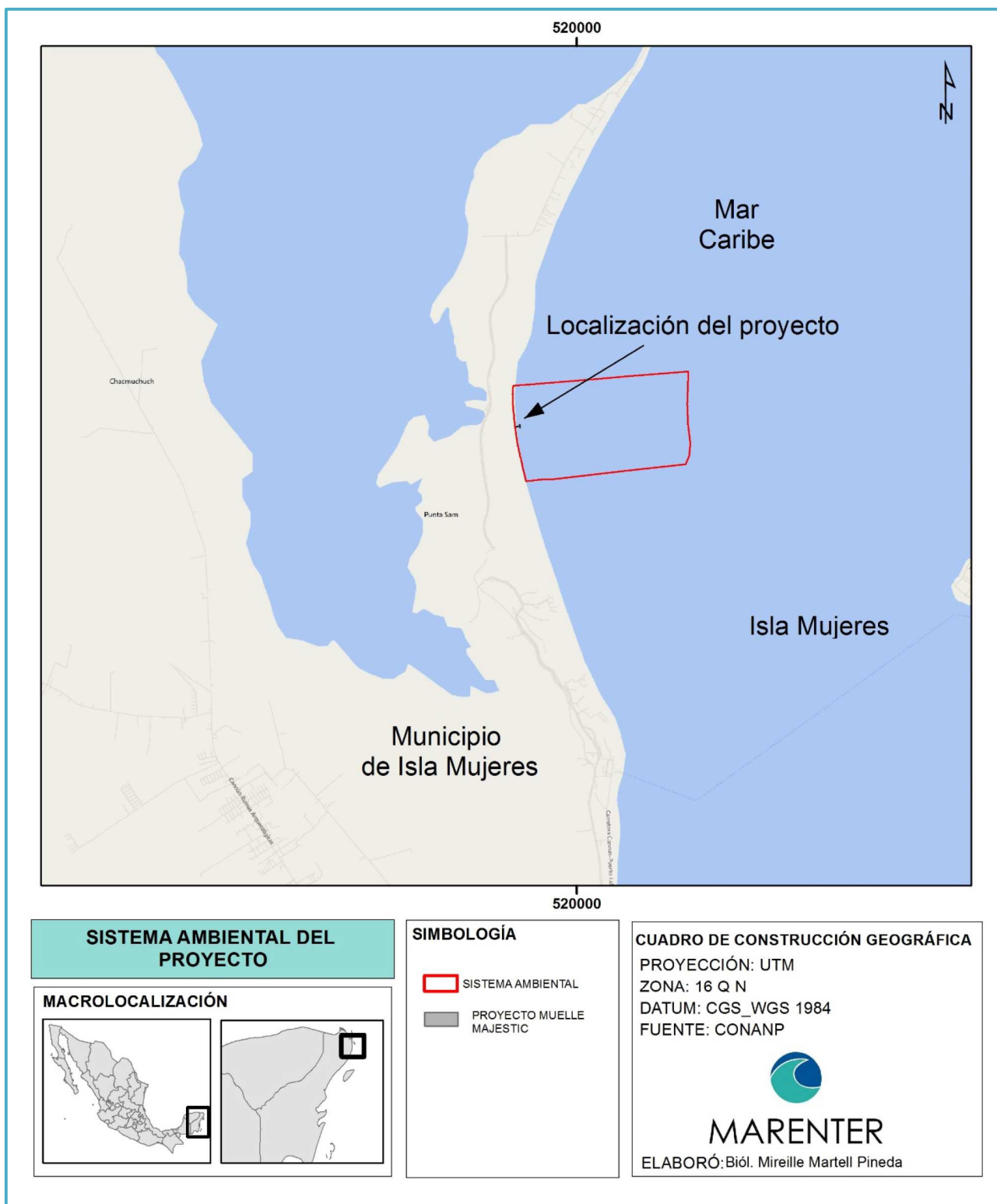


Figura IV_ 1. Sistema Ambiental definido para el proyecto

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental

La caracterización y análisis de los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos del SA del proyecto, se realizó a partir del análisis de información bibliográfica y recursos electrónicos, así como de los datos obtenidos en el trabajo de campo. Los parámetros seleccionados para la caracterización y análisis del SA, responden a las características geográficas y geológicas de la zona donde se ubica el proyecto.

Cabe destacar que algunos aspectos del medio en este capítulo, están referidos a nivel regional dado que es la información oficial encontrada. Sin embargo, los datos puntuales del área del proyecto fueron obtenidos durante el trabajo de campo realizado.

IV.2.1. Aspectos abióticos

IV.2.1.1. Clima

El Sistema Ambiental está situado dentro de la zona intertropical que le brinda un conjunto de condiciones características a la Península de Yucatán. Los factores locales como la influencia marina por la cercanía del Mar Caribe al este y con el Golfo de México al norte y oeste son de importancia. Adicionalmente, reducida elevación sobre el nivel del mar y la ausencia de prominencias orográficas que puedan causar modificaciones importantes en los rasgos macro climáticos permite que la influencia marina abarque prácticamente toda la Península.

Conforme a la carta de Unidades climáticas del INEGI, el SA presenta un tipo de clima Aw0 (x') el cual corresponde a cálido subhúmedo, siendo el clima más seco de esta clasificación. Se ha reportado una temperatura media anual mayor a 22°C hasta 26.6 °C. Con temperatura de 18°C en el mes más frío, y una variación de temperatura media mensual entre el mes más frío y el más caliente menor a 5°C, por lo que se considera isotermal. Presenta regímenes de lluvias en verano y una precipitación medio anual de 1,012.87 mm que puede oscilar entre 500 a 2,500 mm.

El mes menos caluroso es enero y el más cálido puede caer antes o después del solsticio de verano, es decir, durante los meses de mayo, junio, julio o agosto (**Figura IV_ 2**).

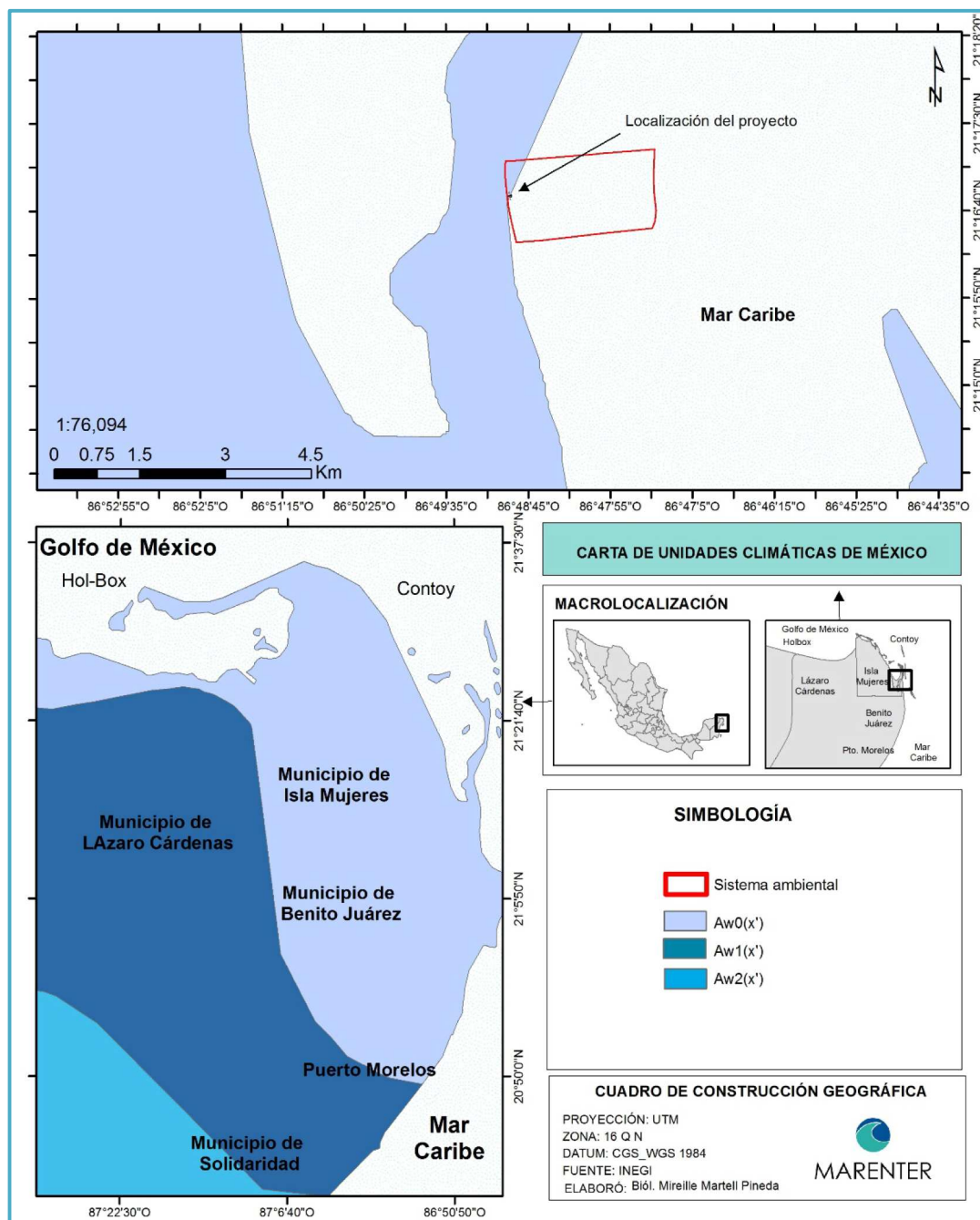


Figura IV_2. Climas presentes en el Estado de Quintana Roo y en el SA.

IV.2.1.2. Temperatura

La temperatura media histórica (1988-2013) para la zona ha registrado un valor promedio mínimo de 25.7°C en 2010, máximo de 28.1°C en 2001 y un promedio general de 26°C. Los valores extremos absolutos encontrados varían aproximadamente en 10

grados, presentándose un valor extremo máximo de 31°C registrado en el mes de agosto del 2004 y un mínimo de 21.2°C en diciembre de 2010 (**Figura IV_ 3**).

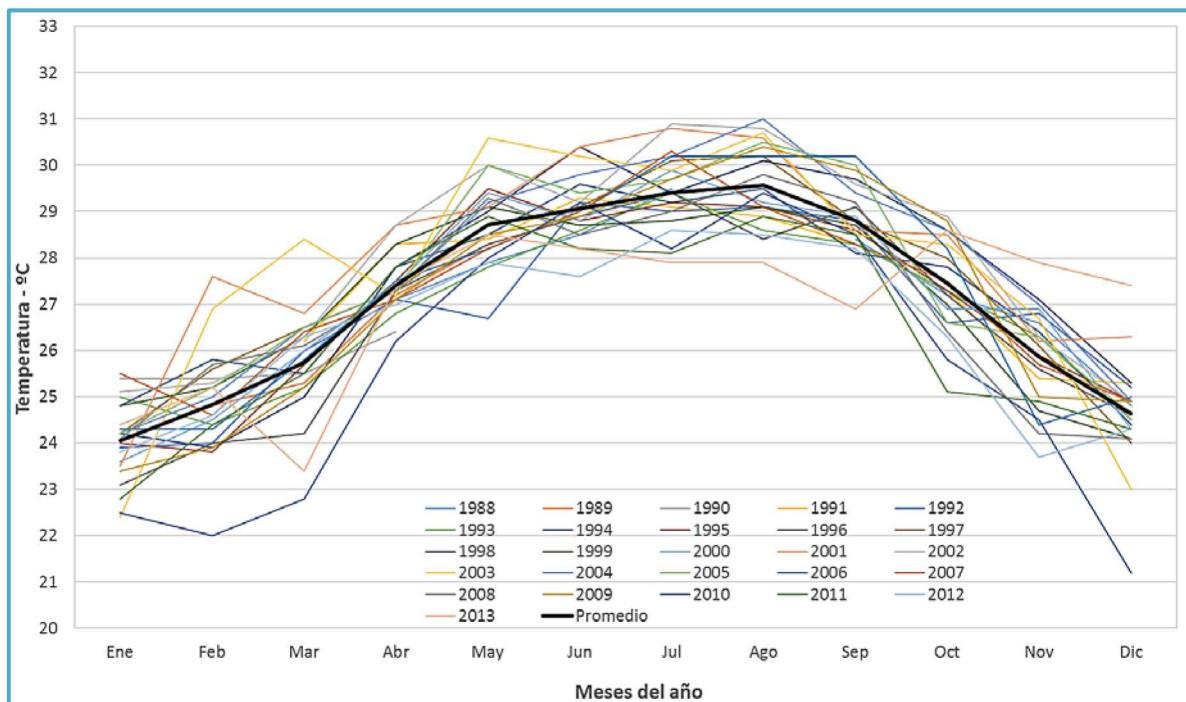


Figura IV_ 3. Temperatura media mensual en Cancún de 1988 al 2013

Analizando las temperaturas medias promedio, es notable que históricamente (1988-2013) el mes más caliente en Cancún es agosto en donde se registran en promedio 29.6°C y el mes más frío es enero con un valor mínimo de 24.1°C. Durante los meses Julio y Agosto se registran las temperaturas más altas y en diciembre, enero y febrero las más bajas.

IV.2.1.3. Precipitación media anual

En el SA se registra una precipitación total anual de 1,000 a 1,200 mm (Merino y Otero, 1991). La temporada húmeda comprende el período de Junio a Diciembre, durante el cual ocurre el 77 % de la precipitación anual total (**Figura IV_ 4**).

Durante la mayor parte del año el cielo se encuentra medio nublado con formaciones columbiformes (de desarrollo vertical) que generan chubascos frecuentes. La precipitación se presenta durante todo el año, es mayor en los meses de junio, septiembre y octubre, y la mínima corresponde a los meses de marzo y abril.

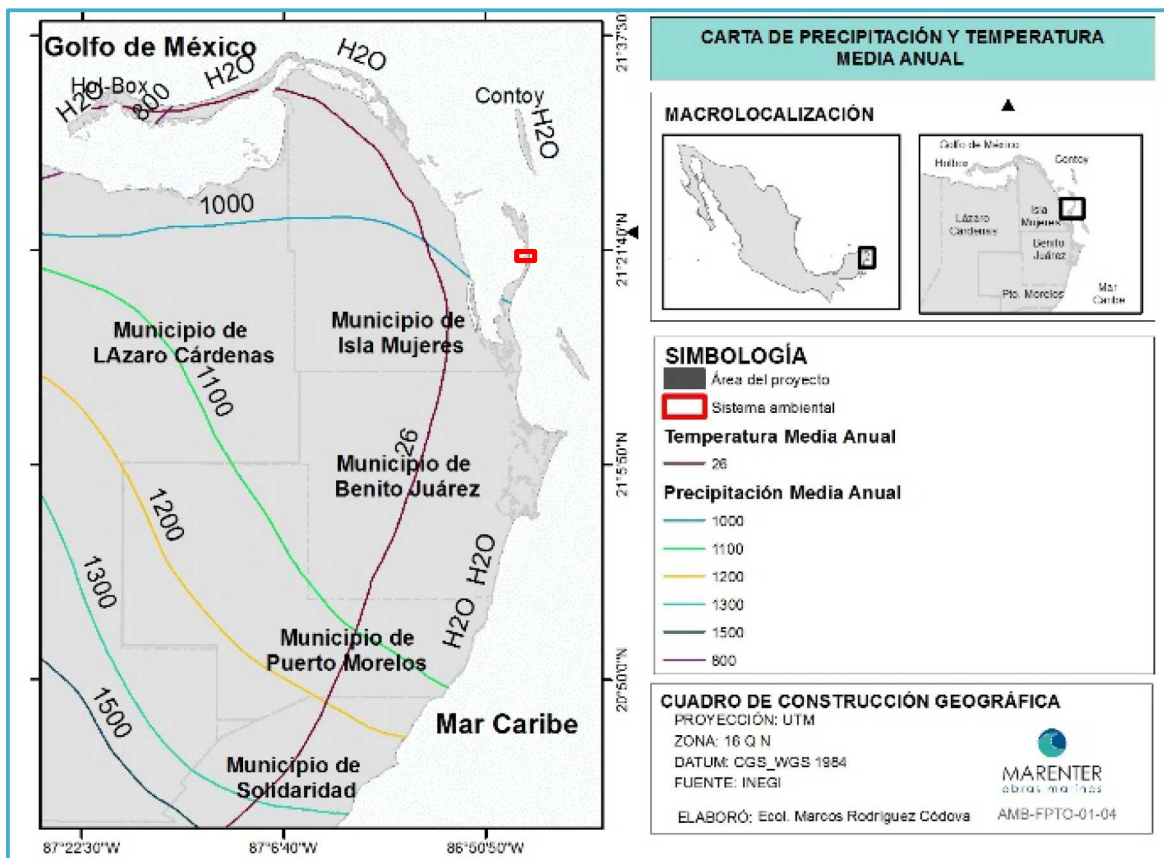


Figura IV_ 4. Temperatura y precipitación media anual del sistema ambiental del proyecto.

IV.2.1.4. Vientos dominantes

Los vientos alisios predominan durante todo el año para la zona donde se encuentra el SA, debido a la influencia de las corrientes descendentes subtropicales. Éstas emigran de las zonas de alta presión hacia las de baja presión ecuatorial, manifestando cambios en su dirección y velocidad en el transcurso del año (**Figura IV_ 5**). En los primeros meses del año (Enero-Mayo), los vientos tienen una dirección este-sureste y mantienen velocidad promedio de 3.2 m/seg. Para el lapso de junio a septiembre, los vientos circulan en dirección Este, incrementando su velocidad promedio hasta 3.5 m/seg. En noviembre y diciembre, la dirección del viento cambia hacia el Norte y presenta velocidades de 2 m/seg., lo que coincide con el inicio de la temporada de “Nortes”.

Velocidad y dirección del viento

El SA se ubica en la trayectoria de tormentas tropicales y huracanes originados en el Atlántico y Mar Caribe. Estos fenómenos tienen una alta incidencia estacional entre los meses de junio y noviembre. Cada año, la zona costera de Quintana Roo está expuesta

a la formación de varios eventos hidrometeorológicos (ciclones, tormentas y huracanes), afectando a la región de 2 a 3 en mayor o menor medida.

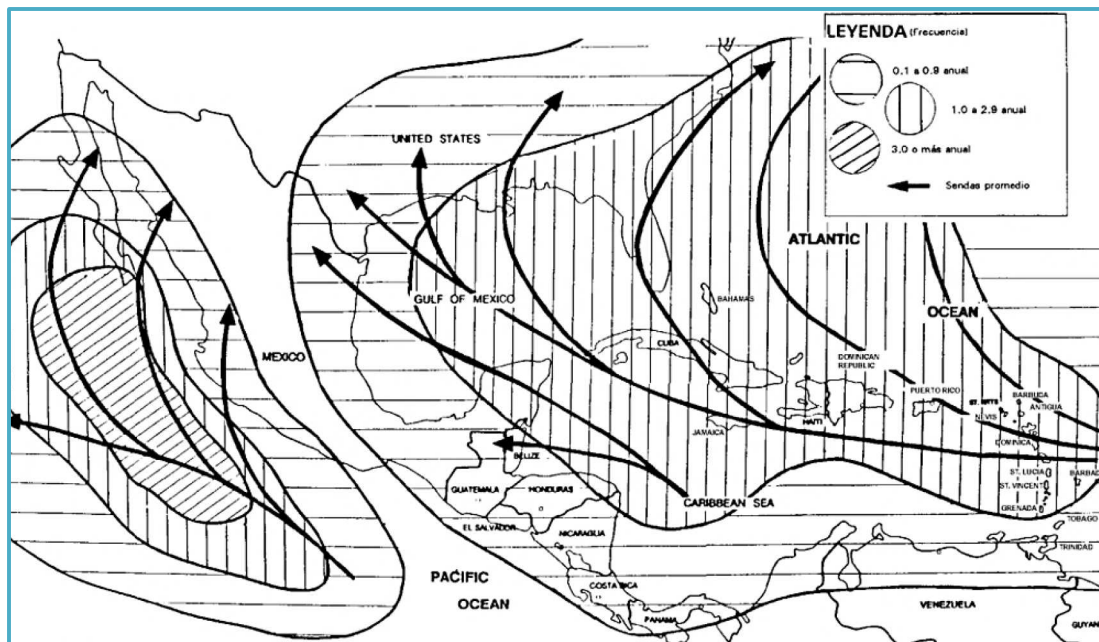


Figura IV_ 5. Fuerza y dirección del viento para la Península de Yucatán.

Además de los vientos dominantes provenientes del este, durante el verano y parte del otoño se producen fuertes corrientes eólicas del sureste y también llegan ondas tropicales e incluso ciclones, ya sea como tormentas tropicales o como huracanes. Durante el invierno así como parte de la primavera y otoño, con la incidencia de los frentes fríos predominan vientos frescos del norte, en ocasiones acompañados de lluvias y fuertes marejadas (**Figura IV_ 6**).

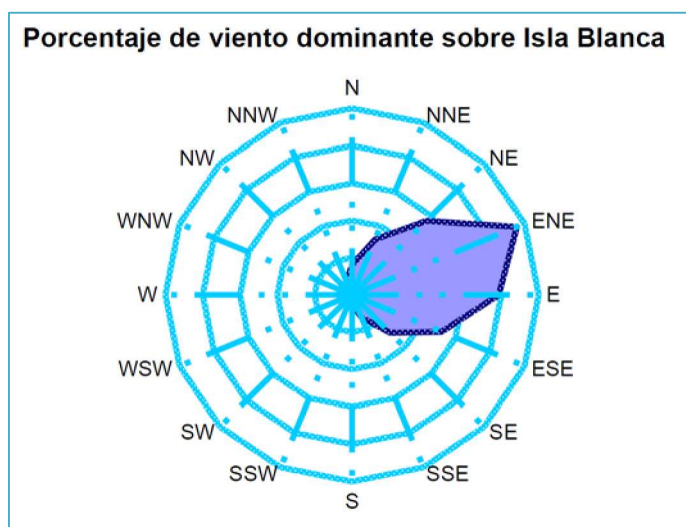


Figura IV_ 6. Promedios de vientos dominantes (de 1997 a 2006).

Datos adquiridos por una estación localizada en la ciudad de Cancún en las coordenadas (21°N 86.5°W).

IV.2.1.5. Geología y geomorfología

En el área de estudio afloran depósitos carbonatados del cuaternario, representados por una unidad de calcarenitas biógenas semiconsolidadas con estratos laminares y que en algunas zonas presenta estratificación cruzada.

De acuerdo con las cartas geológicas del INEGI claves F-1611 y F16-8 escala 1:250,000, las unidades litológicas superficiales están compuestas por rocas sedimentarias originadas desde el Terciario Superior (TS o sistema Neógeno hasta el Cuaternario (Q). El área donde se ubica el predio y su SA, está compuesta en su totalidad por rocas de tipo Caliza (cz), Litoral (li) y Lacustre (la) originadas en el periodo cuaternario (Q) y Terciario Pleistoceno (Tpl) (**Figura IV_ 7**).

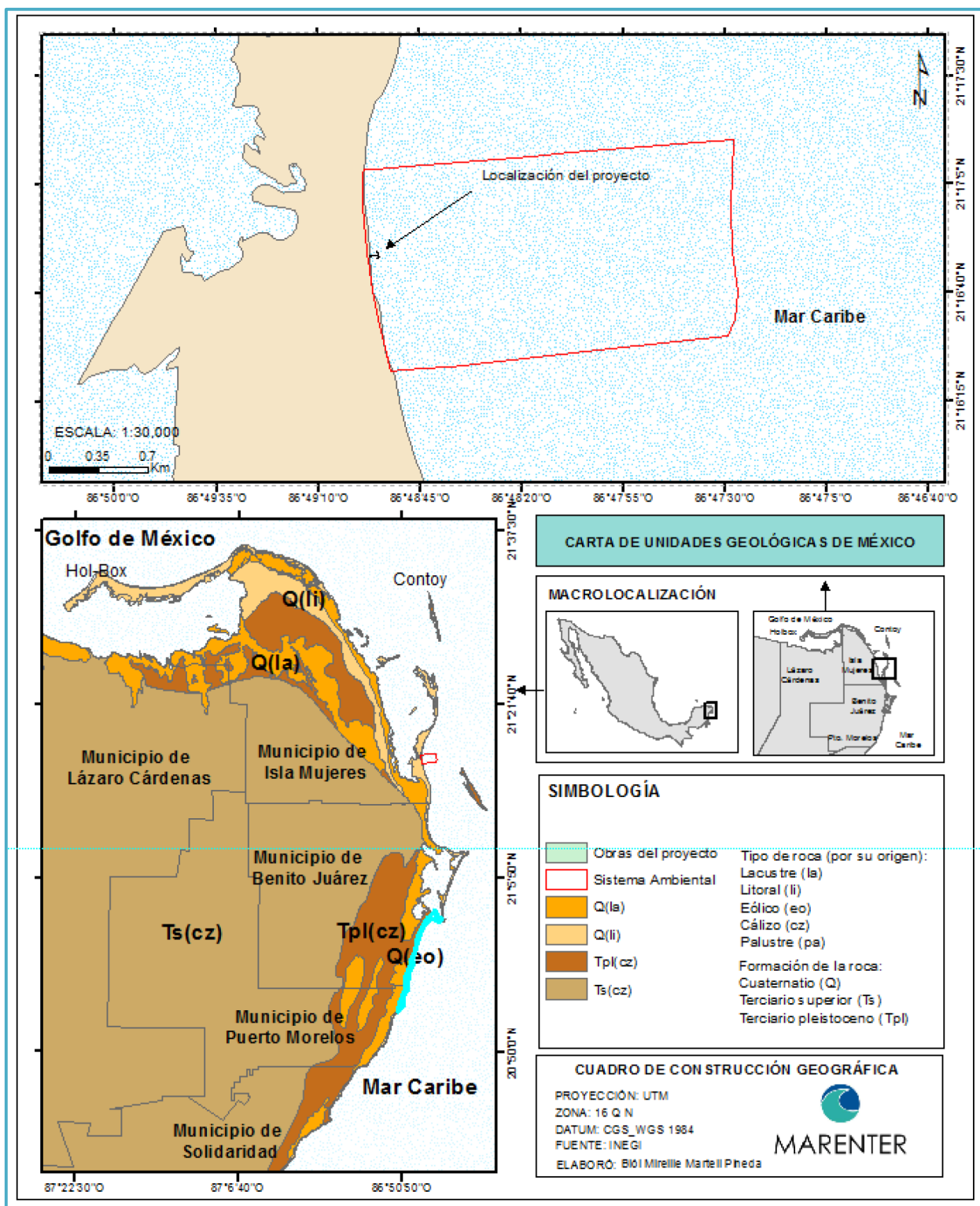


Figura IV_ 7. Localización del SA con respecto a la Carta Geológica del INEGI.

El SA se ubica dentro de la provincia fisiográfica Península de Yucatán, en la parte noreste (en donde se encuentra la Península de Chacmuhuch). Está enclavada en la subprovincia Karst Yucateco (IGg, UNAM, 1990). Se encuentra compuesta por una plataforma de sedimentos, ondulada y con desarrollo cárstico, el borde costero está dominado por llanuras bajas de origen marino reciente que forman playas y barras arenosas (**Figura IV_ 8**). Particularmente la costa Norte y Noreste de Quintana Roo es una planicie de acumulación de sedimentos marinos con flujos de agua subterránea que descargan en el mar (Lugo et. al. 1992).

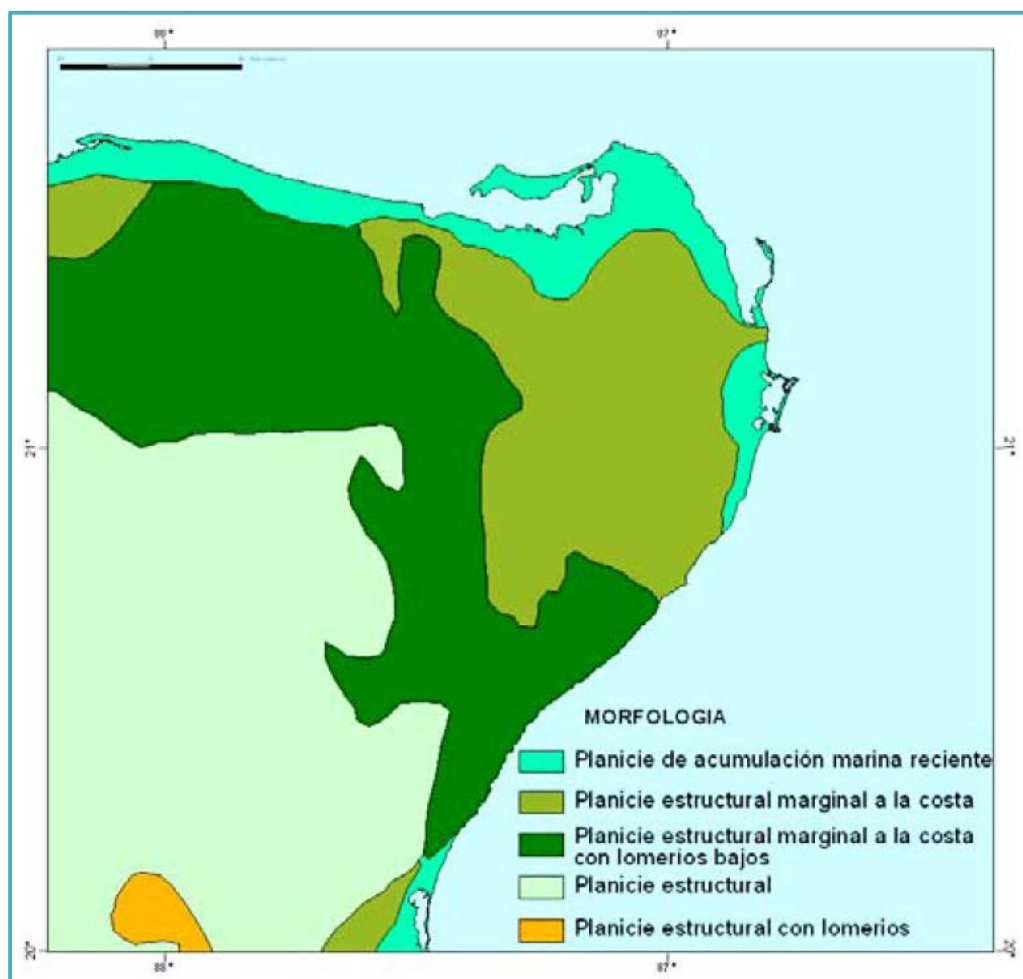


Figura IV_ 8. Geomorfología de la zona Norte del Estado de Quintana Roo.

Por su ubicación el SA se localiza en la zona ecogeográfica del trópico húmedo y forma parte de la subprovincia ecológica del Carst o Carso Yucateco. Esta se define como una planicie ligeramente ondulada sobre una losa calcárea. Su topografía cárstica se distingue por una amplia red de oquedades y depresiones como cenotes, los cuales tienen un papel importante en la dinámica hidrogeológica de la región. El SA forma parte de

la provincia “Zona Costera” (**Figura IV_9**). Dicha provincia contiene playas rocosas y angostas, costas abruptas, playas semicirculares, caletas y manantiales submarinos.

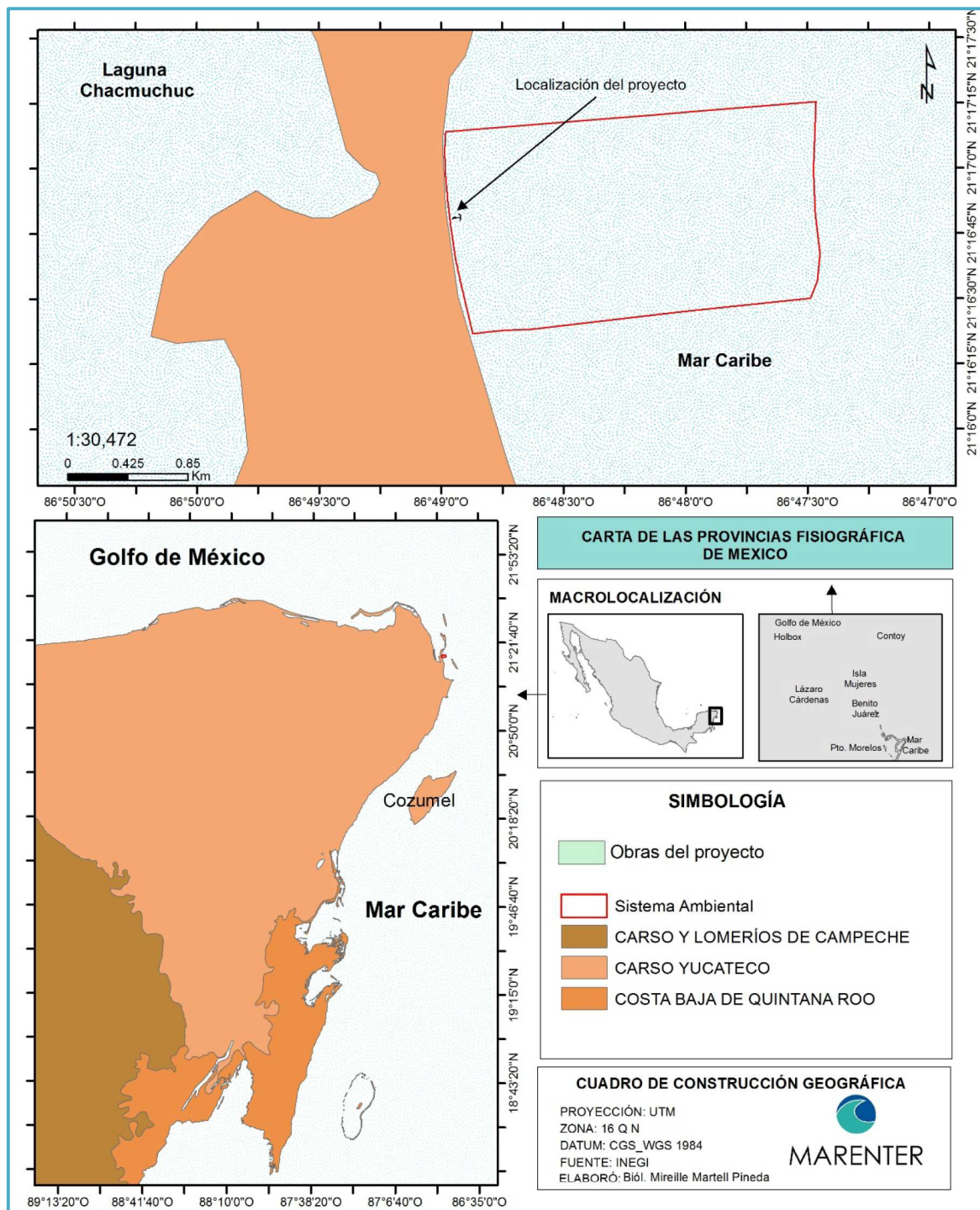


Figura IV_9. Localización del SA con respecto a la carta de provincias fisiográficas.

IV.2.1.6. Suelos

México no cuenta con un sistema de clasificación de suelos propio, por lo que se adoptó la clasificación propuesta por la FAO/UNESCO en 1968, y que fue modificada por la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL), actualmente INEGI quien la utiliza para la caracterización y cartografía de edáfica. La clasificación FAO/UNESCO (1968) fue actualizada por FAO-ISRIC/SIS (1999) al sistema WRB; en donde el número de grupos se incrementó de 28 a 30. En la **Tabla IV_ 1** se presentan las unidades edafológicas presentes en la parte norte de Quintana Roo.

Tabla IV_ 1. Unidades edafológicas presentes en la zona norte del Estado de Quintana Roo.

Símbolo	Unidad	Definición de unidades dominantes
G	GLEYSOL (mólico)	Suelo formado por materiales no consolidados que muestran propiedades hidromórficas. Con horizonte A hístico, B cámbico, cálcico a gypico. Carece de alta salinidad. Los Gleysols mólicos, son suelos moderadamente ácidos, mal drenados con un alto contenido de materia orgánica.
I	LITOSOL	Suelo sin horizontes de diagnóstico, limitado para un estrato duro, continuo y coherente, de poco espesor, menor a los 10cm, tiene características muy variables, pues pueden ser fértiles o infértiles, arenosos o arcillosos, su susceptibilidad a la erosión depende de la zona en donde se encuentren, de la topografía y del mismo suelo.
R	REGOSOL	Suelo sin horizontes de diagnóstico. En ocasiones desarrolla un horizonte ócrico incipiente. En general son de tono claro. Se encuentran en las playas, dunas, su fertilidad es variable, y su uso agrícola está condicionado principalmente a su profundidad y a la pedregosidad que presenten. En este tipo de suelo se pueden desarrollar diferentes tipos de vegetación.
E	RENDZINA	Suelo con horizonte A mólico que sobreyace directamente a un material calcáreo, con un contenido de carbonato de calcio mayor del 40%. Presenta menos de 50 cm de espesor. Se caracterizan por ser de color negro, ligeramente ácidos, poco profundos con altos contenidos de arcilla, y abundante humus sobre la capa superficial, con alta susceptibilidad a la erosión.
Z	SOLONCHAK	Suelo derivado de materiales con propiedades flúvicas. Durante parte del año contiene alta salinidad en los primeros 30cm de profundidad. Puede presentar los siguientes horizontes: A, hístico, B cámbico, un cálcico o gypico. Una característica es que tienen poca susceptibilidad a la erosión.

Los suelos de la Zona Costera del Municipio de Isla Mujeres (ZCMIM) son delgados y poco aptos para actividades agropecuarias y forestales. Se identificaron tres tipos que se

clasifican según la terminología de la FAO/UNESCO como: Regosoles Cálcáricos (Rc), Rendzinas-Litosoles (E+I) y Solonchak- Ortico y Mólico (Zo, Zm).

Los Regosoles Cálcáricos se ubican en el cordón litoral, formando dunas y playas con pendientes poco pronunciadas y con un drenaje superficial rápido. Las Rendzinas se localizan en la mayor parte de la región y los Solonchak se localizan en las zonas inundadas, principalmente hacia las zonas costeras al norte y este de la región. (www.semarnat.gob.mx/dgpairs/pdf/programa_isla.pdf).

Según la UQROO (2005), el tipo de suelo que se presenta en el área de estudio se clasifica bajo la categoría de Regosol Calcárico (RGc).

La palabra Regosol (RG) proviene de las palabras griegas: *rhēgos*, que significa debajo y *zola*, que se refiere a ceniza; es connotativo de un manto de material suelto sobrepuesto a la capa dura de la tierra.

En Quintana Roo los suelos aún continúan denominándose de acuerdo a la clasificación maya, ya que este sistema de clasificación utiliza términos cuyas raíces explican algunas propiedades del suelo como topografía, pedregosidad, color, cantidad de materia orgánica, presencia de óxidos de hierro, drenaje y fertilidad. En esta clasificación el Regosol Calcárico se nombra con la palabra *Huntunich* que se refiere a la “*Tierra que proviene de piedras*”.

Características generales: Los Regosoles se encuentran junto o muy cerca de las costas del estado, la mayor parte se localiza desde Xcalak hasta la Bahía de la Ascensión, en Playa del Carmen, Cancún, Isla Blanca y en las costas de la Laguna Conil al norte del estado. Son suelos poco desarrollados, relativamente recientes, están constituidos por material suelto, semejante a la roca de la cual se forma. Se desarrollan a partir de materiales no consolidados, excluyendo materiales de textura gruesa o que presentan propiedades flúvicas. Generalmente tienen un horizonte A ócrico o úmbrico y un porcentaje variable de saturación de bases, no presentan propiedades gléicas en los 50 cm superficiales, ni propiedades sálicas.

La única subunidad de este tipo de suelo en Quintana Roo es Regosol calcárico (Rc) con textura gruesa, los cuales son calcáreos de por lo menos entre 20 y 50 cm de profundidad a partir de la superficie (**Figura IV_ 10**).

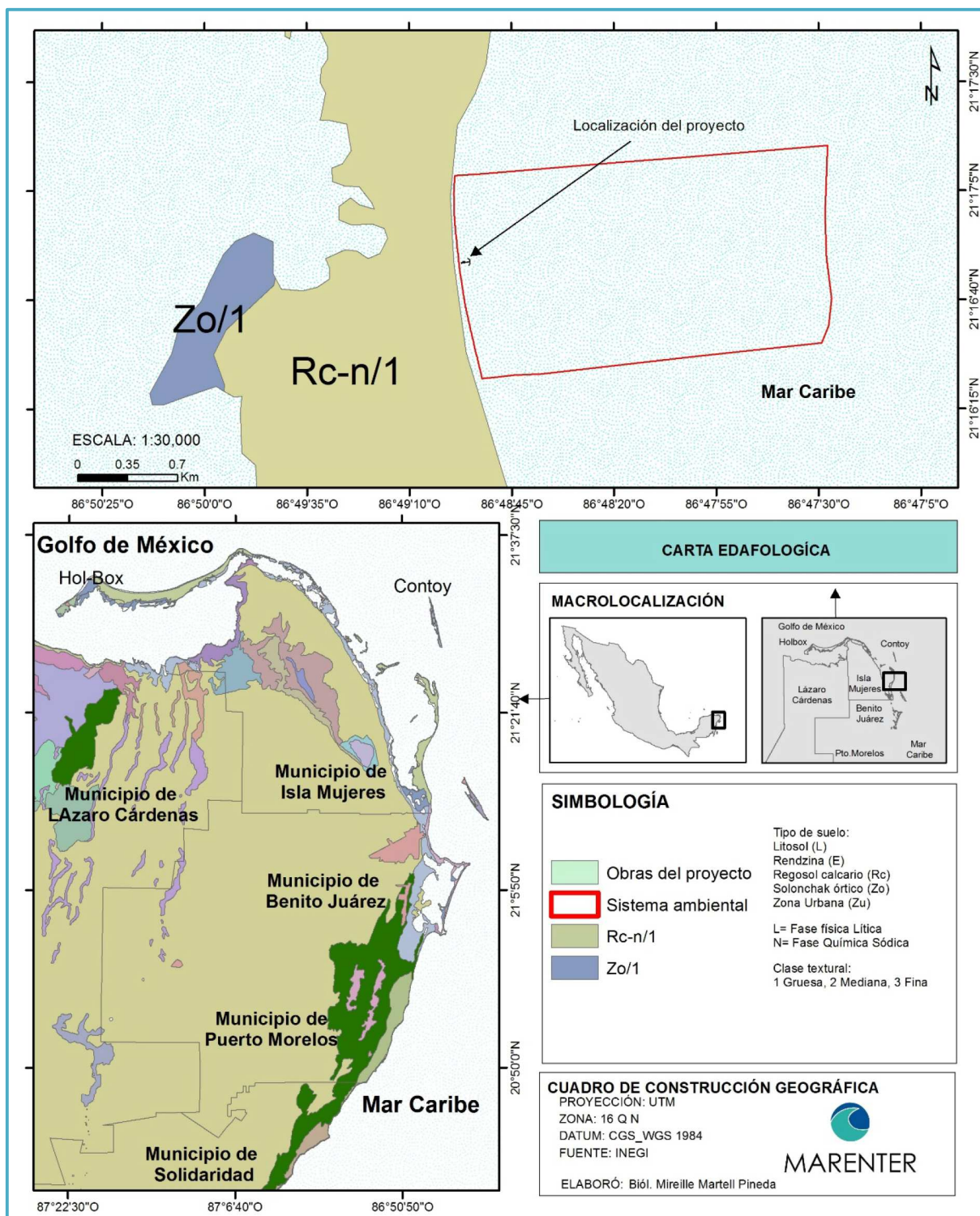


Figura IV_ 10. Localización del sitio del proyecto y SA con respecto a la Carta edafológica de la península de Yucatán.

IV.2.1.7. Hidrología

La hidrología de la península de Yucatán está determinada en gran medida por sus características geológicas y morfológicas. El escaso relieve y la alta permeabilidad de las rocas calcáreas que forman la península, impiden la existencia de corrientes de agua superficiales. Estas características cársticas dan como resultado que prácticamente toda el agua se infiltre al acuífero. En la parte continental los suelos son muy permeables, por lo que no se logra una alta saturación. Esta característica se debe a que el nivel freático se encuentra muy cercano a la superficie.

Como se muestra en la imagen siguiente, los flujos de descarga de la Península son prácticamente de manera radial y hacia el litoral (**Figura IV_ 11**).



Figura IV_ 11. Flujo del agua subterránea de la Península de Yucatán. (Fuente: CNA, 2005).

En la Península de Yucatán se identifican 4 regiones hidrológicas (**Figura IV_ 12**). La mayor parte del territorio del estado de Yucatán, así como la zona norte del estado de Quintana Roo donde se ubica el SA, pertenece a la Región RH-32. Los pocos ríos existentes en la península son el Río Champotón, Candelaria y Hondo, los cuales se presentan al sur de la misma.

El estado de Quintana Roo cuenta con alrededor de 51 lagunas, siendo la de mayor tamaño la de Bacalar con 50 km de longitud. Otras lagunas importantes en el estado son ChichanKanab y el Sistema Lagunar Nichupté con 12 km.

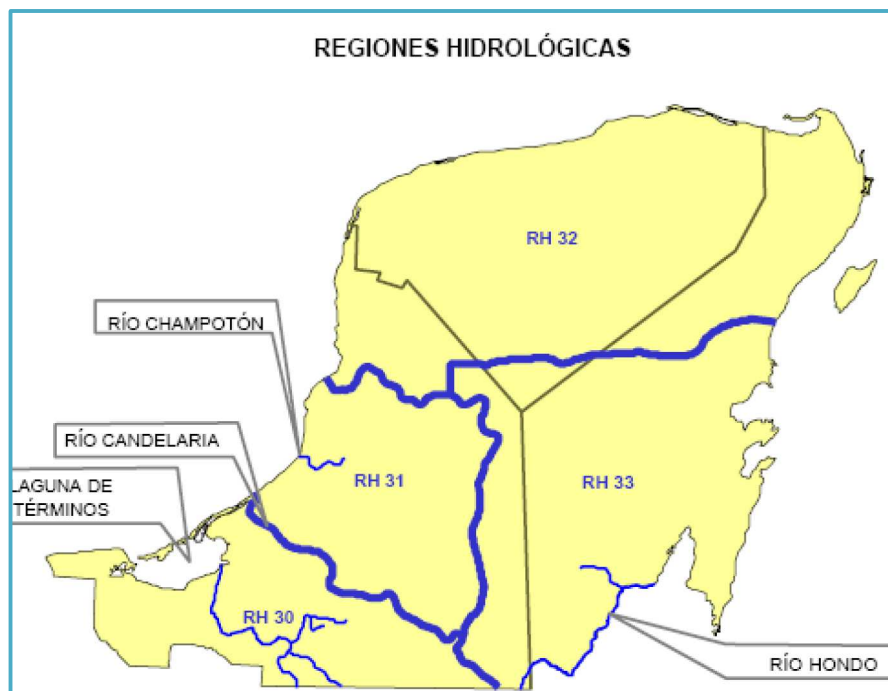


Figura IV_ 12. Regiones hidrológicas de la Península de Yucatán.

IV.2.1.7.1 Hidrología superficial

La Zona continental de Isla Mujeres carece de corrientes de agua superficiales pero cuenta con diversos cuerpos de agua de interés como cenotes y lagunas. Existen estudios de las grutas, cavernas y análisis en los cuales se infiere la existencia de las siguientes categorías que en orden descendente son:

- a) zona caliza superficial, sumamente permeable y de espesor variable;
- b) zona de espacios vacíos, donde se han originado las cavernas, algunas sin entrada accesible desde la superficie; y
- c) zona cavernosa, inundada con aguas circulantes con mayor o menor velocidad, o sin movimiento, cuya profundidad no es conocida, aunque se estima que su desarrollo sea de 100 metros a partir del nivel freático.

En el municipio se encuentran dos cuerpos de agua muy importantes, los cuales tienen categoría de Áreas Naturales Protegidas: el Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté (APFFMN), dentro del cual se encuentra el Sistema Lagunar Nichupté (SLN) y el Sistema Lagunar Chachmochuch (SLCh). Este último bajo la categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica, Refugio Estatal de flora y fauna.

La zona del proyecto y SA se ubica en la zona con un coeficiente de escurrimiento del 0 al 5% (**Figura IV_ 13**).

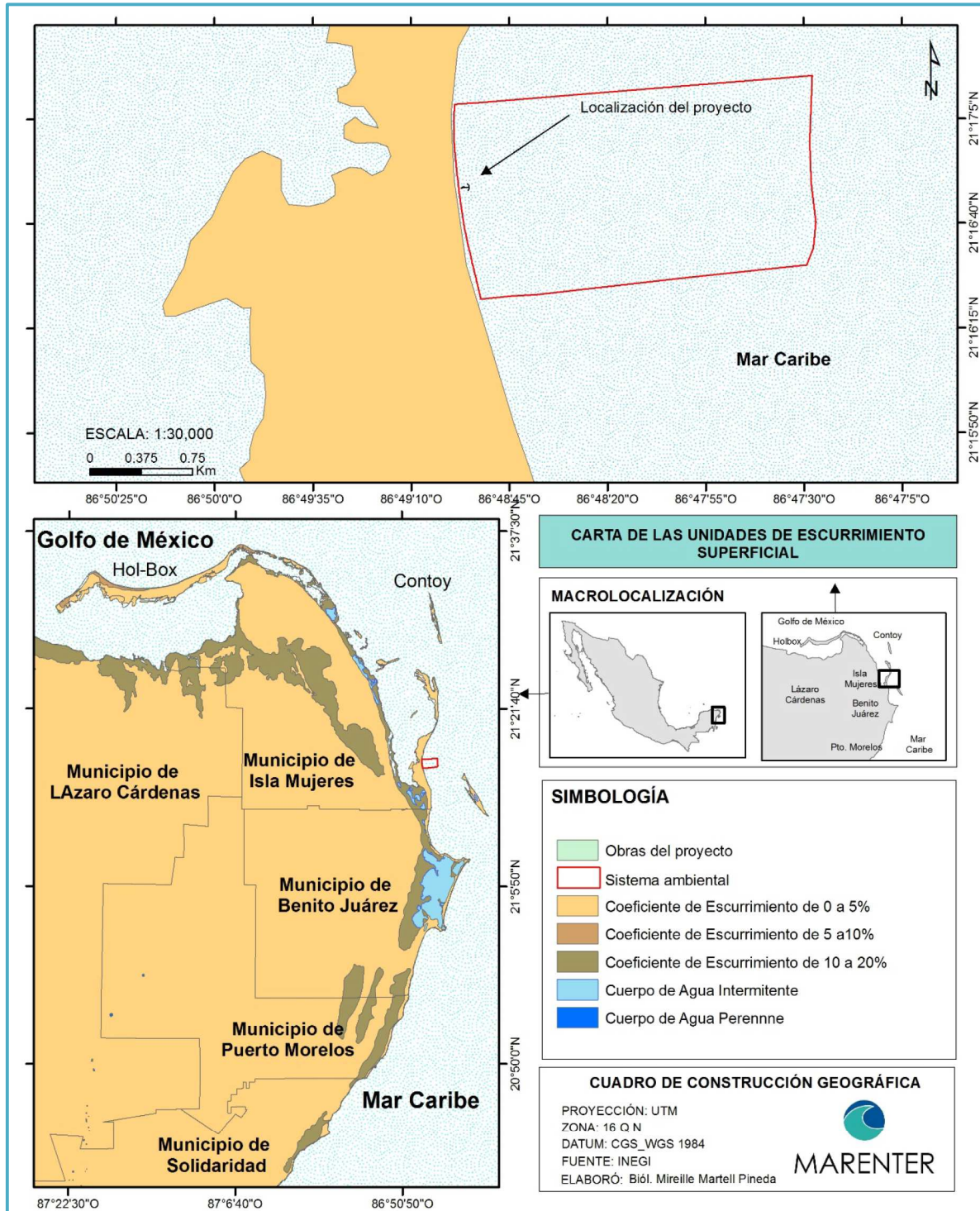


Figura IV_ 13. Hidrología superficial con respecto al sitio del proyecto.

IV.2.1.7.2 Hidrología subterránea

La circulación natural del agua en el subsuelo del territorio peninsular se debe a las características del relieve de escasa pendiente, así como a la estructura geológica de naturaleza calcárea. Estas condiciones favorecen la infiltración de grandes volúmenes de agua que aporta la precipitación pluvial principalmente en el verano hacia el manto freático.

El agua subterránea de la península de Yucatán se mueve de las zonas de mayor precipitación hacia la costa, donde se realiza la descarga natural del acuífero alimentando de paso a las lagunas y los esteros de la costa. Las corrientes superficiales al no poderse desarrollar, saturan el terreno y se infiltran en el subsuelo. Esto da origen a las aguas subterráneas, de manera que todos los sitios que reciben lluvia constituyen zonas de recarga del acuífero (**Figura IV_ 14**).

De acuerdo con la cartografía de Hidrología Subterránea del INEGI, en el SA del proyecto se encuentra conformado por la siguiente unidad geohidrológica, cuya características físicas se describen a continuación:

Material no consolidado con posibilidades bajas: Se encuentra distribuido en una franja cerca de la línea de costa, por lo que corresponden a zonas de inundación, palustre y litorales, está compuesto por arcilla, limos y áreas con gran contenido de materia orgánica y lodo calcáreo. Su espesor es reducido por lo que no conforman acuíferos, aunque se encuentra sobre rocas calcáreas que forman parte del acuífero libre.

La calidad del agua subterránea depende en gran medida de la composición geoquímica del material del que está constituido el acuífero de la Península de Yucatán y del comportamiento hidrodinámico de los flujos subterráneos, aunado al tiempo de permanencia del agua en la matriz que la contiene.

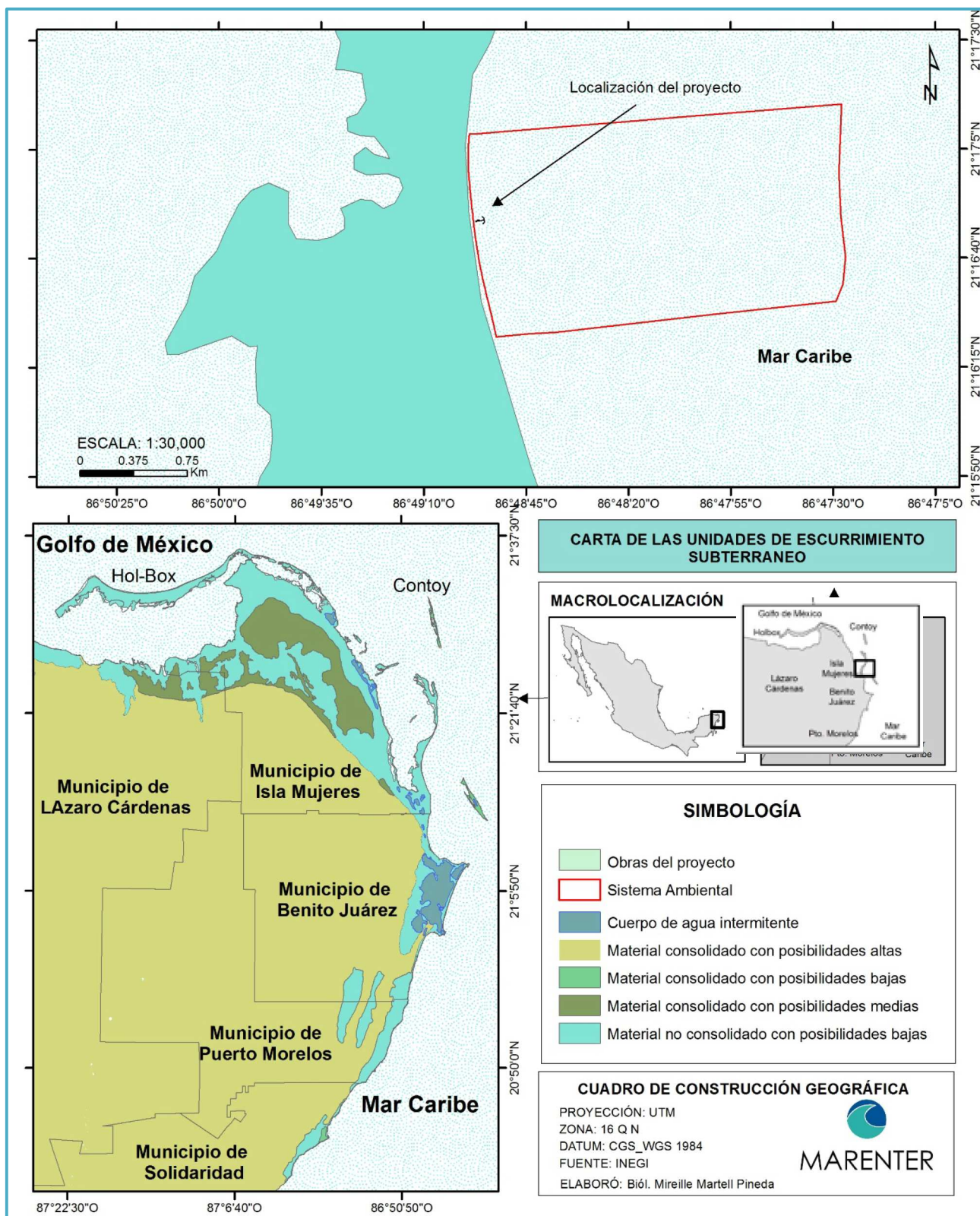


Figura IV_ 14. Hidrología subterránea dentro del SA.

IV.2.1.8. Fisiografía

El sistema ambiental corresponde a una gran provincia fisiográfica denominada Península de Yucatán. La mayor parte de esta provincia está constituida por estratos calizos más o menos horizontales que hacen de ella una región relativamente plana. La altura máxima observada en esta provincia se acerca a los 300 msnm hacia el centro de la península cerca del límite con Campeche. En su parte suroeste del estado, estas altitudes se extienden con dirección aproximada Norte-Sur.

El área en estudio se localiza dentro del Carso yucateco (**Figura IV_ 15**), que es una planicie formada por una losa calcárea con ligera pendiente descendente hacia el Oriente. Su altura media es de 5 metros sobre el nivel medio del mar y tiene un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones. Presenta tres unidades fisiográficas: la llanura rocosa inundable, la llanura rocosa y la playa o berma.

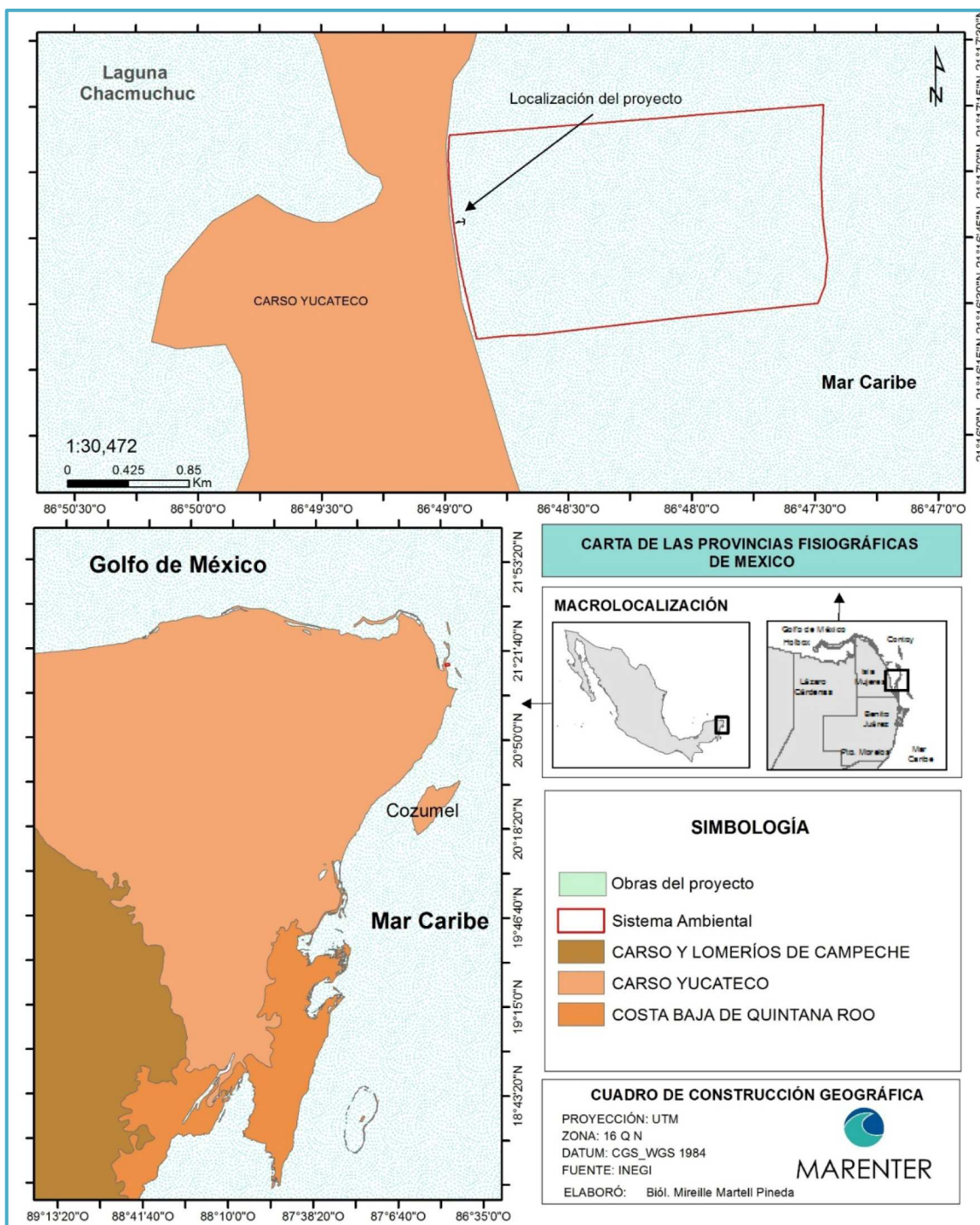


Figura IV_15. Provincias Fisiográficas en la península de Yucatán.

La zona conocida como Isla Blanca presenta ligeras elevaciones que llegan alcanzar los 2 metros sobre el nivel del mar, mientras que la batimetría del área marina indica una profundidad no mayor a 4 metros (Figura IV_16).

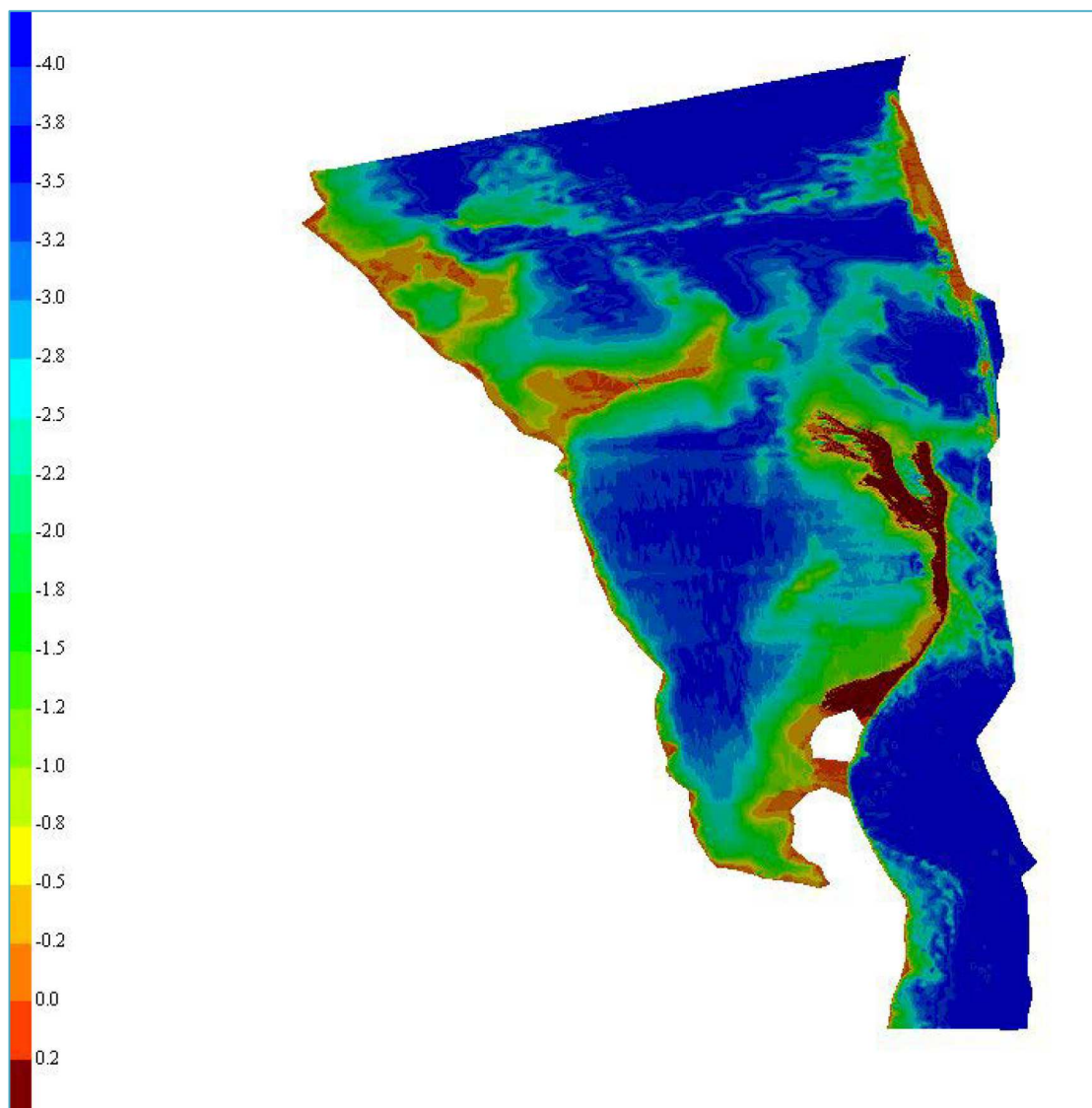


Figura IV_ 16. Modelo 3D completo de Isla Blanca, Laguna Chacmucuc, Boca Iglesias e Isla Contoy.

Las partes en color café representan elevaciones fuera del agua y fueron obtenidas con Sistema LIDAR.

Fuente: Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional del proyecto Sotolindo

IV.2.1.9. Descripción general de zona marina

La costa del Mar Caribe que se encuentra al oriente de la Península de Yucatán, se extiende desde la localidad de Cabo Catoche hasta la Bahía de Chetumal. Tiene una longitud aproximada de 600 km, en una dirección general de norte a sur hasta limitar con el territorio de Belice. Cuenta con un ambiente de mar tropical en una estrecha plataforma continental, en cuyo borde se encuentra una barrera arrecifal de coral angosta

que se extiende de forma paralela a lo largo del litoral del Caribe Mexicano con una longitud es de 800 km. En general se encuentra sumergida en el límite sublitoral con una traza más o menos continua y ausente por cortos tramos como es el caso del litoral enfrente del Sistema Ambiental.

El talud continental es un relieve escalonado debido a un sistema de fallas geológicas normales con corrimiento de rumbo transcurrente lateral izquierdo. Estas surcan el fondo marino en el sector norte y se presentan en la porción sur continental de la bahía de Chetumal, río Hondo, y del sistema Bacalar de Dolinas formando hileras de cenotes conjugados (Ortiz-Pérez, 2005).

IV.2.1.10. PROCESOS HIDRODINÁMICOS EN EL MEDIO MARINO

La caracterización de los procesos hidrodinámicos en el Sistema Ambiental (SA) marino, se llevó a cabo mediante la búsqueda de información bibliográfica y científico-técnica.

IV.2.1.10.1 Vientos

Los vientos dominantes en la zona durante el verano son los Alisios, cuya dirección es del Este y Sureste con una velocidad promedio de 12 Km/hr. En temporada invernal la dirección del viento cambia al Norte Noroeste principalmente, ocasionando los llamados “nortes”, con una velocidad promedio de 18 km/h. La dirección y valores de los vientos obtenidos para la zona se observan en la **Figura IV_ 17** y **Figura IV_ 18**.

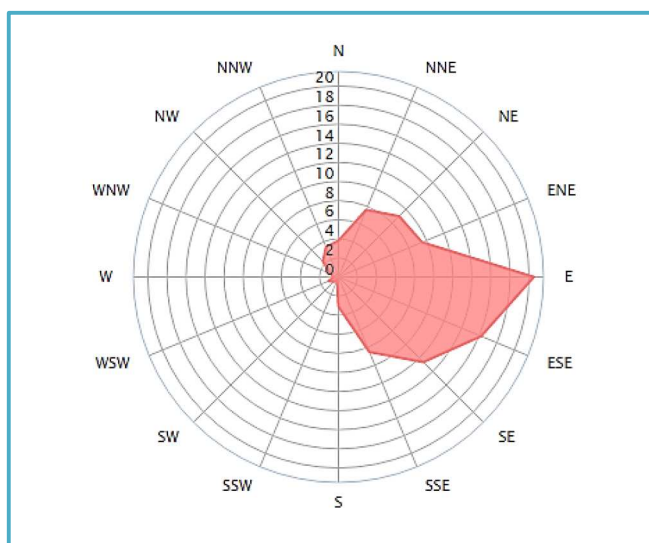


Figura IV_ 17. Dirección del viento y valores de distribución en porcentaje anual (©windfinder.com)

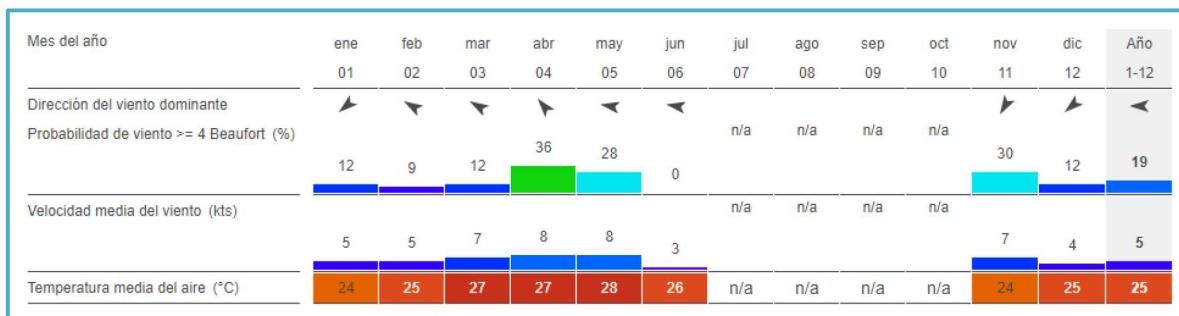


Figura IV_ 18. Dirección del viento y valores de distribución mensual (© windfinder.com)

La información de vientos locales en régimen anual se presenta en la **Figura IV_ 19**, la cual fue obtenida en el Servicio Meteorológico Nacional. Está representada por una gráfica que incluye las frecuencias por dirección de procedencia y las velocidades medias.

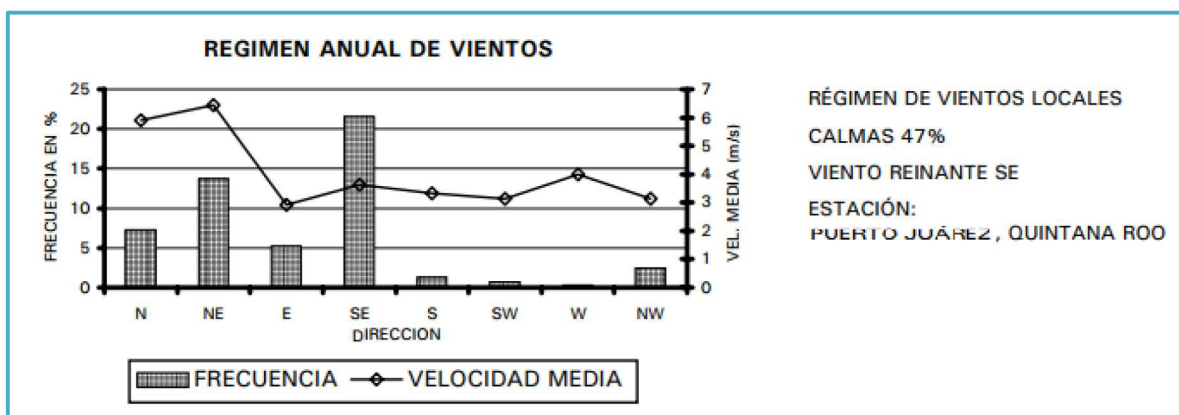


Figura IV_ 19. Frecuencia del viento por dirección de procedencia (SMN).

Por su ubicación geográfica, la zona costera de Quintana Roo está expuesta regularmente a la incidencia de eventos meteorológicos periódicos como las tormentas tropicales y los huracanes. La temporada de estos eventos abarca de junio a noviembre, siendo septiembre el mes de mayor incidencia y con los mayores efectos sobre el litoral. De noviembre a enero disminuye la cantidad de fenómenos y es hasta marzo que se presentan los nortes que son masas de aire polar que atraviesan la Península de Yucatán. Las velocidades promedio de estas masas de aire alcanzan hasta 20 Km/h, pudiendo superarla y alcanzar los 100 Km/h por breves períodos de tiempo. La intensidad de los vientos provoca marejadas considerables y alteraciones al patrón de circulación marina, fenómenos que tienden a generar erosión de playas.

IV.2.1.10.2 Mareas

La marea es el cambio periódico del nivel del mar, producido principalmente por las fuerzas gravitacionales que ejercen la luna y el sol. Otros fenómenos ocasionales, como los vientos, las lluvias y el desborde de ríos provocan variaciones en el nivel del mar, pero no pueden ser calificados de mareas (SEMAR 2013). El régimen de mareas en la zona corresponde al mixto semidiurno de baja amplitud, es decir, que presenta dos valores máximos (creciente) y dos valores mínimos (vaciante) durante el día. Estos valores se muestran en la **Figura IV_ 20**, con información recabada por el Servicio Mareográfico Nacional, dependiente del Instituto de Geofísica de la UNAM y tablas de Predicción de Mareas del Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR).

MAREA ASTRONÓMICA ESTACIÓN: PUERTO JUÁREZ (Altura en m)		
PLEAMAR MÁXIMA REGISTRADA	(P.M.R.)	0.236
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA SUPERIOR	(N.P.M.S.)	0.100
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA	(N.P.M.)	0.071
NIVEL MEDIO DEL MAR	(N.M.M.)	0.000
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA	(N.B.M.)	-0.071
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA INFERIOR	(N.B.M.I.)	-0.090
BAJAMAR MÍNIMA REGISTRADA	(B.M.R.)	-0.202

Figura IV_ 20. Niveles máximos y mínimos registrados (SMN)

En la zona particular donde se desarrollará el proyecto, la variación del nivel del mar no es muy amplia, varía entre 20 y 30 cm durante el año. De acuerdo a las tablas de predicción de mareas promedio, la varianza mayor se presenta durante las épocas cercanas a los solsticios y a los equinoccios. Durante intensas marejadas, como en el caso de eventos meteorológicos de gran tamaño como el huracán Gilberto (septiembre de 1988) y el huracán Wilma (octubre de 2005), se presentó una elevación extraordinaria en la marea que alcanzo más de 2 m en la zona del proyecto.

IV.2.1.10.3 Oleaje

El oleaje normal que incide en el área del proyecto procede en dirección este-sureste, por lo que la rosa de oleaje resultante es la que se aprecia en la **Figura IV_ 21** (a), alcanzando alturas máximas hasta de 3 m, como se observa en la **Figura IV_ 21** (b).

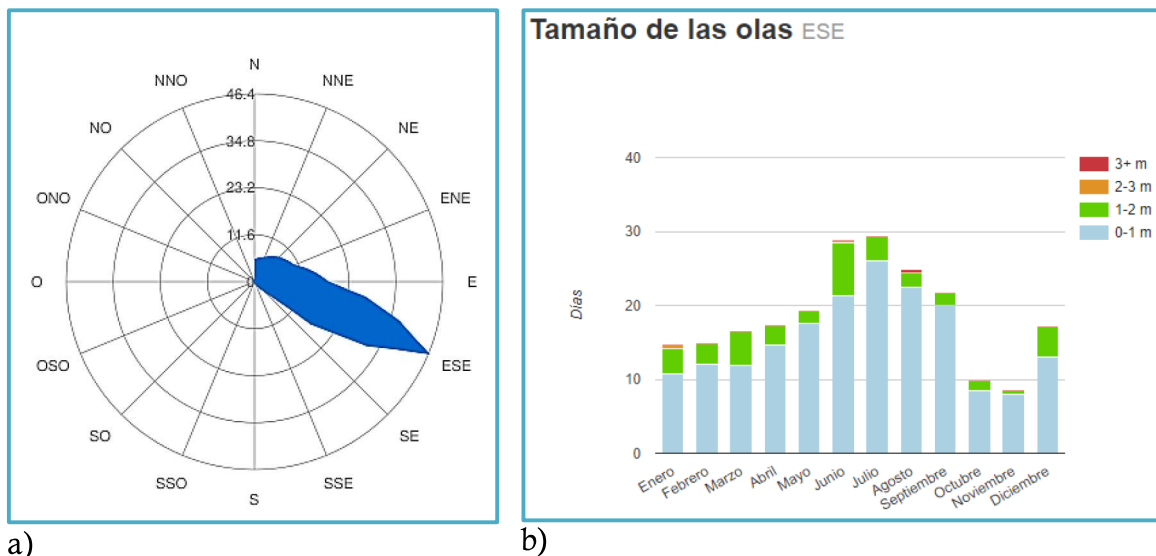


Figura IV_ 21. a) Dirección promedio del oleaje. b) Altura máxima del oleaje con dirección Este Sureste (© wisuky.com)

© wisuky.com

Mediante las cartas del “SEA and SWELL”, se estableció la altura de ola significativa para la condición representativa del espectro del oleaje que tiene lugar en la zona. De esto resultó que las olas con dirección noreste alcanzan alturas de 2.56 m, las olas con dirección este son de 2.53 m y las que presentan dirección Sureste llegan a 2.26 m. En cuanto al período significativo se refiere, éste tiene un valor igual a 5 segundos.

Lo anterior se apoya en la fuente de información tomada para definir dicho concepto: Estudios de Factibilidad para Desarrollos Turísticos en Quintana Roo, publicada por FONATUR. Esta misma fuente indica que el 75.10 % del tiempo, el oleaje se presenta con períodos del orden al indicado.

Estos datos se refieren al oleaje normal, que es el que se presenta en el sitio por la acción del viento para condiciones normales de generación del propio oleaje. Acorde a dichos datos, existe poca probabilidad de que el viento proveniente de otra dirección llegara a afectar la zona de estudio.

El oleaje ciclónico, conocido también como “Régimen extraordinario del oleaje”, es producto de la acción del viento cuando se desplaza a velocidades superiores a los 120 Km/h. Este oleaje es ocasionado, como su nombre lo indica, por un oleaje con características extraordinarias, frecuente en la zona puesto que ésta se encuentra dentro de las trayectorias de huracanes del Atlántico. Los antecedentes más recientes y relevantes para la zona, Gilberto (1988), Wilma (2005), dieron lugar a olas del orden de los 11.05 m con períodos de 13 segundos.

IV.2.1.10.4 Corrientes

El Mar Caribe está dominado por la corriente ecuatorial del norte y la de Guyana, que es una extensión de la ecuatorial del sur. Éstas ingresan al Caribe a través de canales en las Antillas menores, convirtiéndose en la corriente del Caribe que corre de sur a norte en forma paralela a la línea de costa. Se caracteriza por aguas cálidas y salinas, que al pasar por el Canal de Yucatán recibe el nombre de Corriente de Yucatán. Presenta un flujo de 25 a 35 millones de m³/s, con una velocidad promedio de 80 cm/s en la superficie, y hasta de 150 cm/s a una profundidad de 300 m (Reyes, 2005).

Corrientes locales

Los valores de las corrientes en la zona del proyecto y cercanos a la línea de costa se clasifican en corrientes de tipo superficial y corrientes de la masa oceánica (**Figura IV_22**). Las corrientes de tipo superficial se deben a la acción de los vientos imperantes al momento de las observaciones que van en dirección del nornoroeste hacia el sur. En época de los nortes, frentes fríos o temporada invernal, cambian de dirección de sur a norte hacia el sureste el resto del año, por lo que el transporte litoral se desplaza en las mismas direcciones.

La corriente de la masa oceánica se desplaza permanentemente de sur a norte. La velocidad que esta corriente alcanza va de 1 a 1.75 nudos en zonas cercanas a Isla Mujeres, disminuyendo a medida que se acerca a la línea de costa en fracciones de nudos, lo cual es descrito por Merino-Ibarra.

Estudios más puntuales y detallados, como el realizado para Punta Cancún por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) entre febrero de 2000 y mayo de 2001, indican que durante abril y mayo se registran velocidades medias elevadas. Estas van, del orden de los 40 a 50 cm/s. Sin embargo, dicho estudio concluye que predominan las corrientes de 30 a 40 cm/s con un 22,76 % de frecuencia, seguidas por el intervalo de 20 a 30 cm/s con 19,88 % y por el de 0 a 10 cm/s con 17,89 % de frecuencia. En general las velocidades son de moderadas a fuertes, con valores máximos que rebasan los 50 cm/s durante todos los meses del estudio.

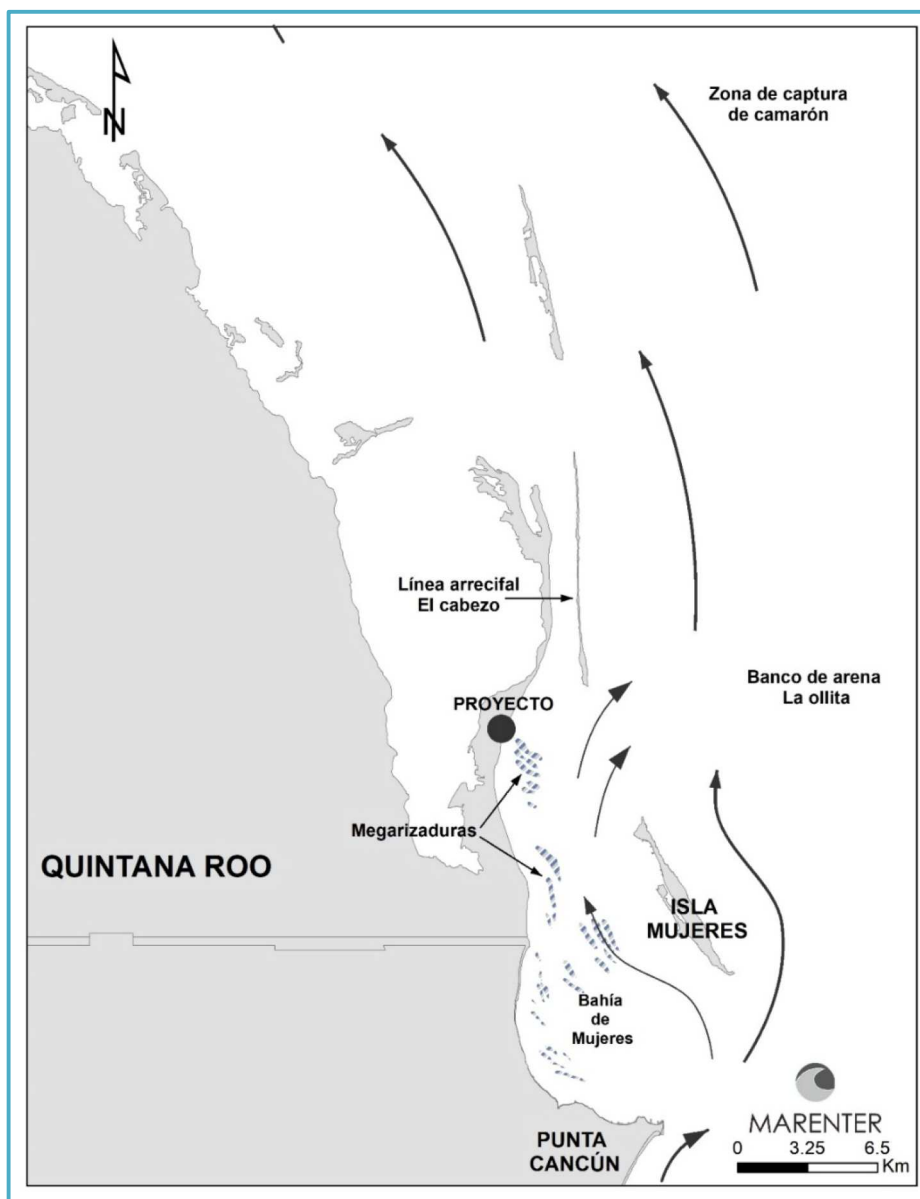


Figura IV_22. Principales corrientes en la zona del proyecto.

La corriente oceánica que pasa por la denominada Punta Cancún se bifurca en dos. Una pasa por fuera de Isla Mujeres y otra penetra por la Bahía de Mujeres y atraviesa toda la ínsula. Esto genera un importante transporte de arena lo cual crea las llamadas megarrizaduras, conocidas como dunas submarinas caminantes, que son grandes acumulaciones de arena limpia que se desplazan al norte y noroeste. Más adelante a varios kilómetros de distancia al noreste forman el gran banco de arena “La ollita” y otros bancos importantes de pesca. Finalmente esta gran corriente oceánica en un punto cercano a Cabo Catoche cambia de dirección integrándose al Golfo de México.

Durante el período de medición de la CFE en este sitio, se observó una predominación de las corrientes al Este-Noreste con casi el 73 % de ocurrencia, siendo la dirección Noreste la segunda en frecuencia con 6 % adicional. También se observó la existencia de aproximadamente un 5 % de corrientes al Suroeste.

IV.2.1.10.5 Transporte litoral

El transporte litoral de la zona es generado por las corrientes de masa oceánica y aunque es de gran valor para la costa, no lo es para la zona del proyecto. Se ha visto modificado en la zona norte de Quintana Roo en virtud de las grandes obras realizadas para Puerto Cancún, muelles de la Administración portuaria Integral (API) en Punta Sam y Marina la Amada. Posee una baja intensidad y actúa preferentemente en la dirección Norte.

La Terminal Marítima Punta Sam, que se encuentra cercana al área de estudio, se ha convertido en una barrera física para los finos de arrastre y el material flotante. Este material está compuesto principalmente por restos de algas y pastos marinos lo que altera la estructura de la arena sedimentada por acumulación de material orgánico.

Para la zona del proyecto, se observa en general un flujo neto de sur a norte, siendo mayores en los extremos y cercanos a la línea de costa. La mayor magnitud del transporte potencial se presenta en el extremo norte con valor de $0.38 \text{ m}^3/\text{hora}/\text{ml}$. En la parte central, el transporte disminuye considerablemente con valores inferiores a $0.04 \text{ m}^3/\text{hora}/\text{ml}$, coincidente con el sitio donde se propone llevar a cabo el proyecto.

De acuerdo con los rangos de valores del transporte potencial de sedimentos, el valor de $0.04 \text{ m}^3/\text{hora}/\text{ml}$ corresponde a los más bajos y $0.38 \text{ m}^3/\text{hora}/\text{ml}$ corresponde a los valores más altos de transporte de sedimentos. Por esta razón se considera que el área donde se localiza el proyecto es de los valores más bajos.

IV.2.1.10.6 Batimetría

La pendiente de la plataforma en el norte de Quintana Roo tiene una inclinación gradual de la costa, que se interrumpe en varios niveles con una configuración estrecha, la cual es controlada por una serie de fallas normales en bloque.

La Bahía Mujeres es un área muy somera, sin embargo, esta zona puede alcanzar profundidades de (-) 8 m en la parte cercana a Isla Mujeres (**Figura IV_ 23**).

Se realizó un recorrido con ecosonda con el objeto de establecer las condiciones batimétricas dentro del SA, en el que las profundidades máximas registradas se encontraron mar adentro, a 1.6 Km de la costa alcanzando (-) 6.5 m.

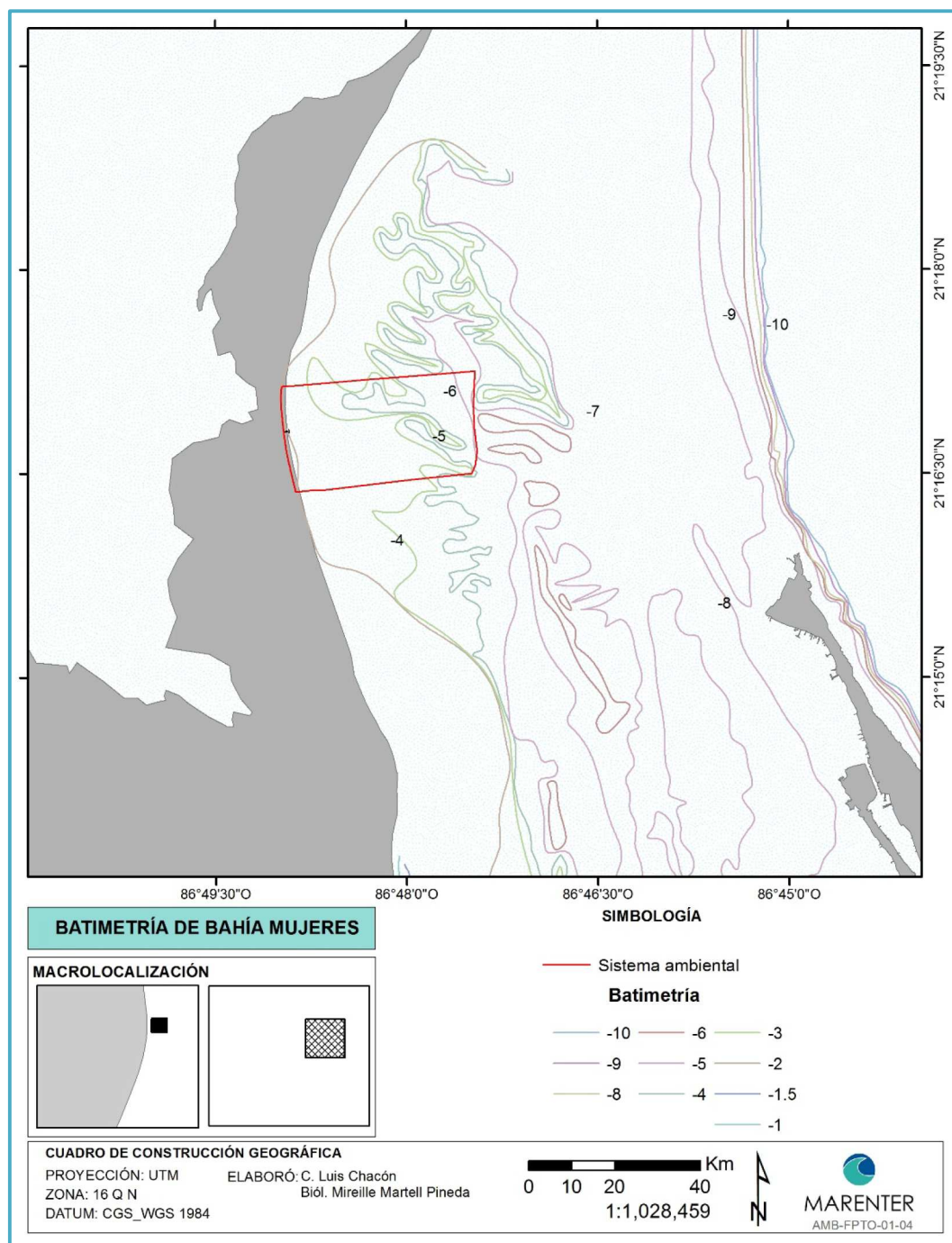


Figura IV_23. Batimetría en la Bahía de Mujeres.

En la zona del proyecto a aproximadamente 60 m de distancia de la playa, la profundidad varía entre (-) 4 y (-) 4.5 m. La distribución de las isobatas (líneas de igual

profundidad) muestra una porción de bajas profundidades cercanas a la línea costa con (-) 3 m en los primeros 35 m (**Figura IV_ 24**).



Figura IV_ 24. Batimetría en la zona del proyecto.

IV.2.1.10.7 Modelación morfodinámica

Los modelos numéricos proporcionan una herramienta de gran utilidad para evaluar los procesos costeros y predecir el impacto que tendrá el diseño conceptual ingenieril en la evolución de la línea de costa. Esta herramienta provee de una representación o acercamiento de gran precisión con la realidad. La extensión y los límites de estos modelos están determinados en gran medida por los datos de entrada que son utilizados para representar las condiciones iniciales y de frontera del sitio de interés.

Evolución a corto plazo

El objetivo del modelo es aportar información sobre los procesos costeros tales como sistemas de corrientes, transporte potencial de sedimentos, etc. Esto permite entender la morfodinámica del SA del proyecto. Los modelos numéricos frecuentemente utilizados para la modelación de la evolución a corto plazo de la línea de costa son los siguientes:

- Propagación del oleaje OLUCA. Este modelo define los modelos de propagación de las ondas. Sistema de Corrientes de ruptura en playas (COPLA). Modela la propagación de las ondas a través de una ecuación que considera los fenómenos de asomeramiento, refracción por fondo, difracción, presencia de corrientes,

disipación de energía, rotura, y dispersión por amplitud. Los dos parámetros que influyen en el movimiento de las corrientes son la rugosidad del fondo y la viscosidad de remolino.

- Modelo EROS (erosión/sedimentación). Este modelo explica la evolución morfodinámica de una playa debido a la acción del oleaje y a las corrientes de rotura, transporte de sedimentos y variación de la batimetría.
- Transporte de sedimentos y evolución morfológica (MOPLA=OLUCA+COPLA+EROS). El movimiento de sedimentos debido al oleaje puede clasificarse en dos tipos según su dirección: transporte longitudinal, a lo largo de la línea de costa; y transporte transversal, perpendicular a ella.

Estudios previos para proyectos vecinos en la zona indican que el oleaje es moderado, donde la mayor energía se produce en la parte norte, con alturas de ola de 0.7 a 0.8 m. Hacia el sur, la energía disminuye presentando una altura de ola de 0.55 a 0.65 m. En el área del proyecto la altura promedio del oleaje es de 0.65 m. El mecanismo principal de remoción y transporte de sedimentos es generado por el oleaje en la zona de ruptura.

Para las corrientes la dirección dominante es hacia el noroeste, cerca de la línea de costa con magnitudes máximas de 0.30 m s-1. En los extremos norte y sur se presentan corrientes de retorno debido al transporte de masa hacia la costa, dando lugar a giros de baja intensidad. En la parte central del área estudiada, las corrientes disminuyen con magnitudes inferiores a 0.1 m s-1.

El resultado final del modelo integral de morfodinámica de playas, muestra procesos de erosión a lo largo de la orilla de toda la playa. Se observó remoción de sedimentos en promedio de 0.04 m, al cual le subyacen procesos de sedimentación, con una acumulación de sedimento en promedio de 0.02 m, ambas cantidades para un periodo de 24 horas. Los procesos de erosión presentan mayor magnitud en el sector norte, mientras que en el sector sur predominan los procesos de sedimentación sobre los de erosión.

Evolución a largo plazo

Respecto a los modelos de evolución morfodinámica a largo plazo permiten conocer los escenarios de los procesos de transporte y erosión (acumulación de sedimentos presentes actualmente en el sitio). Estos escenarios se predicen con y sin la presencia del proyecto. Los modelos a largo plazo tienen el objetivo de analizar el comportamiento de los procesos y la magnitud de su aumento. Para la estimación de la modificación en el perfil de playa se realizaron tres modelos:

- Modelo basado en la hipótesis de equilibrio. Este modelo supone que si las dinámicas actuales se mantienen indefinidamente, la forma de la playa tendrá una posición final constante en equilibrio con dichas dinámicas.

- Modelo STWAVE. Es un modelo de propagación de ondas gravitatorias generadas por el viento u oleaje de tipo irregular (distribución espectral de altura, periodo y dirección). Modela la propagación y crecimiento de ondas de viento en la zona cercana a la costa.

Una vez reproducidas las condiciones y la tendencia de los procesos de erosión/acreción en el SA marino, los resultados se pueden proyectar para observar la evolución de la línea de costa con la presencia de la estructura del proyecto. Lo anterior, se realizó con el fin de evaluar los efectos que se producirían en la morfología de la línea de costa por la presencia del proyecto.

IV.2.1.11. Análisis del paso de huracanes

Los huracanes y en general las tormentas tropicales, son los fenómenos hidrometeorológicos que más afectan la región del Caribe Mexicano, siendo los estados más afectados Tamaulipas, Veracruz y Quintana Roo (**Figura IV_ 25**).



Figura IV_ 25. Imagen del huracán Wilma, octubre 2005.

Las tormentas y huracanes que llegan a Quintana Roo, normalmente se originan entre junio y octubre en las aguas del Atlántico tropical del Caribe. Durante estos fenómenos, la mayoría de las depresiones ocurren en dirección este a oeste, internándose en la Península de Yucatán e incluso atravesándola. Sin embargo, la mayoría de estas formaciones toman un rumbo cercano al noreste y libran la Península de Yucatán, para internarse en el Golfo de México a través del Canal de Yucatán.

Hasta la fecha, las trayectorias de la mayoría de los huracanes se han concentrado en dos zonas. Una parte de ellos tiende a entrar a la península por las costas de Belice y otra por la parte sur de Quintana Roo. Isla Mujeres, Cancún e Isla Contoy se encuentran en

la región superior sujeta al efecto de los huracanes. Por lo que se considera que estos fenómenos son de importancia en su cuadro ambiental.

De acuerdo con Gentry (1971), la frecuencia de incidencia de estos fenómenos para la región del Caribe de 1886 a 1968, es de 1.59 depresiones por año. Esto es para el área comprendida entre los 20 y 25 grados de latitud norte, y los 85 y 90 grados de longitud oeste. Sin embargo, estudios realizados recientemente indican para la misma área una frecuencia de 0.62 depresiones/año, sugiriendo una disminución en la incidencia en el período 1960 a 1988.

De acuerdo a datos Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y Centro Nacional de Huracanes de (NHC) de E.U.A., en el periodo entre 1970 al 2008, un total de 28 tormentas tropicales y huracanes han tocado el estado de Quintana Roo, de los cuales cinco han sido huracanes de gran intensidad dentro de las categorías 4 y 5 (**Tabla IV_2**).

Tabla IV_ 2. Huracanes de gran intensidad que ha tocado el estado de Quintana Roo (CONAGUA).

Año de impacto	Nombre	Categoría	Lugar de entrada a tierra (en impacto)	Vientos máximos
1974	Carmen	H4	Punta Herradura, Q. Roo	222
1988	Gilberto	H5	Pto. Morelos, Q. Roo	287
2005	Wilma	H4	Cozumel-Playa del Carmen	230
2005	Emily	H4	20 km al N de Tulum, Q. Roo	215
2007	Dean	H5	Puerto Bravo, Q. Roo	260

IV.2.1.12. Características físicas de las masas de agua

La información acerca de las características del agua sobre la plataforma continental y zonas costeras de Quintana Roo se remite a registros aislados en periodos cortos, por lo que es aún muy limitada (Merino y Otero, 1991; Jordán, 1994).

La salinidad promedio en la capa superficial del área marina de Quintana Roo varía de 32-36 PSU hasta una profundidad de 30-50 m. Por debajo de esta zona isohalina se encuentran aguas con salinidad superior a 37 PSU de origen subtropical. La salinidad menor se registra en febrero, con 32.3 PSU, y la mayor en junio, con 35 PSU. Estos valores e intervalos podrían considerarse representativos para toda la costa de Quintana Roo en condiciones similares.

La temperatura superficial promedio del área marina de Quintana Roo oscila entre 27° y 28 °C. En la zona arrecifal frente a la porción central de Quintana Roo se han registrado valores medios de temperatura variables entre 25 y 31°C. El promedio de menor temperatura en esta zona se registra en febrero con 25.5 °C; así como un

incremento entre marzo y mayo (24.5 °C). Los mayores valores ocurren en junio y julio (30.5°C).

IV.2.2. Aspectos bióticos

Para el presente proyecto se caracterizó el ambiente biótico terrestre y marino existente dentro del Sistema Ambiental. Se consideró cada uno de los ambientes presentes y la zona de acumulación de arena, con la finalidad de obtener elementos que ayuden a determinar el efecto del proyecto. Como se ha informado, el SA representa una superficie de 364 Ha, de las cuales 2 Ha, corresponden a una porción de playa arenosa y 362 Ha a la parte marina.

IV.2.2.1. Ambientes

Para delimitar los ambientes presentes en el SA, se usaron imágenes georeferenciadas de un vuelo con drone, el programa Google Earth Pro que posee ortofotos digitales del INEGI y la información recopilada en las visitas de campo y caracterización marina. Se procedió a la localización digital de la información en el Programa ArcGis versión 10.4, usando técnicas de fotointerpretación (forma, tono, tamaño, textura). Resultado de este análisis se obtuvo el mapa de la **Figura IV_ 26**.

De acuerdo a lo anterior, el SA presenta cinco ambientes: arenal, arenal con pastos de densidad media a baja, pastos de densidad media, arenal costero (donde se ubican las obras del proyecto) y playa, cuyas superficies se detallan en la **Tabla IV_ 3**.

Tabla IV_ 3. Superficie de cada ambiente identificado dentro del SA.

Ambiente	Área (Ha)	Porcentaje (%)
Arenal	163.75	45
Arenal con pastos de densidad media a baja	169.65	46
Pastos de densidad media	16.12	4.4
Arenal costero	11.67	3.2
Playa	2.78	0.8
Total	363.97	100

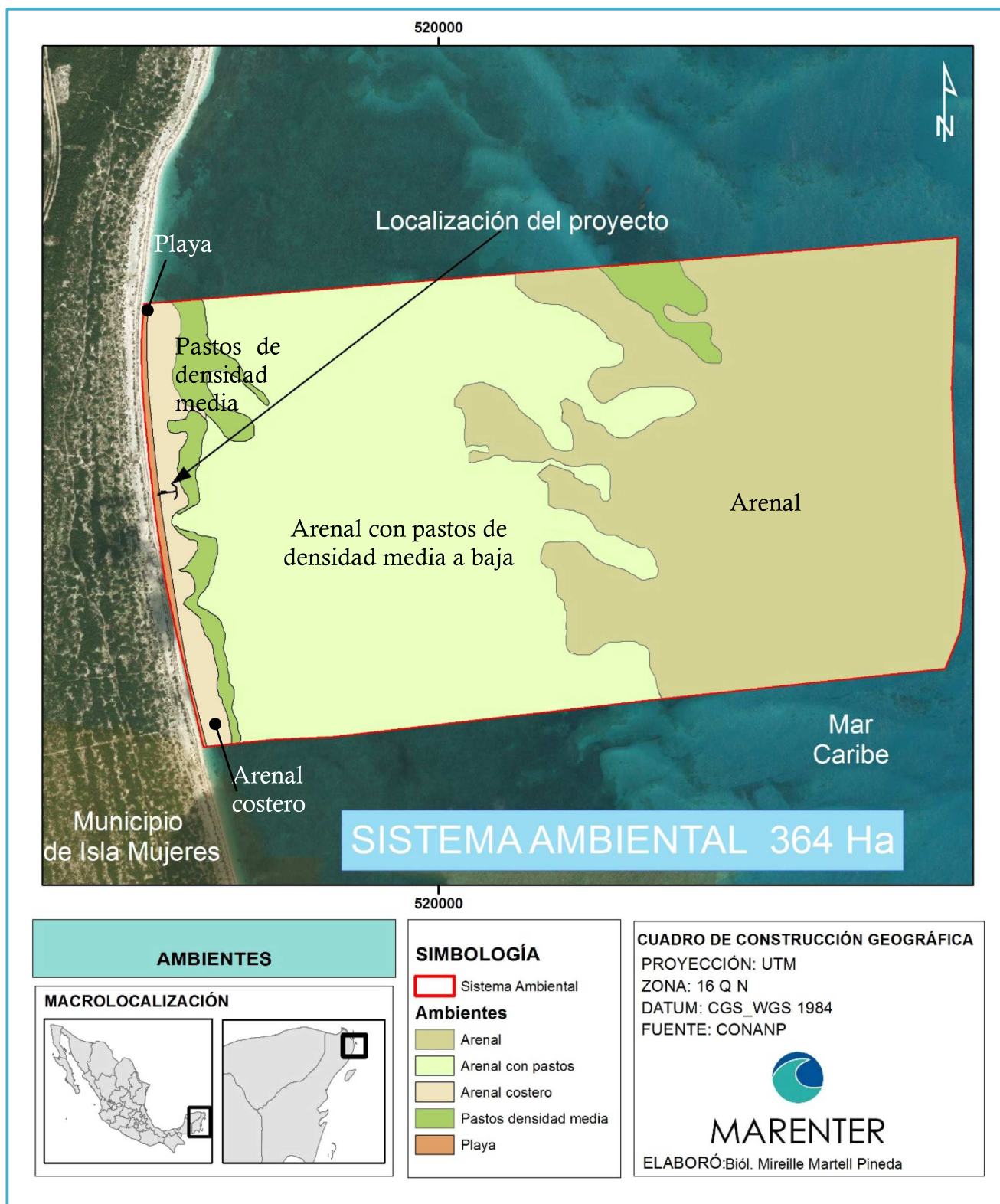


Figura IV_ 26. Mapa de ambientes presentes en el sistema ambiental del proyecto.

IV.2.2.1.1 Caracterización de la Porción Terrestre del SA: Vegetación

La parte terrestre del SA carece de vegetación por pertenecer a la franja de playa arenosa. Tierra adentro se presenta el desarrollo de vegetación de duna costera misma que esta impactada por el efecto antrópico.

La caracterización se llevó a cabo mediante recorridos a pie y consulta bibliográfica de estudios en la zona. Se realizaron censos visuales de las especies terrestres resultando en una lista de las especies más representativas de acuerdo al ecosistema.

Dentro de la porción terrestre se encuentra solamente un ambiente perteneciente al SA, denominado playa, que está demarcado por el límite de la ZOFEMAT y el inicio de la zona marina. Es la zona arenosa de movimiento de la pleamar, con un área es de 2.78 ha que corresponde al 0.8 % del SA. Se caracteriza por ser un ambiente homogéneo, carente de vegetación ya que es la zona de transición entre el mar y la tierra donde comienza a aparecer la vegetación halófito de duna costera, la cual ya fue alterada por actividades antropogénicas.

A continuación se describe la vegetación adyacente al sistema ambiental en la parte terrestre, aunque esta no será afectada por las actividades y obras del proyecto.

Duna costera: Localizada entre la línea litoral y el primer cordón de dunas. Este tipo de vegetación se distribuye a una altitud que varía entre los 0 y 0.5 msnm. La amplitud del terreno es variable, va desde los 50 m de ancho en la porción centro-norte hasta la porción sur que es la más angosta. Dentro de las especies registradas en este tipo de vegetación se encuentra *Cakile lanceolata* y *Sesuvium portulacastrum* (verdolaga de playa). También se pueden encontrar de manera más dispersa individuos de *Tournefortia gnaphalodes* (sikimay), *Panicum maximum*, *Hymenocallis littoralis*, *Suriana maritima* (pantzil) y *Ambrosia hispida*, por citar las más abundantes.

Esta vegetación se ubica en su mayor parte, fuera de los límites de los lotes y en particular en esta zona del estado, está asociada a las dunas embrionarias, las cuales son los principales aportes de arena móvil para la conformación del primer cordón de duna-semimóvil, y de las playas. Debido a esto, el paisaje corresponde a zonas amplias de playa arenosa, dunas embrionarias con vegetación halófito costera escasa por su naturaleza móvil, y presencia del primer cordón de duna bien conformado cubierto con vegetación halófito costera (**Figura IV_ 27**).



Figura IV_ 27. Vista de las dunas arenosas embrionarias y primer cordón de duna fuera del SA.

De acuerdo al inventario florístico en la vegetación de duna costera registró un total de 28 especies, pertenecientes a 19 familias botánicas (Tabla IV_ 4). Del total de especies, 24 fueron registradas durante el muestreo y las restantes 4 fueron observadas fuera de estos.

Tabla IV_ 4. Lista de especies presentes en la vegetación de Duna Costera

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	Verdolaga de mar
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio
Apocynaceae	<i>Echites yucatanensis</i>	Contra hierba
	<i>Funastrum clausum</i>	Petaquilla
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Coco
	<i>Thrinax radiata</i>	Chit
Asteraceae	<i>Ambrosia hispida</i>	Margarita de mar
	<i>Melanthera nivea</i>	Totolquelite
Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i>	Siricote
	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	Simikay
Brassicaceae	<i>Cakile edentula</i>	Cakile cocodrilo

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
	<i>Cakile lanceolata</i>	Flor blanca
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Pitahaya
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i>	Bejuco de mar
Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i>	Ya'ax k'aax
Goodeniaceae	<i>Scaveola plumieri</i>	Chunup
Lauraceae	<i>Cassytha filiformis</i>	Fideo de monte
Orchidaceae	<i>Cyrtopodium punctatum</i>	Orquídea
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	Pasiflora
Poaceae	<i>Cenchrus incertus</i>	Zacate cardo
	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Zacate estrella
	<i>Panicum maximum</i>	Zacate Guinea
	<i>Sporolobus virginicus</i>	Zacate de mar
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar
Rubiaceae	<i>Borreria verticillata</i>	Culantrillo
	<i>Ernodea littoralis</i>	Golondrina
Surianaceae	<i>Suriana maritima</i>	Pantzil
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Orégano
Total familias = 19		S=28

De las familias registradas para este tipo de vegetación, Poaceae presentó el mayor número de especies (S=4), representando el 14.29% del total. Le siguen las familias Arecaceae, Asteraceae, Apocynaceae, Boraginaceae, Brassicaceae y Rubiaceae con el 7.14% cada una. Las familias restantes presentan el 3.57% de las especies (**Figura IV_28**).

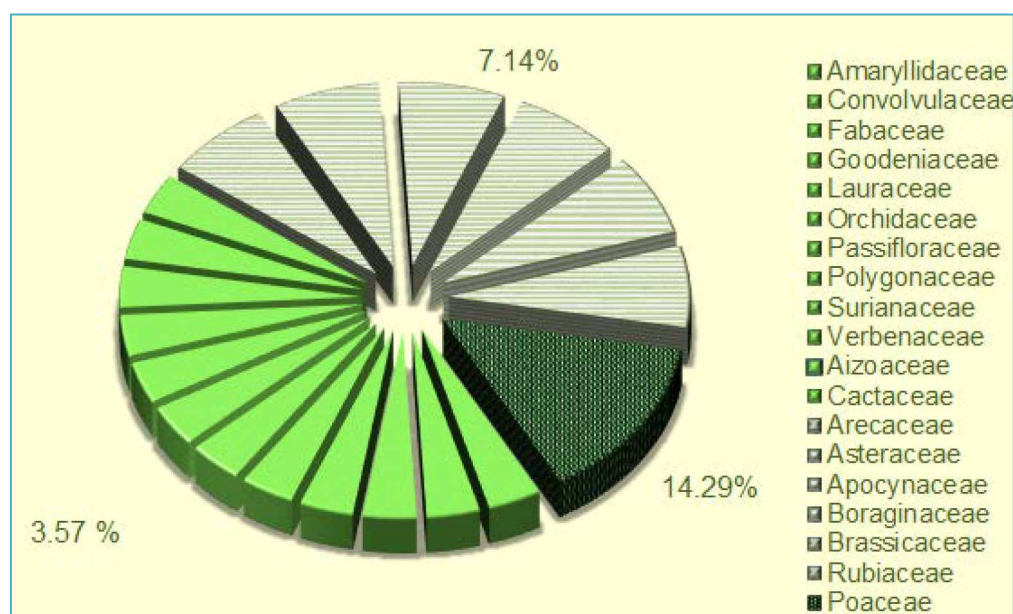


Figura IV_28. Porcentaje de especies por familia para la Duna costera (VHC).

IV.2.2.1.2 Caracterización de la Porción Terrestre del SA: Fauna

En cuanto a fauna silvestre se refiere, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) actualmente reporta que en el Estado de Quintana Roo existe una riqueza de 16 especies de peces, 11 de anfibios, 56 de reptiles, 340 de aves, 43 de mamíferos terrestres, 8 de mamíferos acuáticos y 39 de mamíferos voladores.

En lo que se refiere a la diversidad de vertebrados endémicos a Mesoamérica y endémicos al estado el grupo de organismos más abundante son las aves, registrando aproximadamente 72 especies, ya que de acuerdo con Paynter (1955), su presencia, distribución y abundancia se ve favorecida principalmente por los diferentes tipos de hábitat que se presentan en el Estado y a la gran capacidad de adaptación que poseen estos organismos.

El segundo lugar lo ocupan los reptiles, que según Peters (1953) y Bahena (1995) hasta el momento se han registrado aproximadamente 53 especies destacando la víbora de cascabel, nauyaca o cuatro narices y las iguanas. En el caso de los mamíferos, se han observado 23 especies y sus densidades de algunas de ellas son relativamente pequeñas y por la fragmentación del hábitat se encuentran aisladas, por ejemplo, el tapir, saraguato o mono aullador, mono araña, jaguar, entre otros (Genoways y Jones 1975). Asimismo, encontramos a los anfibios con aproximadamente 11 especies (Duellman 1965, Lee 1980) y a los peces con 16 especies.

Durante la caracterización del sitio del proyecto, solo se observaron tres especies de aves. Para su registro, se utilizó la técnica de censos visuales. Un ave registrada está asociada a especies carroñeras como el Zopilote aura (*Cathartes aura*), además se observaron otras especies asociadas a ambientes marinos como los pelícanos y charranes (*Pelecanus occidentalis* y *Thalasseus sandvicensis*, **Tabla IV_ 5 y Figura IV_ 29**).

Tabla IV_ 5. Registro de aves en el sitio del proyecto.

Clase	Nombre común	Nombre científico
Aves	Charrán de sandwich	<i>Thalasseus sandvicensis</i>
	Pelícano café	<i>Pelecanus occidentalis</i>
	Zopilote aura	<i>Cathartes aura</i>



Thalasseus sandvicensis



Pelecanus occidentalis



Cathartes aura

Figura IV_29. Ejemplares de aves observadas en el SA.

IV.2.2.1.3 Caracterización de la porción marina del SA

La parte marina del Sistema Ambiental cuenta con una superficie de 362 Ha, que representa el 99.2% del total del Sistema Ambiental.

Área de estudio

El área de estudio corresponde al SA descrito en el punto IV.1 y que abarca una superficie de 364 hectáreas.

Para el presente proyecto se caracterizó la flora y fauna presentes en el ambiente marino dentro del sistema ambiental (SA). Se realizó en 12 sitios distribuidos aleatoriamente en el área de estudio, incluyendo zonas de acumulación de arena. Lo anterior, con la finalidad de obtener elementos que ayuden a caracterizar los elementos bióticos que integran dicho SA.

Dentro de la parte marina del SA se encuentran cuatro ambientes, iniciando de la línea de costa hacia mar adentro: 1) arenal costero, 2) arenal con pastos de densidad media, 3) Pastos de densidad media y 4) arenal. Estos ambientes presentan diferentes estados de desarrollo, siendo característicos los pastizales degradados y sedimentos limo arenosos en más de la mitad de la superficie del SA. En función de lo anteriormente mencionado se definieron 12 sitios de muestreo (**Figura IV_30**). Adicionalmente se hizo un recorrido en lancha, en donde mediante esnorqueléo con arrastre se revisó la totalidad del SA.

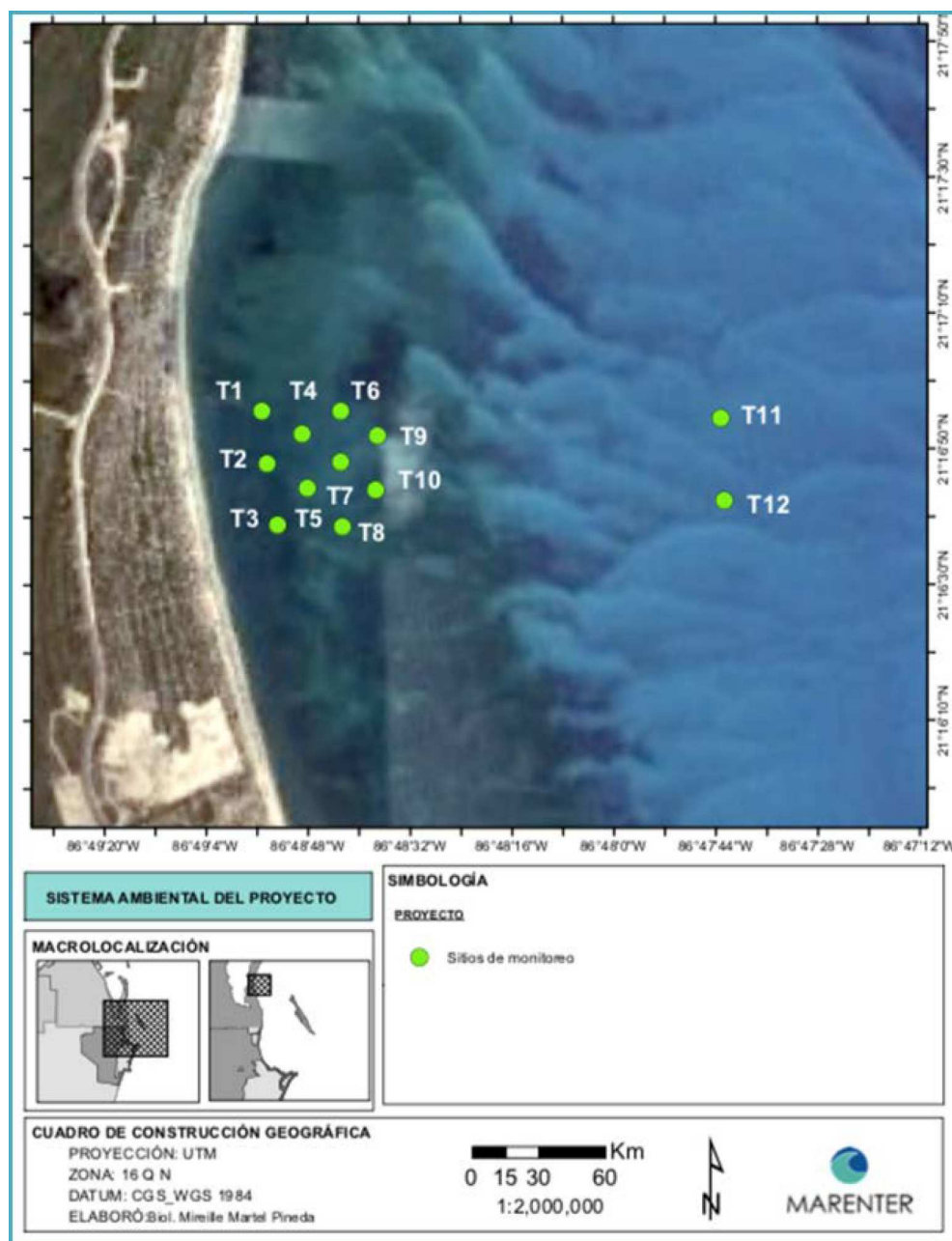


Figura IV_ 30. Sitios de muestro en el área del Sistema Ambiental del proyecto.

Metodología para la descripción de los componentes bióticos del SA

Para este estudio, se realizó una caracterización de la flora y fauna marina que se encuentra presente en el área de estudio, a través de la elaboración de listados de presencia/ausencia de especies, determinación de la composición específica, índices de diversidad, así como análisis de la distribución y abundancia de los principales

organismos bentónicos y nectónicos (ictiofauna) conspicuos, considerando para ello los siguientes grupos taxonómicos:

- Escleractíneos (Corales duros)
- Otros invertebrados (Moluscos, Equinodermos, Crustáceos)
- Peces
- Macroalgas y pastos marinos (Vegetación marina)
- Esponjas
- Ctenóforos (medusas)
- Macroinvertebrados

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, Programa Epomex / Ecomar A. C, 1994; Padilla *et al.*, 1994), empleando transectos paralelos a la línea de costa de 50 m de longitud diseñado por Loya (1972), como referencia para estimar la estructura de la comunidad en términos de composición específica, distribución, abundancia y diversidad de los taxa de organismos bentónicos. De manera adicional, se implementó la técnica de Punto de Intersección (cada 2.5 metros), para conocer la cobertura de los principales grupos bentónicos. Para los peces, el transecto se usó como referencia para contar el número de organismos presentes a 1 m de distancia a cada lado del mismo transecto; considerando además la columna de agua (**Figura IV_ 31**).



Figura IV_ 31. Método de muestreo mediante el uso de transectos lineales.

La identificación taxonómica de los organismos observados durante el muestreo, se determinó *in situ*. Además, se tomaron varias fotografías de cada transecto para corroborar la identificación de las especies con literatura básica especializada y la medición de la cobertura en el caso de los pastos marinos. Para los corales escleractínios

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). Las claves de Cairns (1977), Bayer (1961), Bayer, et al. (1983) y Humman (1993a). Humann (1993b) y Zea (1987), y las descripciones de Gómez y Green (1984) y López-Herrera (1992). Para algas se usó la clave visual de Littler *et al.* (1989), y la de Humman (1993a), León-Álvarez et al. (2012), León-Álvarez y Nuñez-Reséndiz (2017), <http://www.algaebase.org>. Para peces se utilizó <http://www.fishbase.org>. Las claves de Chaplin (1972), Greenberg y Greenberg (1977) y Stokes (1984), además de guías sumergibles para uso turístico.

Se utilizó un GPS marca Garmin modelo GPSmap 76S CSx para georreferenciar los puntos de muestreo, así como una cámara digital sumergible de la marca GoPro Hero 5 para el registro de imágenes subacuáticas de las especies y la metodología.

Con la información recabada se estimaron los siguientes parámetros básicos de la comunidad, para posteriormente emitir un diagnóstico ambiental del sitio de estudio, los cuales son:

- Distribución, abundancia y composición específica: Para cada grupo taxonómico se obtuvo un listado de especies en donde se muestra la presencia de especies por transecto, con la finalidad de ubicar la asociación de especies en cada uno. También se presenta una gráfica de la abundancia relativa de cada grupo taxonómico por transecto.
- Diversidad: A partir de los datos de abundancia específica y empleando el programa “R” V3.5.3, librería “vegan”, se calcularon los siguientes índices de diversidad:
 - ~ Índice de Shannon-Weaver (H' , 1949).- expresa la uniformidad de los valores de las especies de cada zona del proyecto (SP, AI y SAR), asumiendo que todos los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representas; con intervalos de valores de 0 (cuando solo hay un especie) y logaritmo de S (cuando todas las especies están representadas por igual número de organismos). En la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies. Su fórmula matemática es:

$$H' = -\sum p_i * \ln p_i$$

donde: p_i = es la abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de cada zona del proyecto (SP, AI y SAR).

- ~ Índice de Diversidad de Simpson (D).- establece que la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie, donde la sumatoria de p_i es igual a 1, es decir todos los individuos tienen la misma probabilidad. Su fórmula matemática es:

$$D_{si} = \frac{1}{\sum_{i=1}^s p_i^2}$$

donde:

p_i = es la abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de cada zona del proyecto (SP, AI y SAR).

- ~ Índice de Equitabilidad de Pielou (J'), mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada; con intervalo de valores de 0 a 1 (todas las especies son igualmente abundantes). Su fórmula matemática es:

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

donde:

$$H'_{\max} = \ln(S).$$

S = es el número de especies.

Resultados

Descripción del área de estudio

La zona de estudio corresponde a la parte noroeste de Isla Blanca. Está representada por un ambiente relativamente profundo, con profundidades que oscilan entre los 0 m hasta los 6.5 metros, presentando sustratos arenosos, limo arenosos, pastizales y sitios

degradados. El polígono que se definió para el SA se constituye en su mayoría de arenales y pastizales, con algunos sitios altamente degradados.

Descripción de ambientes marinos

Arenal costero

Corresponde al 3.2 % del SA y en él se desplantarán las obras del proyecto. Una característica muy particular de la zona es que la orilla de costa carece de vegetación acuática, presentando sedimentos arenosos desde la pleamar máxima registrada para la zona, hasta una distancia de aproximadamente 60 m hacia mar adentro. La fauna observada corresponde a organismos nectónicos y macrofauna, que utilizan el área solo de tránsito. Se localiza contiguo a la playa de composición arenosa. Presenta una profundidad máxima de (-) 5 metros, es un ambiente muy homogéneo con granos de arena finos a medios, y con un estado altamente degradado. Dentro del SA se localizan varias zonas de arenales.



Figura IV_32. Ambiente de arenal costero.

Arenal con pastos de densidad baja-media

Este tipo de ambiente se encuentra representado por el 46.6% del polígono del SA (**Tabla IV_ 3**). Lo caracteriza la presencia de pastos marinos en densidad media a baja, compuestos principalmente por *Thalassia testudinum* y arena de constitución limo-arenosa proveniente del este, por el transporte litoral y las corrientes (**Figura IV_ 33**).



Figura IV_ 33. Especies observadas en el ambiente de arenal con manchones de pastos de densidad media a baja.

Este ambiente es muy dinámico por la acción del oleaje, lo cual provoca suspensión del sedimento, característica que lo hace un sitio con poca visibilidad (muy turbio). Además, por la misma hidrodinámica, el sitio presenta acarreo de vegetación de áreas contiguas como el sargazo.

Pastos de densidad media

El ambiente de pastos marinos dentro del SA representa el 4.4 % del área total del SA, teniendo una densidad media, y está distribuida a manera de franja adyacente al arenal costero. A medida de que se alejan de la playa, la densidad presente de pastos disminuye. Este ambiente presenta una profundidad máxima de (-) 5 m aproximadamente. Es un pastizal con escasa presencia de algas y de biota epífita, la altura promedio en el dosel es de 30 cm máximo, y se caracteriza por presentar diversidad biológica en comparación con los otros sitios monitoreados, incluyendo pastos marinos donde domina *Thalassia testudinum* y algunos peces (**Figura IV_ 34**).

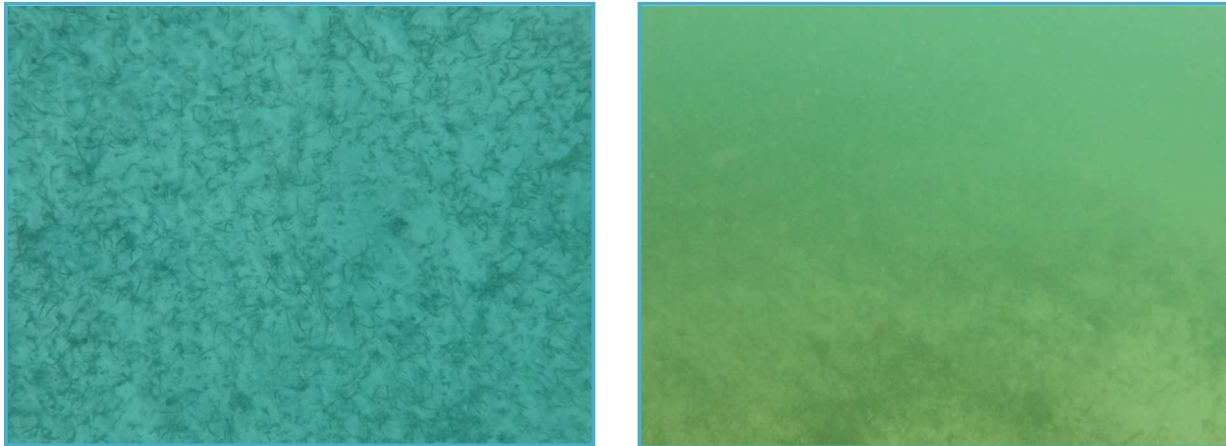


Figura IV_34. Vista típica del ambiente de pastos de densidad media a baja.

Arenal

Este tipo de ambiente se encuentra representado por el 45% del polígono del SA, presentando las máximas profundidades, las cuales oscilan entre (-) 4.5 a (-) 6 metros.

Por las características del sitio, no se observan organismos. No obstante, de manera ocasional hay peces con hábitos detritófagos, sin embargo, en la visita de campo no fueron observados (**Figura IV_35**).

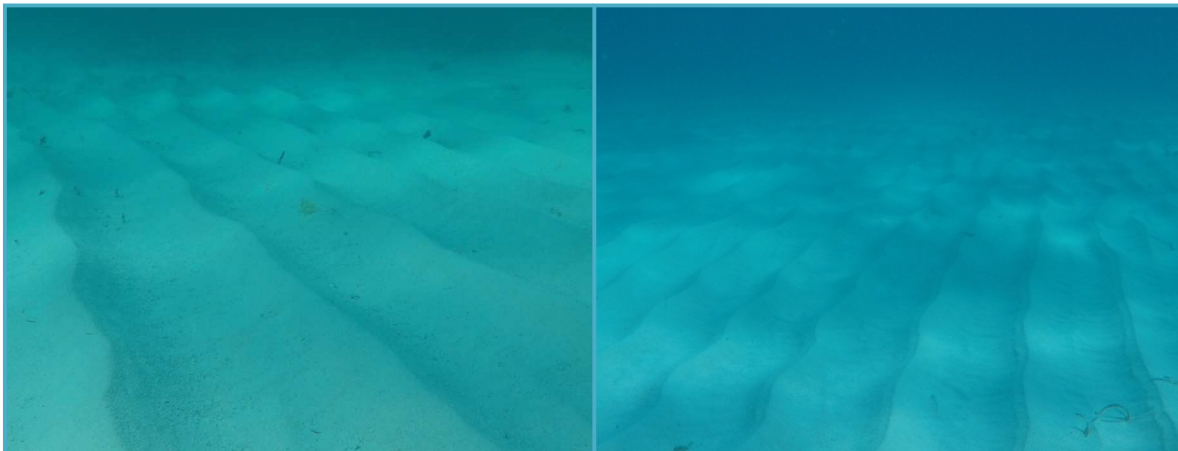


Figura IV_35. Sedimentos arenosos del SA.

Perfil batimétrico del arenal

La profundidad del área del SA varía de cero a (-) 4.5 m, salvo en el arenal, en donde se registran profundidades de hasta (-) 6 m a 1.5 km de distancia de la costa (**Figura IV_37**). La caracterización de las profundidades deja notar que se alcanzan profundidades de más de 1.5 metros a escasos metros de la pleamar más alta.

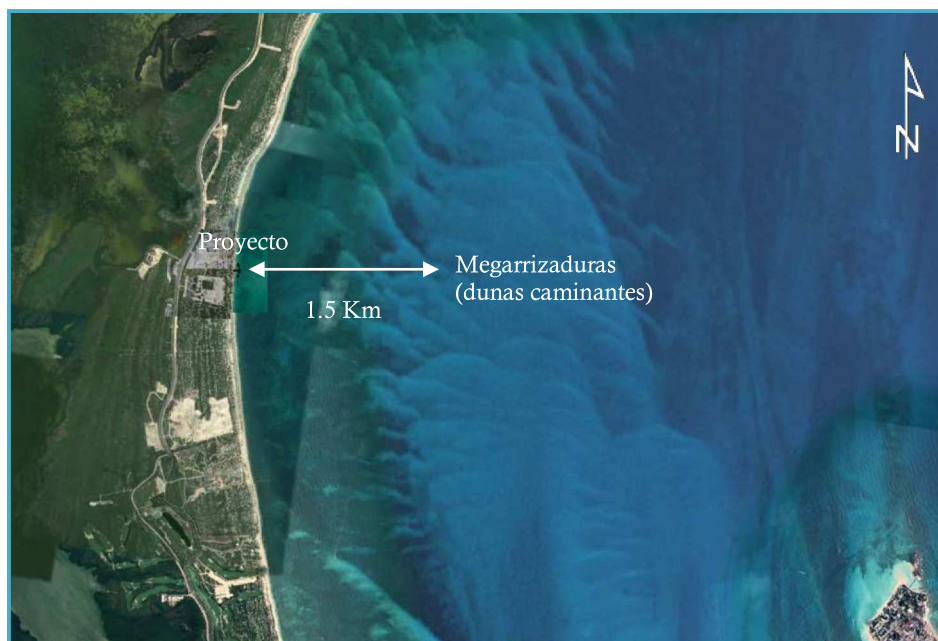


Figura IV_ 36. Megarrizaduras al este del proyecto.

En el ambiente de arenal se realizó un modelo batimétrico y geomorfológico digital en 3-D. El método tradicional (y más económico) para obtener modelos batimétricos y geomorfológicos digitales en 3-D, en ecosistemas marinos es por medio de relevamientos batimétricos directos en campo utilizando ecosondas comerciales/recreativas, y combinar la información obtenida de esta manera con modelación por métodos geoestadísticos (Hogrefe et al. 2008). Esta aproximación requiere comúnmente de trabajo de campo intensivo y proporciona modelos en 3-D con una resolución espacial horizontal media.

Se realizó el levantamiento batimétrico en los sitios potenciales para disposición de arena por medio de transectos efectuando barridos con ecosonda. Se obtuvieron 40 puntos con registros de coordenadas y profundidad (x, y, z) en la porción marina, delimitación de línea de costa e información en la porción terrestre. Así mismo, se corrió una rutina de krigging de tipo puntual con variograma línea (**Figura IV_ 37**).

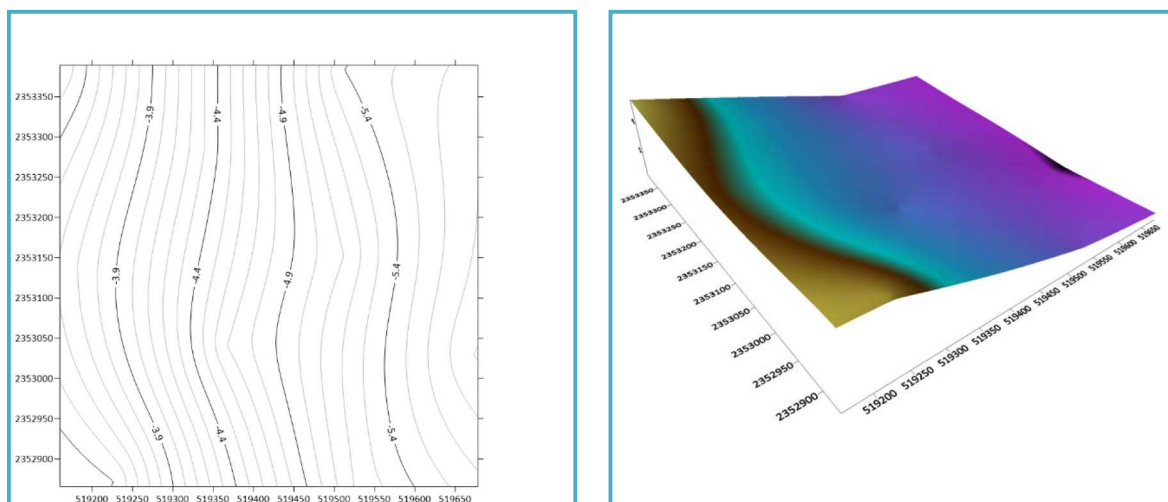


Figura IV_ 37. Batimetría y modelo 3D del SA.

Fauna

Equinodermos

El grupo de los equinodermos en el SA estuvo representado por una especie correspondiente a la familia Oreasteridae (estrellas de mar), *Oreaster reticulatus*, las cuales se localizaron en los sitios más alejados de la línea de costa (Tabla IV_ 6, Figura IV_ 38).

Tabla IV_ 6. Listado de especies de esponjas por transecto

Familia	Genero	Especie	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Oreasteridae	<i>Oreaster</i>	<i>reticulatus</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-
Total de especies			0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0



Figura IV_ 38. Foto de la estrella de mar (*Oreaster reticulatus*).

Peces

El grupo de los peces en el área de estudio estuvo representado por un total de cinco especies, pertenecientes a cinco géneros diferentes. Cabe resaltar que la presencia de peces fue muy escasa, posiblemente por la condición degradada de algunos sitios. Se observó un cardumen de la especie *Caranx ruber* y tres especies más en una llanta de automovil, *Canthidermis sufflamen*, *Pomacanthus paru* y *Thalassoma bifasciatum* (Tabla IV_ 7, ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia).

Tabla IV_ 7. Listado de peces por sitio de monitoreo (los valores representan número de individuos)

Familia	Genero	Especie	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Aetobatidae	<i>Aetobatus</i>	<i>narinari</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Balistidae	<i>Canthidermis</i>	<i>sufflamen</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carangidae	<i>Caranx</i>	<i>Ruber</i>	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus</i>	<i>Paru</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Labridae	<i>Thalassoma</i>	<i>bifasciatum</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total de especies			3	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0

Vegetación marina en el SA

En esta región predomina la corriente del Caribe, que fluye al norte y penetra desde el sureste en dirección del estrecho de Yucatán. A ambos lados de dicha corriente existen contracorrientes y vórtices de dirección y velocidad variables. La salinidad del mar en la plataforma continental en el norte de Quintana Roo varía entre 35 y 36 ppm y la temperatura superficial oscila entre los 28° C en el verano y los 24° C en el invierno. El régimen de mareas en dicha área corresponde al tipo mixto semidiurno de baja amplitud, ya que no oscila más de 40 cm en la pleamar máxima registrada (CONANP/SEMARNAP, 1998).

Las praderas de pastos marinos son ecosistemas caracterizados por el predominio de las angiospermas marinas, que son un grupo de plantas único que ha evolucionado para adaptarse a condiciones de inmersión permanente en el medio marino (der Hartog y Phillips, 2001 tomado de Martínez, 2007). En el Golfo de México y Mar Caribe se han registrado nueve especies de angiospermas marinas, entre ellas *Talassia testudinum*, *Halodule wrightii* Ascherson y *Syringodium filiforme* Kützinger (Jordán E., 1978; CONANP/SEMARNAP, 1998; Martínez, 2007; Valdez-Luit y Liceaga-Correa, 2010). No obstante, en el SA solo se obtuvo el registro de *Talassia testudinum*.

En la región de Isla Blanca, hasta el momento en los ecosistemas marinos no existen registros de problemáticas ambientales. No obstante, los efluentes derivados del desarrollo urbano y turístico en la zona hotelera de Cancún llegan a la zona a través de la dinámica costera de corrientes que fluye de sur a norte (CONANP/SEMARNAP, 1998; CONABIO 2008). Estas actividades han generado problemas de contaminación o daños directos sobre los ecosistemas, que han degradado paulatinamente su calidad o reducido su superficie de cobertura (CONANP/SEMARNAP, 1998; CONABIO, 2008). Aunado a lo anterior los fenómenos hidrometeorológicos intensos, que llegan a estas costas periódicamente, también influyen en el desarrollo y calidad de los ecosistemas en el área (Carrillo-Bastos et al., 2008; Arellano-Méndez et al., 2010).

La vegetación marina en el Sistema Ambiental estuvo representada por el grupo de macroalgas pertenecientes a tres familias: Hydrocharitaceae, Chlorophyta y Phaeophyceae (Tabla IV_ 8, Figura IV_ 39). Prácticamente el 50% del SA presentan pastizales en estado de degradación. Es importante mencionar que en 2013, 2015, 2018 y 2019 han ocurrido arribazones de cantidades atípicas de sargazo a las costas del Caribe Mexicano, provocando afectaciones severas en diversos sectores, como el turístico y el ambiental. Entre las posibles causas, se encuentra la convergencia del aumento de la temperatura superficial del océano y de nutrientes provenientes de fuentes como la contaminación de los cuerpos de agua y el polvo del desierto africano transportado por vientos. Estas condiciones, propician el incremento de la biomasa de las especies de sargazo que llegan al Caribe, por lo que se espera que incremente la recurrencia de este fenómeno en nuestras costas, coincidiendo con el tipo de fenómenos que se esperarían con el cambio climático.

Tabla IV_ 8.-Listado de especies de flora marina (los valores representan %).

Familia	Genero	Especie	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Hydrocharitaceae	<i>Thalassia</i>	<i>testudinum</i>	45	40	45	50	50	40	40	45	35	30	-	-
Chlorophyta	<i>Penicillus</i>	<i>capitatus</i>	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-
Phaeophyceae	<i>Sargassum</i>	<i>sp.</i>	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-
Total de especies			1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	0	0

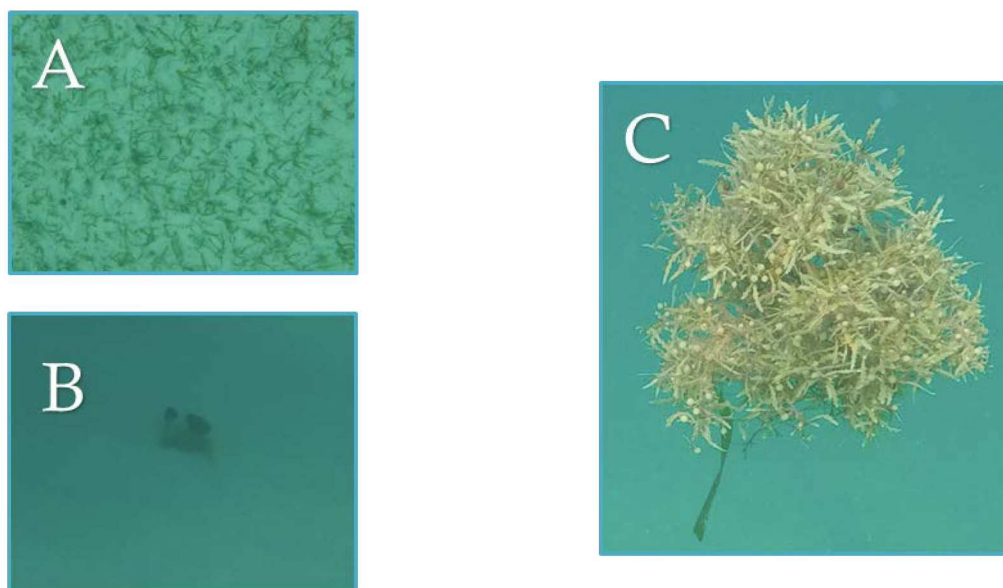


Figura IV_39. Fotos de pastos marinos y macroalgas observados en el sistema ambiental durante el muestreo, A) *Thalassia testudinum*, B) *Penicillus capitatus* y C) *Sargassum* sp.

IV.2.2.2. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

En el área en donde se pretende realizar el proyecto y área de influencia no se registraron especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), ni en la lista de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés).

IV.2.3. Paisaje

El paisaje es la calidad visual y estética de un territorio y puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas. Por lo tanto, para estudiarlo, se deben investigar sus elementos constituyentes y tiene diferentes formas de percepción como auditiva, visual y olfativa.

El área estudiada se localiza en una región muy susceptible a los fenómenos naturales y que ha sido afectada continuamente por fenómenos meteorológicos. En consecuencia, se ha originado no solamente la transformación de las características en el paisaje terrestre (remoción de vegetación, daño a infraestructura hotelera, y vías de comunicación, etc.), sino también la erosión constante de la playa.

Desde la perspectiva ambiental, la calidad paisajística puede ser calificada como de valor medio alto, ya que si bien se ha perdido cierta naturalidad, la conjunción de los componentes ambiental y arquitectónico que inciden en la zona, crean un espacio que se reconoce como un punto focal más en el litoral. Dada la vulnerabilidad de la zona, será indispensable que las obras que se realicen conjuguen e integren elementos y estructuras que garanticen el mantenimiento de la calidad paisajística que ahí se percibe.

IV.2.4. Medio socioeconómico

IV.2.4.1. Demografía

En el SA delimitado no existen centros de población o asentamientos humanos que permitan describir las condiciones demográficas y socioeconómicas; por lo tanto, se ha optado por analizar y describir este componente a diferentes escalas a manera de referencia, conforme a lo siguiente:

El municipio de Isla Mujeres, en el Estado de Quintana Roo, tiene una extensión de 1,100 Km² y comprende la Isla de Mujeres, Isla Blanca, Isla Contoy y una parte continental en esta última se pretende el desarrollo del proyecto.

De acuerdo al último conteo de Población y Vivienda realizado por el INEGI, el municipio de Isla Mujeres cuenta con una población de 16,203 habitantes correspondientes al 1.22% del total de habitantes de todo el estado de Quintana Roo (**Figura IV_ 40**). De ese total, 8,358 son hombres y 7,845 son mujeres, mismo que representa un incremento poblacional de 7,753 habitantes en un periodo de 15 años (**Figura IV_ 41**).

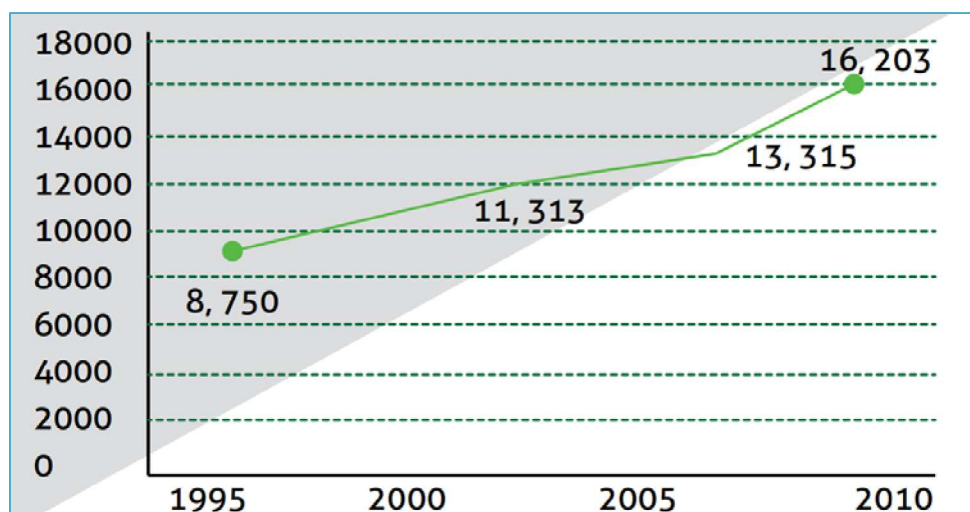


Figura IV_ 40. Crecimiento poblacional de Isla Mujeres. Fuente INEGI 2010.

RANGO DE EDAD	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
00-04 años	1, 678	864	814
05-09 años	1, 621	818	803
10-14 años	1,406	719	687
15-19 años	1,465	716	749
20-24 años	1,579	794	785
25-29 años	1,570	800	770
30- 34 años	1,464	739	725
35-39 años	1,368	722	646
40- 44 años	1, 066	584	482
45-49 años	845	454	391
50- 54 años	650	355	295
55- 59 años	484	253	231
60- 64 años	370	179	191
65-69 años	228	135	93
70- 74 años	145	77	68
75-79 años	84	57	27
80- 84 años	45	19	26
85- 89 años	27	14	13
90- 94 años	6	3	3
95- 99 años	2	2	
no especificado	100	54	46
TOTAL	16, 203	8,358	7, 845

Figura IV_ 41. Distribución de la poblacional de Isla Mujeres por género y por edad. Fuente INEGI 2010.

IV.2.4.2. Factores socioculturales

IV.2.4.2.1 Condiciones económicas

El municipio de Isla Mujeres presento al inicio de las década de 2000, un incremento en los ingresos, sin embargo, a final de la década el crecimiento no presento incremento, siendo los años 2008 y 2011 los años críticos (**Figura IV_ 42**).

AÑO	INGRESO BRUTO DEL MUNICIPIO (MILES DE PESOS)	%CRECIMIENTO ANAUAL
2000	56281	
2001	66540	18.2%
2002	71617	7.6%
2003	82302	14.9%
2004	105649	28.4%
2005	131821	24.8%
2006	181012	37.3%
2007	186844	3.2%
2008	183985	-1.5%
2009	216007	17.4%
2010	268553	24.3%
2011	259796	-3.3%
2012	281221	8.2%

Figura IV_ 42. Distribución de los ingresos en el municipio en el inicio de la década de 2000. Fuente INEGI.

Sin duda el sector turístico, al igual que en el estado y en el municipio de Isla Mujeres es el más importante. Los ingresos de divisas para el municipio de se concentra principalmente en Isla Mujeres en su zona insular, la costa continental e Isla Contoy. Sin embargo, las proyecciones apuntan que para el 2020, con el desarrollo turístico de la zona continental, el crecimiento económico estará en esta región.

De acuerdo a los datos de la Secretaria de Turismo de Quintana Roo, en el 2010, visitaron este destino alrededor de 158,7100 turistas, cifra que aumentó en el año 2011 con 179,269 visitas (**Figura IV_ 43**). Es importante señalar que Isla Mujeres cuenta con una oferta hotelera de 2080 cuartos distribuidos en 75 hoteles.

AÑO	NÚMERO DE VISITANTES	% DE CRECIMIENTO
2007	117,316	-
2008	144,689	23.3%
2009	130,207	-10.0%
2010	158,700	21.9%
2011	179,629	13.2%
2012	180,522	-0.5%
2013	237,291	31.4%

Figura IV_ 43. Afluencia turística por año.

La segunda actividad más importante, es la pesca. Se cuenta con una flota camaronera, langostera y de pesca de escama. Existen cinco cooperativas pesqueras dedicadas principalmente a la captura de langosta, camarón y caracol. Las especies de escama son capturadas por los pescadores libres.

IV.2.4.2.2 Urbanización y vías de comunicación

Las vías de comunicación terrestre en la zona continental del municipio que comunican el SA con la zona metropolitana de Cancún, es la continuación de la Av. Puerto Juárez, la cual cubre una distancia de 4 km. A excepción de este camino pavimentado, el resto de las vías de comunicación son caminos rurales que comunican algunas localidades con Puerto Juárez.

Cabe mencionar que en la zona del proyecto se están construyendo nuevas vías de acceso a los desarrollos hoteleros como el de Playa Mujeres, mismas que servirán para mejorar la comunicación de la zona.

En relación con la comunicación marítima con la Isla, en Punta Sam se encuentra la terminal de trasbordador, así como el muelle que ofrece el servicio de transporte local.

IV.2.4.2.3 Salud y Seguridad Social.

La población establecida en la parte continental del municipio es muy baja, su atención se ha integrado al esquema de atención ciudadana del municipio contiguo de Benito Juárez, en donde la SSA, el IMSS y el ISSSTE les dan asistencia en salud. En relación a enfermedades más comunes, se encuentran las infecciones respiratorias agudas.

IV.2.5. Diagnóstico ambiental

Con base en los resultados obtenidos durante el trabajo de campo y la bibliografía consultada para la zona, se concluye que el ecosistema del Sistema Ambiental está constituido por una zona de arenal que colinda con pastos marinos de densidad media y arenales con densidades bajas de pastos marinos. Se encuentran representados principalmente por las especies *T. testudinum* y macroalgas como el sargazo. Estos, han sido impactados por diferentes actividades antropogénicas, destacando el establecimiento de infraestructura turística (muelles) y el desarrollo de actividades relacionadas con ellas.

Este tipo de ambientes por naturaleza son someros y bastante homogéneos, tanto en la parte del pastizal como en los arenales; en donde la ausencia de sustrato rocoso provoca una baja presencia de especies marinas, principalmente por la falta de refugios.

La biota marina que se encontró en el área de estudio es, en términos generales, muy escasa, tanto en variedad de especies como en abundancia de organismos de todos los grupos taxonómicos analizados.

En la zona se encuentra una presencia reducida de peces, la variedad de especies y estadios de los organismos son más bien bajos en toda el área. En la caracterización biológica realizada para el presente proyecto no se identificó ninguna especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, debido a que a 2.7 km al norte del proyecto sí se han observado nidadas de tortugas, como parte del proyecto se pretende implementar medidas para este tipo de eventos. Esto será descrito en el Capítulo VI.

Con relación al análisis de la arena rojo, que el material en todo el sistema ambiental es muy similar tanto en el tamaño de grano como visualmente, por lo tanto, se determinó que la zona de acumulación es ideal para el proyecto dadas sus características y origen.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El impacto ambiental se define como la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza (Artículo 3o, Fracción XIX, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente); en este sentido, cualquier cambio que el proyecto ocasione sobre el ambiente, será considerado como un impacto ambiental.

Por otro lado, la evaluación del impacto ambiental es un proceso de análisis que sirve para prever los futuros cambios en el ambiente, sean de tipo antropogénico o generados por el mismo ambiente. Asimismo, permite elegir aquella alternativa de proyecto cuyo desarrollo maximice los beneficios hacia el ambiente y disminuya los impactos no deseados. El término impacto no implica en sí mismo negatividad, ya que estos también pueden ser positivos.

V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Una vez que sean identificadas las interacciones que tendrán las obras y actividades del proyecto con los elementos que integran el sistema ambiental, se procederá a identificar y valorar los impactos ambientales que generará el proyecto a nivel cuantitativo. Utilizando su valor de importancia (VIM), se emplearán criterios de valoración a los cuales se les asignará un valor numérico y consecuentemente se realizará la sumatoria de los valores asignados. Posteriormente, se aplicará el algoritmo propuesto por Domingo Gómez Orea (1988), modificado:

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

El resultado obtenido en la aplicación del algoritmo, permitirá determinar más adelante el valor de importancia de cada impacto identificado. Como paso final, el resultado será ponderado con una escala de referencia (definida más adelante), por medio de la cual se establecerá la jerarquía de los impactos ambientales que generará el proyecto.

El método fue seleccionado debido a que está confeccionado con el fin de poder adaptarse a todo tipo de proyectos por su carácter generalista y dado que permite la integración de conocimientos sectoriales. Esto confiere al método la capacidad de actuar como hilo conductor para el trabajo de un equipo interdisciplinario, lo que lo hace especialmente útil y práctico como herramienta para estudios de impacto ambiental. Adicionalmente, el modelo es bastante completo y permite, partiendo de un diagrama arborescente del sistema ambiental, hacer una evaluación tanto cualitativa como cuantitativa del impacto ambiental. Lo anterior es obtenido mediante el empleo de funciones de transformación. Además, posibilita comparar los impactos del proyecto en los escenarios del medio, sin implementar medidas protectoras y con la aplicación de ellas.

Entre las ventajas del método seleccionado se pueden citar las siguientes:

- 1) permite la obtención de un índice global de impactos;
- 2) se adapta a diferentes tipos de proyectos;
- 3) pondera los efectos mediante la asignación de pesos; y
- 4) realiza una evaluación cualitativa y cuantitativa del impacto.

V.1.1. Criterios de importancia para la evaluación

En la **Tabla V_ 1** se presentan los criterios de valoración con sus correspondientes atributos, mismos que forman parte del algoritmo propuesto para valorar cuantitativamente cada impacto ambiental identificado.

Tabla V_ 1. Criterios de evaluación utilizados para la valoración de los impactos ambientales.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
#	CRITERIO	ATRIBUTOS
1	Carácter	Positivo (+)/Negativo (-)
2	Intensidad	Alta/Media/Baja
3	Causa-efecto	Directo/Indirecto
4	Extensión	Puntual/Parcial/Extenso
5	Momento	Corto plazo/ Mediano plazo/Largo plazo
6	Persistencia	Fugaz/Temporal/Permanente
7	Periodicidad	Irregular/Periódico/Continuo
8	Reversibilidad	Reversible/Irreversible
9	Recuperabilidad	Preventivo/Mitigable/Recuperable/Irrecuperable

De acuerdo con el cuadro anterior, para la evaluación cuantitativa de los impactos ambientales, se utilizaron 9 criterios y 25 atributos, los cuales se describen como sigue:

Carácter (+ ó -): Cuando hablamos del carácter del impacto, simplemente aludimos a si es beneficioso o dañino, lo cual suele indicarse con un signo positivo (+) o negativo (-), respectivamente. Con el impacto positivo las condiciones del medio (abiótico, biótico, perceptual y socioeconómico) se benefician y mejoran, mientras que con el negativo se dañan o deterioran.

Intensidad (In): Si por definición la intensidad es el grado de fuerza, cuando hablamos de la intensidad del impacto nos referimos a su nivel de destrucción si se trata de un impacto negativo, o de beneficio, si es positivo. Con un propósito práctico el grado de

destrucción o beneficio se define como alto, medio o bajo, para identificar diferentes niveles de daño o mejora en las condiciones del medio (abiótico, biótico, perceptual y socioeconómico).

En un sentido negativo, cuando la intensidad es alta, se produce una destrucción casi total del factor ambiental afectado y si es baja, hay una modificación mínima del factor afectado. En un sentido positivo, la intensidad alta refleja un beneficio máximo, mientras que si es baja solo indicaría una cierta mejora. En ambos casos, la intensidad media representa una situación intermedia al ser comparada con los dos niveles anteriores.

Relación-causa efecto (Ce): Hace alusión a la inmediatez del impacto y su posición en la cadena de efectos. Si el impacto tiene un efecto inmediato sobre algún factor del medio se habla de impacto directo. Si el efecto tiene lugar a través de un sistema de relaciones más complejas y no por la relación directa acción-factor entonces se dice que es indirecto. Los impactos directos son también llamados primarios, son los más obvios pues ocurren casi al mismo tiempo que la acción que los causa, mientras que los indirectos son llamados secundarios, terciarios, etc.

Extensión (Ex): La extensión permite considerar algo tan importante como las características espaciales del impacto, es decir, hasta dónde llega su efecto. Bajo este criterio los impactos se dividen en puntual, cuando afecta un espacio muy localizado; extenso si afecta un espacio muy amplio, o parcial si afecta un espacio intermedio, al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores. Para este criterio es necesario establecer una escala espacial relativa referida al factor que se analiza, que a su vez ayudará a precisar las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto.

Momento (Mo): Alude al momento en que ocurre el impacto, es decir, el tiempo transcurrido desde que la acción se ejecuta y el impacto se manifiesta. Este tipo de impacto puede ocurrir a corto plazo, si se manifiesta inmediatamente o al poco tiempo de ocurrida la acción (por ejemplo, un mes o menos), a largo plazo si se expresa mucho tiempo después de ocurrida la acción (por ejemplo, más de tres meses) o a mediano plazo si se manifiesta en un momento después de ocurrida la acción que resulta intermedio al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores (por ejemplo, entre uno y tres meses).

Persistencia (Pe): Se refiere al tiempo que permanece actuando el impacto, es decir, la duración que teóricamente tendrá la alteración del factor que se está valorando. Así, se considera permanente aquel impacto que provoca una alteración indefinida en el tiempo (por ejemplo, superior a un año); temporal aquel que causa una alteración transitoria (por ejemplo, varios meses) y fugaz aquel que causa una alteración breve (por ejemplo, días o semanas). Para este tipo de criterio es necesario establecer una escala temporal relativa referida al factor que se analiza y para ello se tomará como base el cronograma

del proyecto, el cual permitirá establecer un tiempo concreto de duración ajustado a la realidad del proyecto.

Periodicidad (Pr): Alude a la regularidad o grado de permanencia del impacto en un período de tiempo. Se define como irregular al que se manifiesta de forma discontinua e impredecible en el tiempo, periódico si se expresa de forma regular pero intermitente en el tiempo y continuo si el cambio se manifiesta constante o permanentemente en el tiempo. Este último, en su aplicación tiende a confundirse con el impacto permanente, sin embargo, el impacto permanente concierne a su comportamiento en el tiempo y el continuo al tiempo de actuación.

Reversibilidad (Rv): En ocasiones, el medio alterado por alguna acción puede retornar de forma natural a su situación inicial cuando la acción cesa. De esta forma se habla de un impacto reversible. Cuando al desaparecer dicha acción, no es posible el retorno al estado original de manera natural, decimos entonces que el impacto es irreversible. Este criterio no se considera para evaluar los impactos al medio socioeconómico.

Recuperabilidad (Rc): No siempre es posible que el medio alterado por alguna acción pueda regresar de forma natural a su situación inicial cuando la acción cesa. En tales casos debemos tomar medidas para que esto ocurra. Definimos entonces el impacto recuperable cuando desaparece la acción que lo causa por la aplicación de alguna medida específica; preventivo cuando se aplican medidas que impiden la manifestación del impacto, o mitigable como aquel donde la aplicación de medidas correctoras sólo reducen el efecto de la acción impactante, sin llegar a la situación inicial. En los últimos dos casos (preventivo y mitigable) aplican las llamadas medidas preventivas o de mitigación, a las cuales nos referiremos en el próximo capítulo.

Por otra parte, el impacto es irrecuperable cuando al desaparecer la acción que lo causa no es posible el retorno a la situación inicial, ni siquiera a través de medidas de protección ambiental, por lo que además de medidas mitigadoras para reducirlo, debemos aplicar las llamadas medidas compensatorias para remediarlo.

La categoría de recuperabilidad no aplica a los impactos positivos, pues su definición abarca el concepto de medidas mitigadoras o compensatorias que solo se aplican a los impactos negativos. Para los impactos positivos se manejan las llamadas medidas optimizadoras encaminadas a perfeccionar, ampliar y expandir el beneficio del impacto positivo. Para el presente estudio las medidas optimizadoras no fueron consideradas ya que no afectan ni deterioran el medio.

V.1.2. Indicadores de impacto

El agua marina, los recursos forestales, los pastos marinos, fauna neotónica, el paisaje y la población local, son los distintos elementos del entorno que están presentes en la zona

de construcción del atracadero y en el área de influencia de éste. Se considera que su orden de importancia en afectación es en el orden en que han sido mencionados.

El agua marina podría afectarse en su calidad si durante alguna de las etapas del proyecto llegara ocurrir un derrame de hidrocarburos que la contamine, o si se permite el vertido de aguas residuales al mar. Ambas situaciones son potencialmente posibles, pero se tomarán medidas para evitarlas o reducir el riesgo de que esto ocurra. Esta situación hipotética alteraría también el paisaje.

El proyecto contempla la inclusión en el agua marina de estructuras de arrecifes artificiales, cuya estructura podría disipar cierto material y consecuentemente modificar la química del agua marina en el área circundante de estos. Sin embargo, este tipo de estructuras, han sido elaboradas para otros proyectos con éxito en el Caribe tal como se ha mencionado antes. Desde entonces se ha tomado en cuenta cierto procedimiento para evitar este tipo de disipación de material y por ende evitar la modificación de la química del agua marina.

Los recursos forestales necesarios para la construcción del proyecto deberán provenir de una fuente autorizada para su aprovechamiento a fin de evitar la tala ilegal del recurso y la afectación ambiental de ecosistemas selváticos.

Los pastos marinos podrían ser afectados si no se toman las medidas de prevención necesarias para realizar los trabajos, pero no se les causará un daño irreversible. Para minimizar el efecto sobre estos habrán de tomarse medidas preventivas como son la colocación de una malla antidispersión de geotextil que contenga los sedimentos que se levantarán durante el proceso de hincado de los pilotes. También será necesario llevar a cabo la limpieza del fondo marino una vez que concluyan las obras para retirar cualquier residuo que pudiera alterar las condiciones naturales.

La abundancia del necton será afectada de forma positiva y negativa dependiendo de las distintas etapas del proyecto. El necton se refiere a los organismos marinos que tienen la capacidad de movilizarse por cuenta propia sobre la columna de agua, tales como peces, moluscos como pulpos, calamares, jibias, entre otros. Su abundancia aumentará con la colocación de los arrecifes artificiales contemplados para el proyecto. Esto se debe a que dichas estructuras proveen de un espacio que puede ser utilizado por el necton y fauna bentónica como medio de alimentación y/o refugio. Sin embargo durante la etapa de preparación y ciertas fases de la construcción puede ocurrir lo contrario.

Finalmente, la población local obtendrá beneficios directos e indirectos de las obras proyectadas debido a las relaciones comerciales y de negocio que se crearán. Así mismo se creará una derrama económica que conlleva la construcción y operación del atracadero rústico proyectado.

En síntesis, los factores del medio susceptibles de recibir impactos derivados de las acciones del proyecto están representadas mediante un árbol de acciones o mapa conceptual como lo indica la **Tabla V_ 2**.

A la derecha de cada componente ambiental se ha asignado un valor de importancia estimado a partir de su relevancia en el sistema ambiental, determinado con base en la experiencia del equipo técnico responsable de este manifiesto, siguiendo los criterios de Conesa Fernández (1997) y soportado en la caracterización ambiental del sistema ambiental descrito en el Capítulo IV de este manifiesto.

Tabla V_ 2. Factores del medio susceptibles de recibir impactos derivados de las acciones del proyecto.

Sistema	Subsistema	Componente Ambiental	Factor Ambiental Afectado	UIP
Medio Físico	Medio Abiótico	Agua marina	Calidad	100
		Playa arenosa	Calidad	100
		Aire	Calidad	100
	Medio Biótico	Recursos Forestales	Abundancia	100
		Flora marina	Cobertura	50
		Fauna bentónica y Necton	Abundancia	100
		Fauna silvestre	presencia/ausencia	100
	Medio perceptual	Paisaje natural	Calidad y valor escénico	150
Medio Socioeconómico	Medio Sociocultural	Población	Dinámica poblacional	20
	Medio Económico	Economía	Sector Construcción	15
			Sector Náutico	100
			Comercio Organizado	20
			Organizaciones civiles locales	25
			Sector público	20
SUMA				1.000

V.2. Impactos ambientales

V.2.1. Acciones del proyecto susceptibles de causar impacto

Acciones que implican emisión de contaminantes

El desarrollo de las obras proyectadas implica el empleo de maquinaria y vehículos de combustión interna que durante su operación liberan al ambiente gases contaminantes. Sin embargo, la Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2006 exceptúa los

vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kilogramos, motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y minera, por lo que este impacto potencial se excluye de la evaluación.

Durante el hincado de los pilotes es común que el sedimento, al ser perturbado, se disperse. Para evitar esta dispersión y con ello el sepultar áreas adyacentes a las áreas de trabajo o contaminar zonas aledañas, se han previsto medidas preventivas. La utilización de malla antidispersión de geotextil en el perímetro de trabajo, la cual permitirá contener los finos y los residuos que se desprendan, es una de estas medidas a implementar.

La operación de las embarcaciones implica la liberación al ambiente de partículas contaminantes debido al empleo de motores de combustión interna. Debido al número de embarcaciones que se espera hagan uso del atracadero, así como por los avances tecnológicos de los motores que se emplean hoy en día, se considera un impacto potencial bajo e irrelevante. No obstante, se reglamentará el mantenimiento preventivo de los motores para asegurar su óptimo desempeño y minimizar las emisiones.

También durante la operación es plausible suponer que puedan tener lugar derrames de combustible y otros hidrocarburos, debido a fugas, fallas o accidentes durante el atraque y salida de las embarcaciones, por lo que se deberán incorporar medidas de prevención y en su caso de mitigación. Se deberá evitar la contaminación con aguas residuales y con residuos sólidos, ya que estos podrían generarse alrededor de las obras provisionales proyectadas, mismas que se localizarán en la playa.

El ruido es un elemento contaminante que estará presente durante la etapa de construcción de la obra proyectada. Esto afectará en principio y de manera temporal a la fauna silvestre que eventualmente usa la playa para alimentarse.

Acciones derivadas de almacenamiento de residuos

El almacenamiento temporal de los residuos que se generarán durante las distintas etapas del proyecto se hará en las áreas con que cuenta el hotel Majestic, que incluyen cámara refrigerada para residuos orgánicos y cámaras secas para la colocación diferenciada de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Debido a esto, no se anticipan impactos por el almacenamiento de residuos.

La disposición final de los residuos sólidos tendrá lugar en el relleno sanitario Norponiente ubicado en el Municipio Benito Juárez. Esto se realizará a través del Servicio de Limpia Municipal del H. Ayuntamiento de Isla Mujeres.

La mayor parte de los residuos propios de la construcción del atracadero serán inertes y no están considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-

SEMARNAT-2005. La Ley general para la prevención y gestión integral de residuos (LGPGIR), tampoco considera dichos residuos como peligroso, por lo que su almacenamiento temporal al interior del predio no representa riesgo ambiental alguno.

Acciones que implican sobreexplotación de recursos

Sobreexplotar un recurso significa aprovecharlo o utilizarlo más allá de su capacidad de recuperación o reversión natural. La construcción del atracadero demandará 25,000 pies de madera dura principalmente proporcionada por el árbol comúnmente llamado chicozapote (*Manilkara zapota*). Para evitar la tala ilegal y la afectación del medio natural, la madera dura que se utilice deberá provenir de un productor forestal autorizado quien deberá exhibir las guías de aprovechamiento respectivas.

Acciones que implican sub-explotación de recursos

Sub explotar un recurso significa aprovecharlo o utilizarlo por debajo de su nivel o capacidad de aprovechamiento. No se anticipa que el proyecto propuesto pueda derivar en la sobreexplotación de recursos naturales.

Acciones que actúan sobre el medio biótico terrestre y marino

El muelle del proyecto desplantará sobre un ambiente de arenal costero, libre de vegetación acuática sumergida. Aunque no habrá afectación a la comunidad de pastos marinos de densidad media se llevarán a cabo como parte del programa de vigilancia ambiental recorridos en el área marina para monitorear del estado de los pastos marinos, a efecto de verificar el comportamiento de los mismos al momento de la construcción y posterior a la conclusión del proyecto.

Para reducir el área de afectación en la zona marina durante el proceso constructivo se ha previsto el acordonamiento del área de trabajo con una malla antidispersión de geotextil que contendrá los finos en suspensión que causará la técnica de hincado de los pilotes (wáter jetting).

La playa es frecuentada por playeritos (*Calidris alba*) que se alimentan en la zona intermareal o en las zonas de acumulación de sargazo. Se prevé que éstos serán temporalmente afectados por el desarrollo de las obras, pues son susceptibles al ruido y a la presencia humana que los hace levantar el vuelo rápidamente. Sin embargo, una vez que cesen las actividades en la playa recuperarán este espacio.

La colocación de arrecifes artificiales causará una dispersión del fondo marino al ser asentadas en el mismo. Sin embargo, esta afectación será mínima a comparación a la dispersión de finos que el hincado de pilotes puede desembocar. Antes de la colocación de estas estructuras, se vigilará que en la zona no se encuentre ningún organismo bentónico que pudiera ser aplastado. En caso de encontrarse alguno, será trasladado

inmediatamente a una zona similar lejana del área del proyecto. Además se colocarán durante los trabajos mallas antidispersión para contener los finos en suspensión.

Adicionalmente, una vez que los arrecifes artificiales ya se encuentren en el fondo marino instalados, empezarán a tener diversas funciones benéficas para los organismos bentónicos y el necton marino. Estas estructuras proveerán función de refugio para peces, moluscos e invertebrados marinos, así como de espacio para la colonización de otros como lo pueden ser corales o algas. La biodiversidad en el sitio podrá aumentar debido a ello. Este mismo efecto podría presentarse en los pilotes de madera que sostendrán la pasarela del muelle.

A pesar de lo anterior, es de vital importancia llevar un seguimiento y control del tipo de organismos que iniciarían a colonizar así como de los que logren asentarse permanentemente en las estructuras de arrecifes artificiales.

Acciones que dan lugar al deterioro del paisaje

En la zona existen actividades náuticas como las que se pretenden desarrollar en este proyecto, así como también existen obras de infraestructura mucho mayores que las propuestas. Por esta razón, se considera que el proyecto no anticipa acciones que puedan dar lugar al deterioro del paisaje local o regional.

El almacén temporal de obra y la zona de trabajo provisional afectarán de manera temporal al predio particular donde se ubica el Hotel Majestic, no a la playa colindante. Puesto que durante la ejecución de las obras deberán tomarse medidas preventivas y de mitigación que eviten la contaminación ambiental y la dispersión de residuos sólidos.

Acciones que repercuten sobre las infraestructuras

El muelle proyectado no afectará en modo alguno la infraestructura urbana existente en la zona, ya que los servicios principales –agua, sanitarios- serán proporcionados desde el hotel contiguo a través de instalaciones retirables o provisionales como el caso del agua que se abastecerá por manguera flexible. O bien se emplearán sistemas autónomos como son lámparas solares que no requieren instalaciones mayores.

Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural

El desarrollo de la obra propuesta tendrá mínimas repercusiones que modifiquen el entorno social y económico del municipio de Isla Mujeres y no tendrá ningún efecto sobre su cultura.

La generación de empleos temporales y permanentes es baja debido a las dimensiones de la obra, pero contribuirá a la diversificación de las actividades para los huéspedes del hotel Majestic. En cierta medida, las instalaciones del muelle Majestic abrirán algunas

oportunidades de negocio para los asociados náuticos en la zona, así como representa mayores oportunidades para los lancheros isleños que ofrecen travesías náuticas y paseos a Isla Mujeres e Isla Contoy, tours de pesca deportiva y buceo recreativo. La atracción de los arrecifes artificiales promoverán también estas oportunidades.

Dado que estas son actividades tradicionales de los isleños de Isla Mujeres, los beneficios del desarrollo son significativos y tiene repercusiones directas en su bienestar y calidad de vida. No se anticipan cambios en el entorno cultural puesto que la actividad proyectada es compatible con las actividades que actualmente se realizan. Tampoco se prevé una modificación relevante al entorno social, puesto que no contraviene ninguna ley, reglamento o norma mexicana.

Por el contrario y en particular con la implementación de los arrecifes artificiales, se podrá concientizar de la importancia y funciones que poseen ciertos organismos marinos así como de los servicios y el bienestar que aportan al ser humano. A través de este tipo de estructuras es que se puede alcanzar a la gente y por medio de pláticas didácticas crear conciencia y posiblemente una futura acción en pro de la conservación del medio ambiente marino. Con ello se puede influenciar para bien la manera de pensar sobre la conservación del ambiente marino tanto a las personas locales como extranjeras que tengan contacto con los arrecifes artificiales.

Acciones derivadas del incumplimiento de la normatividad ambiental vigente

Considerando que las obras y actividades son congruentes con la normatividad ambiental vigente, no se anticipa ningún incumplimiento a la misma.

Posibles efectos ambientales de las obras proyectadas

Con base en los razonamientos previos y a manera de síntesis, en la siguiente **Tabla V_3** se indican las acciones concretas del proyecto susceptibles de causar impactos al ambiente y su posible efecto sobre este.

Tabla V_3. Acciones concretas del proyecto susceptibles de causar impactos al ambiente.

Acciones concretas del proyecto	Posible efecto sobre el ambiente
Demanda de recursos forestales	Sobre explotación de recursos
Preparación de pilotes en la playa	Alteración del paisaje
Hincado de pilotes en la zona marina	Afectación al medio biótico: flora y fauna marina (necton y bentos)
Colocación de arrecifes artificiales en el fondo marino	
Ensamblado de la estructura del atracadero	Contaminación ambiental
Atraque de embarcaciones	Generación de empleo directo e indirecto
Operación	Derrama económica directa en beneficio de prestadores de servicio locales
Manejo de residuos sólidos	Generación de residuos

Acciones concretas del proyecto	Posible efecto sobre el ambiente
Fugas y derrames de hidrocarburos	Contaminación ambiental
Limpieza del sitio al cierre de obra	Generación de residuos

V.2.2. Valoración y descripción de los impactos

V.2.2.1. Valoración de los impactos

A continuación se analizan los impactos ambientales identificados de acuerdo con las interacciones presentadas en la matriz de causa-efecto; mostrándose los efectos sin las medidas de mitigación en el proyecto (**Tabla V_ 4**) así como con la aplicación de estas (**Tabla V_ 5**). Posteriormente se presentan los cálculos realizados para la valoración de los impactos ambientales identificados por cada etapa del proyecto, utilizando el algoritmo seleccionado (modificado de Gómez Orea, 1988), el cual se describe como sigue:

$$VIM = +/- (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Donde:

VIM = Valor de importancia del impacto

(+/-) = positivo o negativo

IN = Intensidad

EX = Extensión

EF = Causa-efecto

MO = Momento

PE = Persistencia

PR = Periodicidad

RV = Reversibilidad

MC = Recuperabilidad

SI= Sinérgica

AC= Acumulación

Tabla V_4. Valoración cuantitativa de los impactos ambientales potenciales del proyecto, sin considerar la aplicación de medidas de mitigación ambiental.

Determinación del Valor de Importancia ponderado de los impactos potenciales del proyecto SIN LA APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN			UIP	IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES																					
				PREPARACION DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN								OPERACIÓN													
				Sobre explotación de recursos forestales	Afectación a los pastos marinos	Afectación de fauna silvestre	Afectación ambiental por disposición inadecuada de residuos sólidos	Generación de empleos temporales	Afectación por colocación de objetos ajenos al medio marino: arrecifes artificiales	TOTALES	Riesgo de contaminación de la playa	Afectación ambiental por disposición inadecuada de residuos sólidos	Emissiones a la atmosfera	Afectación a la fauna bentónica: perturbación del habitat	Generación de empleo Directo e indirecto	Afectación de flora y fauna marina por estructuras de arrecifes artificiales.	TOTALES	Total de efectos permanentes de la construcción	Importancia Total						
Medio Abiótico	Agua marina	Calidad del agua	100						Abs	Rel	0	0	-9					Abs	Rel	-9	-0.9	0	0	-9	-0.9
	Playa arenosa	calidad del suelo	100						0	0	-9							-9	-0.9	0	0	-9	-0.9		
	Aire	Calidad del aire	100						0	0			-23					-23	-2.3	-23	-2.3	-23	-2.3		
Medio Biótico	Recursos Forestales	Abundancia	100	-17					-17	-1.7								0	0	0	0	-17	-1.7		
	Flora Marina	Cobertura	50		-9			-7	-16	-0.8							13	13	0.65	0	0	-3	-0.15		
	Fauna Marina	Abundancia	100					-7	-7	0				-18		13	-5	-0.5	0	0	-12	-1.2			
	Fauna Silvestre	Presencia/Ausencia	100			-14			-14	-1.4							0	0	0	0	-14	-1.4			
Medio Perceptual	Paisaje Natural	Calidad y Valor escénico	150				-18		-18	-2.7		-20					-20	-3	0	0	-38	-5.7			
Medio Sociocultural	Población	Dinámica Poblacional	20						0	0					4		4	0.08	0	0	4	0.08			
Medio Socioeconómico	Economía	Sector Construcción	15					12	12	0.18							0	0	0	0	12	0.18			
		Sector Náutico	100						0	0				10		10	1	0	0	10	1				
		Comercio Organizado	20					6	6	0.12						0	0	0	0	6	0.12				
		Organizaciones civiles locales	25					6	6	0.15				8		8	0.2	0	0	14	0.35				
		Sector Publico	20						0	0				4		4	0.08	0	0	4	0.08				
suma UIP Afectadas			1000																						
Total	I Abs	I Rel	-17	-9	-14	-18	24	-14	-48	.....	-18	-20	-23	-18	26	26	-27	.....	-23	.....	-75	.....			
			-1.7	-0.45	-1.4	-2.7	0.5	-2.1	.....	-6.2	-3.6	-3.0	-2.3	-1.8	1.4	0.2	.....	-5.59	.....	-2.3	.....	-12.44			

Determinación del Valor de Importancia ponderado de los impactos potenciales del proyecto CON LA APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN			UIP	IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES																		
				PREPARACION DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN							OPERACIÓN											
				Sobre explotación de recursos forestales	Afectación a los pastos marinos	Afectación de fauna silvestre	Afectación ambiental por disposición inadecuada de residuos sólidos	Generación de empleos temporales	Afectación por colocación de objetos ajenos al medio marino: arrecifes artificiales	TOTALES	Riesgo de contaminación de la playa	Afectación ambiental por disposición inadecuada de residuos sólidos	Emissiones a la atmosfera	Afectación a la fauna bentónica: perturbación del hábitat	Generación de empleo Directo e indirecto	Afectación de flora y fauna marina por estructuras de arrecifes artificiales	TOTALES	Total de efectos permanentes de la construcción		Importancia Total		
									Abs	Rel							Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel
Medio Abiótico	Agua marina	Calidad del agua	100						0	0	-9						-9	-0.9	0	0	0	0
	Playa arenosa	calidad del suelo	100						0	0	-9						-9	-0.9	0	0	0	0
	Aire	Calidad del aire	100						0	0			-23				-23	-2.3	-23	-2.3	0	0
Medio Biótico	Recursos Forestales	Abundancia	100	-17					-17	-1.7							0	0	0	0	0	0
	Flora Marina	Cobertura	50		-9			-7	-16	-0.8					13	13	0.65	0	0	0	0	
	Fauna Marina	Abundancia	100					-7	-7	-0.7				-18	13	-5	-0.5	0	0	0	0	
	Fauna Silvestre	Presencia/Ausencia	100			-14			-14	-1.4							0	0	0	0	-14	-1.4
Medio Perceptual	Paisaje Natural	Calidad y Valor escénico	150				-18		-18	-2.7		-20					-20	-3	0	0	0	0
Medio Sociocultural	Población	Dinámica Poblacional	20						0	0					4		4	0.08	0	0	4	0.08
Medio Socioeconómico	Economía	Sector Construcción	15				12		12	0.18							0	0	0	0	12	0.18
		Sector Náutico	100						0	0					10		10	1	0	0	10	1
		Comercio Organizado	20				6		6	0.12							0	0	0	0	6	0.12
		Organizaciones civiles locales	25				6		6	0.15					8		8	0.2	0	0	14	0.35
		Sector Publico	20						0	0					4		4	0.08	0	0	4	0.08
suma UIP Afectadas			1000																			
	Total	I Abs	-17	-9	-14	-18	24	-14	-48	.....	-18	-20	-23	-18	26	26	-27	.....	-23	.....	36	.....
		I Rel	-1.7	-0.45	-1.4	-2.7	0.5	-2.1	.....	-6.9	-3.6	-3.0	-2.3	-1.8	1.4	0.2	.....	-5.59	.....	-2.3	.....	0.41

V.2.2.2. Descripción de los impactos

Etapas de preparación del sitio y construcción

Sobreexplotación de recursos forestales

La construcción del muelle demandará alrededor de 18,818 pies tablón (aproximadamente 44 m³) de madera dura, principalmente de chicozapote (*Manilkara zapota*), que es una especie típica de las selvas de Quintana Roo y cuyo aprovechamiento forestal requiere autorización por parte de la SEMARNAT, de tal forma que el impacto potencial podría presentarse en caso que se llevase a cabo un aprovechamiento ilegal.

El área de influencia de este impacto se considera puntual (EX = 1), pues únicamente afectará una sola región de aprovechamiento forestal, posiblemente el ejido Carrillo Puerto. El efecto de esta acción se manifestará en el mediano plazo, pues el tiempo de recuperación del corte de chicozapote dura entre 5 y 7 años (MO = 2, PE = 2), además es reversible de manera natural en el mediano plazo (RV = 1) y recuperable mediante la aplicación de medidas de mitigación (MC = 2).

El impacto tiene sinergia simple (SI = 1), pero es acumulativo (AC = 2) porque este proyecto no será el único que demande madera dura tropical. La relación causa-efecto se considera indirecta (EF = 1) porque la sobreexplotación del recurso no obedece a la demanda de madera del proyecto sino a un posible aprovechamiento ilegal del recurso. Es un impacto potencial de carácter irregular (PR = 1).

Por lo que el valor de importancia del impacto resulta en -18, es decir, impacto irrelevante, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3(1) + 2(1) + 2 + 2 + 2 + 1 + 2 + 1 + 1 + 2) = -18.$$

Afectación a los pastos marinos

Las obras del proyecto, no afectarán de manera directa a la comunidad de pastos marinos, puesto que la ejecución de estas se llevará a cabo únicamente en el ambiente de arenal costero. Por lo que no existe un grado de destrucción de este componente biótico del ecosistema derivado de la construcción del muelle (IN = 1) y su área de influencia puntual (EX = 1).

Este impacto se manifestará como consecuencia del proceso de construcción, es decir, a largo plazo, ya que la etapa de construcción se prevé tenga una duración de 5 años ($MO = 1$) y como consecuencia indirecta del proyecto ($EF = 1$), afectando de manera temporal por la posible suspensión de finos ($PE = 1$), lo cual no significa que se ponga en riesgo la comunidad de pastos marinos considerando su extensión ya que las obras del proyecto no inciden directamente sobre su superficie.

El efecto es reversible en el corto plazo ($RV = 1$), y se espera que ocurra dentro de las siguientes semanas a partir de la conclusión de la obra. Considerando lo anterior no es necesaria la ejecución de medidas de mitigación, tales como el rescate de pastos, sin embargo, se colocarán las mallas antidispersión de geotextil para contener la posible suspensión de finos.

Es un impacto sin efecto sinérgico ($SI = 1$) y sin incremento progresivo ($AC = 1$), pues las obras afectarán de manera puntual un área determinada y no causarán la pérdida de la cobertura vegetal. Se trata de un impacto irregular o discontinuo ($PR = 1$), recuperable de manera inmediata ($MC = 1$). En suma, el valor de importancia del impacto resulta en -13, es decir, se trata de un impacto irrelevante, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$
$$I = \pm (3(1) + 2(1) + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1) = -13.$$

Afectación a la fauna silvestre

Algunas aves como el playerito *Calidris alba* aprovechan la zona intermareal y de acumulación de sargazo para alimentarse y durante los trabajos, tanto por la generación de ruido como por la presencia humana, serán afectados temporalmente, pues estas aves son muy nerviosas y levantan el vuelo ante la menor provocación.

Del frente de playa del hotel aledaño al área de interés, únicamente habrá actividad en aproximadamente 20 m, por lo que se trata de un impacto potencial de intensidad baja y puntual ($IN = 1$, $EX = 1$), que no representa riesgo para la población de playeritos en la zona. Este impacto se presentará de manera inmediata una vez que inicien las obras ($MO = 2$) y su persistencia será fugaz ($PE = 1$), revirtiéndose de manera natural al término de la obra, es decir, en el corto plazo ($RV = 1$).

Se trata de un impacto sin sinergia ($SI = 1$), ni efecto acumulativo ($AC = 1$), que será causado directamente por la actividad humana en la playa ($EF = 3$) y se manifestará de manera irregular o discontinua ($PR = 1$). La recuperabilidad de las condiciones de la playa serán inmediatas ($MC = 1$), pues tras la conclusión de la obra se llevarán a cabo acciones de limpieza para dejar la playa en su condición natural.

El valor de importancia del impacto que se obtiene de las características calificadas y representadas en la siguiente ecuación, es -16, es decir, es irrelevante:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$
$$I = \pm (3(1) + 2(1) + 2 + 1 + 1 + 1 + 1 + 3 + 1 + 1) = -16.$$

Afectación de la playa por disposición inadecuada de residuos sólidos

Durante la construcción del proyecto, se generarán residuos sólidos, en un volumen no determinado *a priori*, pero cuya disposición inadecuada y dispersión en la playa y zona marina puede representar afectaciones al paisaje natural y a la calidad de la zona, restándole atractivo para su uso y disfrute, situación que es contraproducente y debe ser controlada.

Se espera la generación de viruta, aserrín, trozas de madera dura, envolturas y envases de plástico, tornillería defectuosa y cartón, principalmente. Para su contención se colocarán recipiente de 200 l de capacidad, debidamente rotulados y etiquetados, con bolsa plástica del tamaño adecuado. Con la frecuencia necesaria en función de la saturación del volumen de contención y al menos una vez por semana, se trasladarán los residuos a los diferentes almacenes de residuos existentes en el hotel del promoviente. Esto se realiza con el fin de incorporar los residuos a los procedimientos de resguardo y disposición final a través del servicio de limpia municipal, empresas recicladoras o especializadas en el manejo de residuos, según sea el caso. No obstante, en caso de no disponer los residuos como se anticipa y se describe, se puede presentar el impacto.

Debido al volumen de residuos esperado se asigna una intensidad baja a esta acción (IN = 1), sin embargo, por efecto del viento y el oleaje los residuos podrían ser dispersados en las inmediaciones del área de trabajo, por lo que el área de influencia se estima como parcial (EX = 2). De ocurrir, su efecto se manifestará de manera inmediata (MO = 3), sin embargo, su persistencia sería fugaz, es decir, menor a un año (PE = 1).

Se considera como un impacto reversible ya que debido a la naturaleza de los residuos esperados éstos se degradarán con el tiempo, sin embargo, esto ocurriría en el mediano plazo (RV = 2), no obstante, mediante la intervención humana su efecto se revertiría de manera inmediata (MC = 1).

El efecto que tiene este impacto será indirecto (EF = 1), puesto que no depende de la ejecución de las obras proyectadas sino de un inadecuado manejo de residuos durante el desarrollo de la obra. Es un impacto moderadamente sinérgico (SI = 2) y que puede resultar acumulativo (AC = 2), lo que puede desencadenar afectaciones mayores al ambiente. Por ejemplo, si algunas aves o tortugas ingieren restos de basura confundiendo con alimento. La frecuencia de este impacto será discontinua (PR = 1).

El valor de importancia de este impacto es -20, por lo que se trata de un impacto negativo irrelevante, que se obtiene de las características calificadas mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3(1) + 2(2) + 3 + 1 + 2 + 2 + 2 + 1 + 1 + 1) = -20.$$

Generación de empleos temporales

El Municipio de Isla Mujeres contaba en 2015 con una población de 19 495 habitantes, de los cuáles 8,382 personas, es decir, el 42 % correspondía a la Población Económicamente Activa (PEA). La mayor parte de dicha población, labora en los sectores de construcción, servicios y comercio.

El proyecto dará lugar a 27 empleos temporales durante el proceso constructivo de la obra, que beneficiará al sector de la construcción de los municipios Isla Mujeres y Benito Juárez, durante los dos primeros años de construcción que dure la obra. Considerado en función de la PEA del municipio es un impacto de intensidad baja (IN = 1) ya que no es alta en comparación con las fuentes de empleo en la región, sin embargo, su extensión es amplia (EX = 4), considerando su ámbito de influencia como regional.

Este impacto tendrá un efecto positivo inmediato sobre los trabajadores que se contraten para la ejecución de las obras (MO = 4), aunque será fugaz (PE = 1), dado que su efecto sólo permanecerá durante el proceso constructivo de las obras, es decir dos años. La creación de empleos temporales conlleva beneficios para el sector de la construcción, así como el mejoramiento de la calidad de vida de los trabajadores y sus familias, por lo que se considera que tendrá un sinergismo moderado (SI = 2).

La relación causa efecto es directa (EF = 4) puesto que los beneficios se generan a partir del empleo. Sin embargo, se considera como un impacto irregular o discontinuo (PR = 1), dado que las contrataciones se realizarán previas al inicio de obras y sólo durante la duración de estas, presentándose una fluctuación en el número de trabajadores que dependerá del avance de obra y de sus necesidades, por lo tanto, esta acción no realizará de manera continua o reiterada. La creación de empleos temporales repercutirá solo en la duración del empleo; sin efectos acumulativos (AC = 1).

El valor de importancia de este impacto es +24, por lo que se trata de un impacto positivo irrelevante con beneficios en el Sector de la construcción, el comercio organizado y las Organizaciones civiles locales, que se obtiene de las características calificadas mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3(1) + 2(4) + 4 + 1 + 0 + 2 + 1 + 4 + 1 + 0) = +24.$$

Por ser este un impacto de naturaleza positiva no se consideraron las características reversibilidad y recuperabilidad.

Colocación de objetos ajenos al medio marino: arrecifes artificiales

La transportación y colocación de estructuras ajenas al medio marino como lo son los arrecifes artificiales, implicará su asentamiento sobre el arenal. En caso de que no se tuvieran las medidas necesarias para la debida colocación de dichas estructuras, podría causarse el deterioro físico o aplastamiento de posibles organismos bentónicos transitorios. Por esta razón se considerará un plan de vigilancia anterior a estas actividades para ahuyentar o relocalizar a los organismos bentónicos de lento desplazamiento.

Debido a que dichas acciones de preparación del sitio y colocación de las estructuras artificiales son ajenas al medio marino se considera como un carácter negativo al medio biótico y en específico a la flora y necton. Sin embargo, la destrucción será prácticamente nula, ya que el ambiente en donde se considera colocar estas estructuras consiste en un arenal (IN=1). De la misma forma se considera que el área de afectación o extensión será puntual (EX=1).

Considerando que su extensión es puntual, el momento en el que se colocarán la totalidad de estas estructuras es de corto plazo, ya que el impacto (deterioro físico de flora o fauna marina), se manifestaría al instante (MO = 1). A consecuencia de esto, la relación causa-efecto de dicha acción del proyecto es directa (EF = 1), por lo que la persistencia será de manera fugaz (PE = 1) y con periodicidad irregular (PR = 1). El impacto que este causaría (deterioro físico o aplastamiento de fauna o flora marina), sería irreversible (RV = 2), pero debido a la dinámica poblacional marina tanto en la flora como la fauna, se considera recuperable (MC = 3).

A pesar de lo anterior, debido a la extensión y momento a corto plazo de esta acción, no se contempla una sinergia (SI = 0), así como tampoco es un impacto acumulativo (AC = 0), siendo este un impacto simple tomando las medidas necesarias. Todo lo anterior, le da un valor de importancia de este impacto potencial de -14 por lo que se considera como un impacto negativo irrelevante, que se obtuvo mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$
$$I = \pm (3(1) + 2(1) + 1 + 1 + 2 + 0 + 0 + 1 + 1 + 3) = -14$$

Etapa operativa

Riesgo de contaminación de la playa

Las actividades náuticas requieren el uso de sustancias potencialmente contaminantes, como son combustibles, lubricantes, grasas y aceites, para la operación de las embarcaciones, mismas que en caso de derrame accidental o fuga, pueden causar contaminación ambiental. Esto podría afectar la calidad del agua marina poniendo en riesgo los elementos bióticos que sostiene. Otros factores de riesgo de contaminación es el derrame de aguas negras residuales que puede dar lugar a la contaminación del agua marina y al deterioro de la calidad del paisaje natural; así como la operación de estructuras ajenas al medio marino (arrecifes artificiales) que podrían emitir ciertos compuestos con el tiempo si estas no son elaboradas con el material pertinente.

En caso de un derrame accidental o imprudencial de alguna sustancia contaminante el impacto será de baja intensidad ($IN = 1$) y su área de influencia será parcial ($EX = 2$). Esto es debido a que la capacidad de almacenamiento de combustibles de las embarcaciones es del orden de 1,500 L, lo que se considera insignificante respecto del volumen de agua disponible para su dilución, aunque por la cercanía de la costa puede alcanzarla y afectarla en algún grado. El mismo argumento es válido para las aguas residuales y las estructuras ajenas al medio marino.

El momento de manifestación del impacto sería inmediato ($MO = 2$), aunque su persistencia sería fugaz ($PE = 1$), puesto que se diluirá en el mar y desaparecerá su efecto en breve. También se considera reversible en el corto plazo ($RV = 1$) debido a lo anterior, más aún si se implementan medidas de recuperación y saneamiento de manera oportuna ($MC = 1$).

La relación causa-efecto es indirecta ($EF = 1$), ya que el riesgo de afectación al ambiente por derrame de combustibles o aguas residuales no está relacionado con el desarrollo del proyecto, sino con un factor de riesgo propio de las actividades humanas. Se trata de un impacto simple en su efecto acumulativo ($AC = 1$), pero se considera con sinergia media ($SI = 2$), ya que puede desencadenar en otros efectos adversos sobre el ambiente tales como la contaminación del agua marina; además se presentará de manera impredecible en el tiempo, pero continuamente ($PR = 2$).

Por lo tanto, el valor de importancia de este impacto potencial es de -18 por lo que se trata de un impacto negativo irrelevante, que se obtiene de las características calificadas mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$
$$I = \pm (3(1) + 2(2) + 2 + 1 + 1 + 2 + 1 + 1 + 2 + 1) = -18.$$

Afectación de la playa por disposición inadecuada de residuos sólidos

Durante la operación del muelle rústico, se generarán residuos sólidos, en un volumen no determinado *a priori*, pero cuya disposición inadecuada así como dispersión en la playa y zona marina, puede representar afectaciones al paisaje natural y a la calidad de la playa. Esto podría restar atractivo para el uso y disfrute, situación que es contraproducente y debe ser controlada.

Se espera la generación de envases plásticos y de vidrio, cartón, papel, residuos de alimentos, principalmente. Para su contención cada embarcación deberá contar con contenedores para residuos inertes y residuos orgánicos a los que se adaptará una bolsa de plástico para contener los residuos y facilitar su traslado al almacén de residuos del hotel operado por la promovente. Su disposición final será a través del servicio de limpieza municipal. Sin embargo, en caso de no disponer adecuadamente los residuos, se puede presentar el impacto.

Debido al volumen de residuos esperado se asigna una intensidad baja a esta acción (IN = 1), sin embargo, por efecto del viento y el oleaje, los residuos podrían ser dispersados en las inmediaciones del área de embarque y desembarque, por lo que el área de influencia se estima como parcial (EX = 2). De ocurrir lo anterior, su efecto se manifestará de manera inmediata (MO = 3), sin embargo, su persistencia sería fugaz, es decir, menor a un año (PE = 1).

Se considera como un impacto reversible ya que debido a la naturaleza de los residuos esperados éstos se degradarán con el tiempo, sin embargo, esto ocurriría en el mediano plazo (RV = 2). No obstante, mediante la intervención humana este efecto se revertiría de manera inmediata (MC = 1).

El efecto que tiene este impacto será indirecto (EF = 1), puesto que no depende de la actividad náutica sino de un inadecuado manejo de residuos durante la operación. Es un impacto moderadamente sinérgico (SI = 1) y que puede resultar acumulativo (AC = 2). Este atributo podría desencadenar afectaciones mayores al ambiente, por ejemplo, si algunas aves o tortugas ingieren restos de basura confundiendo con alimento. La frecuencia de este impacto será continua pues estará latente durante la vida útil del proyecto (PR = 4).

El valor de importancia de este impacto es -26, por lo que se trata de un impacto negativo moderado, que se obtiene de las características calificadas mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3(1) + 2(2) + 3 + 1 + 2 + 1 + 2 + 1 + 4 + 1) = -20.$$

Afectación a la flora y fauna bentónica: perturbación del hábitat por atraque de embarcaciones

Durante la operación del muelle rústico, atracarán temporalmente (sin pernocta) embarcaciones que generarán turbulencia y oleaje en la zona, lo que a su vez ocasionará la perturbación del hábitat. Esta situación es contraproducente y debe ser mitigada.

Debido al número de embarcaciones que se espera albergar en el muelle, así como el horario restringido para su uso, se anticipa que la intensidad del impacto será baja (IN = 1), sin embargo, el efecto del oleaje y la turbulencia producidos por las embarcaciones, se suscitará incluso antes de que estas lleguen al muelle, por lo que el área de influencia se estima como parcial (EX = 1). De ocurrir, su efecto se manifestará de manera inmediata (MO = 3), sin embargo, su persistencia sería fugaz, ya que, al atracar la embarcación, el impacto cesará (PE = 1).

Se considera como un impacto reversible ya que una vez atracada la embarcación, las condiciones de oleaje se restablecerán de manera natural (RV = 1), no obstante, mediante la intervención humana su efecto será reducido con la aplicación de medidas de mitigación y prevención (MC = 1).

El efecto que tiene este impacto será indirecto (EF = 1), puesto que no depende de la existencia del muelle, si no de la actividad náutica durante la operación. Es un impacto simple (SI = 1) pues no se relaciona con otros impactos derivados de la operación. Tampoco se considera a este impacto como acumulativo (AC = 1), puesto que será el primer muelle con presencia en la zona de estudio. La frecuencia de este impacto será continua pues estará latente durante la vida útil del proyecto (PR = 4).

El valor de importancia de este impacto es -, por lo que se trata de un impacto negativo irrelevante, que se obtiene de las características calificadas mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3(1) + 2(1) + 3 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1) = -18.$$

Emisiones a la atmósfera

Durante la operación del muelle rústico, atracarán temporalmente embarcaciones que generarán emisiones a la atmósfera, ya que funcionan a base de combustibles, lo que es contraproducente y debe ser mitigado.

Debido al número de embarcaciones que se espera albergar en el muelle (4 lanchas de máximo 12 m de eslora), así como el horario restringido para su uso y la aplicación de un reglamento, se anticipa que la intensidad del impacto será baja (IN = 1). Sin embargo, los efectos de las emisiones a la atmósfera pueden expandirse más allá de los límites del

área de aprovechamiento, por lo que el área de influencia se estima como parcial (EX = 2). De ocurrir, su efecto se manifestará de manera inmediata (MO = 2), y su persistencia sería temporal, ya que al apagarse los motores de la embarcación, el impacto cesará (PE = 1).

Se considera como un impacto reversible ya que una vez atracada la embarcación, las emisiones a la atmósfera pueden ser suprimidas de manera natural a lo largo del tiempo (RV = 2), no obstante, mediante la intervención humana su efecto se será reducido con la aplicación de medidas de mitigación y prevención (MC = 1).

El efecto que tiene este impacto será indirecto (EF = 1), puesto que no depende de la existencia del muelle, si no de la actividad náutica durante la operación de las embarcaciones. Es un impacto simple (SI = 1) pues no se relaciona con otros impactos derivados de la operación. A pesar de lo anterior, este impacto es acumulativo (AC = 4), puesto que existen otras fuentes móviles en el sistema ambiental que generan emisiones a la atmósfera. La frecuencia de este impacto será continua pues estará latente durante la vida útil del proyecto (PR = 4).

El valor de importancia de este impacto es -23, por lo que se trata de un impacto negativo irrelevante, que se obtiene de las características calificadas mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3(1) + 2(2) + 2 + 1 + 2 + 1 + 4 + 1 + 4 + 1) = -23.$$

Generación de empleos permanentes directos e indirectos

El Municipio de Isla Mujeres contaba en 2015 con una población de 19 495 habitantes, de los cuáles 8,382 personas, es decir, el 42 % correspondía a la Población Económicamente Activa (PEA). La mayor parte de la PEA de este municipio, labora en los sectores de construcción, servicios y comercio.

El proyecto generará al menos tres plazas permanentes vinculadas con la operación del atracadero (mantenimiento y vigilancia). A pesar de esto, se generará indirectamente un mayor número de oportunidades de trabajo para capitanes de barco, ayudantes, guías de turistas especializados, buzos, pescadores, entre otros. A escala regional estas nuevas oportunidades de empleos son insignificantes, pero en estos tiempos de crisis económica todas las oportunidades cuentan y más para quienes resulten beneficiados directamente.

Considerado en función de la PEA del municipio es un impacto de intensidad baja (IN = 1), ya que representa el 0.05 % la fuerza laboral del Municipio. La extensión es parcial (EX = 2) estimándose su ámbito de influencia como regional. Este impacto tendrá un efecto positivo inmediato sobre los trabajadores que se contraten cuyo efecto se

presentará a partir de la operación del muelle y de manera permanente desde entonces (MO = 4, PE = 4).

La creación de empleos conlleva beneficios sociales, así como el mejoramiento de la calidad de vida de los trabajadores y sus familias, por lo que se considera que tendrá un sinergismo moderado (SI = 2). La relación causa efecto es directa (EF = 4) puesto que los beneficios se generan a partir de la creación de nuevas oportunidades de empleo derivadas del desarrollo de la obra. Este impacto es simple (AC = 1), en cuanto a la acumulación de su efecto. Se le considera un impacto continuo (PR = 4) en cuanto a la periodicidad de su efecto.

El valor de importancia de este impacto es +26, por lo que se trata de un impacto positivo moderado con beneficios sobre la población local, el sector náutico, las organizaciones civiles locales y el sector público, que se obtiene de las características calificadas mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3(1) + 2(2) + 4 + 4 + +0 + 2 + 1 + 4 + 4 + 0) = + 26.$$

Por ser este un impacto de naturaleza positiva no se consideraron las características reversibilidad (RV) y recuperabilidad (MC).

Afectación de flora y fauna marina por estructuras de arrecifes artificiales

La operación de los arrecifes artificiales, es decir, el mantenerlos en el fondo marino como escenario puede acarrear tanto situaciones ecológicas favorables como todo lo contrario de no tomarse las medidas necesarias. El mantenimiento adecuado puede favorecer incluso al crecimiento y abundancia de otros tipos de organismos que favorezcan y promuevan el funcionamiento de dichas estructuras como hábitat marino.

Debido al área y el número de estructuras que se pretenden colocar, la zona que en un principio solo consta de un arenal, podría llegar a desarrollarse y observarse en ella, tanto como diversos tipos de peces así como organismos bentónicos invertebrados tales como moluscos, corales, crustáceos, quelonios, así como flora marina bentónica. Por esto se califica como un impacto de naturaleza positiva, con intensidad media (IN = 2) y extensión parcial (EX = 2).

Con el paso del tiempo, dichas estructuras atraerán y albergarán mayor vida marina que un ecosistema de arenal (MO = 3), siendo que todo esto puede ser posible a un plazo mediano de tiempo. La persistencia de esta situación será permanente o al tiempo en que las estructuras permanezcan en dicho sitio (PE = 3), por esta misma razón, este impacto será continuo (PR = 3) en su periodicidad. La relación causa-efecto de este

impacto es directo (EF = 2), ya que de no existir las estructuras la diversidad biológica en el sitio no aumentaría en un ecosistema normal de arenal.

Todo lo anterior, confiere a la operación de las estructuras de arrecifes artificiales una sinergia, ya que al atraer organismos pioneros y colonizadores (algas y pequeños invertebrados), irán atrayendo otros tipos de organismos (peces, entre otros), por lo cual se considera la existencia de sinergia (SI = 3) así como se considera acumulativo (AC = 2). Esto confiere a dicho impacto un total en su valor de + 26, siendo este de tipo moderado.

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3(2) + 2(2) + 3 + 3 + +0 + 3 + 2 + 2 + 3 + 0) = + 26.$$

Por ser este un impacto de naturaleza positiva no se consideraron las características reversibilidad (RV) y recuperabilidad (MC).

V.2.2.3. Medidas de prevención y/o mitigación de impactos potenciales

Si bien son pocos los impactos ambientales que se espera puedan ocurrir con el desarrollo de la obra y de las actividades previstas (doce en total, de los cuales nueve son de naturaleza negativa) y aunque ninguno de ellos será ambientalmente severo o crítico (ocho irrelevantes y cuatro moderados), es importante establecer algunas medidas preventivas, para asegurarse que efectivamente se minimicen los efectos sobre el ambiente.

En la **Tabla V_ 6** se presentan los impactos para los cuales se proponen medidas de mitigación y enseguida se presenta el análisis de valoración de la importancia de las medidas propuestas.

Tabla V_ 6. Elementos del ambiente susceptible de recibir impactos ambientales.

Impacto ambiental identificado	Medida preventiva o de mitigación propuesta
Sobreexplotación de recursos forestales	Legal adquisición de recursos forestales
Contaminación del agua marina	Empleo de una malla antidispersión para contener finos en suspensión y material flotante
	Señalización preventiva
	Reglamentación de la operación del atracadero
Generación de residuos sólidos en las distintas etapas del proyecto	Aplicación del Plan de manejo de residuos autorizado para al promovente

Etapas de preparación del sitio y construcción

Legal adquisición de los recursos forestales

Al adquirir legalmente los recursos forestales necesarios para el desarrollo de la obra proyectada se eliminará por completo el impacto potencial identificado, es decir, el riesgo de sobreexplotación de los recursos forestales de la entidad. Para demostrar que se ha cumplido con esta medida preventiva será necesario exhibir la guía forestal correspondiente que ampare la legal procedencia del recurso.

La ejecución de esta acción previene totalmente la aparición del impacto ambiental potencial (IN = 10). Su extensión se restringe exclusivamente a las áreas forestales a intervenir por lo que se considera puntual (EX = 1). La persistencia de esta acción es permanente (PE = 2), aunque la reversibilidad del efecto mitigador se valora como inmediata (MC = 1).

Por tanto, el valor de importancia de esta medida es de +35 y se obtiene de las características calificadas, representadas mediante la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}\text{IMPORTANCIA M} &= (3 \text{ (IN)} + 2 \text{ (EX)} + \text{PE} + \text{MC}) \\ \text{IMPORTANCIA M} &= (3 (10) + 2 (1) + 2 + 1) = + 35.\end{aligned}$$

El valor de importancia del impacto que se mitiga es de -18 y el valor de la medida alcanza +35, lo que se interpreta como la anulación completa del impacto adverso.

Contención de finos mediante malla geotextil

Para la ejecución de las obras marinas proyectadas y minimizar el efecto sobre la flora y fauna marina, se ha considerado como parte del proyecto el empleo de una malla antidispersión de geotextil en el perímetro del frente de trabajo. Esto evitará de tal manera que los sedimentos que se liberen por efecto del hincado de pilotes no se dispersen a áreas aledañas y causen el sepultamiento de la flora y fauna bentónica.

La intensidad de esta acción previene fuertemente la aparición del impacto ambiental potencial, por lo que se califica IN = 8. Su extensión se restringe exclusivamente a las áreas a intervenir y a las áreas inmediatamente adyacentes, por lo que se considera puntual (EX = 1). La persistencia de esta acción es fugaz (PR = 1), y la reversibilidad del efecto mitigador se valora como inmediata (MC = 1), o sea que el efecto positivo se revierte en caso de no ejecutar la acción.

Por tanto, el valor de importancia de esta medida es de +28 y se obtiene de las características calificadas, representadas mediante la siguiente ecuación:

$$\text{IMPORTANCIA M} = (3 \text{ (IN)} + 2 \text{ (EX)} + \text{PE} + \text{MC})$$

$$\text{IMPORTANCIA M} = (3 \text{ (8)} + 2 \text{ (1)} + 1 + 1) = + 28.$$

Etapas de Operación

Señalización preventiva

A fin de minimizar el riesgo de accidentes que pudieran causar fugas o derrames accidentales de combustible u otros hidrocarburos se colocará la señalización reglamentaria que establece la SCT para la operación de Muelles rústicos. Se incluirán lámparas y letreros alusivos a la profundidad, capacidad de resistencia de la estructura, etc. La señalización incluye la colocación de una serie de boyas que delimiten claramente el área de maniobra de las embarcaciones y las áreas con uso recreativo cercanas.

Esta acción previene de manera baja el grado de destrucción del impacto ambiental que pudiera presentarse en caso de derrame accidental (IN = 1) y su área de influencia se limita al muelle en particular (EX = 1). La persistencia de esta acción es permanente (PR = 4), y la reversibilidad del efecto mitigador se valora como inmediata (MC = 1), o sea que el efecto positivo se revierte en caso de no ejecutar la acción.

Por tanto, el valor de importancia de esta medida es de +7 y se obtiene de las características calificadas, representadas mediante la siguiente ecuación:

$$\text{IMPORTANCIA M} = (3 \text{ (IN)} + 2 \text{ (EX)} + \text{PE} + \text{MC})$$

$$\text{IMPORTANCIA M} = (3 \text{ (1)} + 2 \text{ (1)} + 1 + 1) = + 7.$$

Reglamentación de la operación del atracadero

Con objeto de reducir los riesgos de contaminación ambiental de las aguas marinas y la playa, así como el riesgo de accidentes se contempla reglamentar la operación náutica del Muelle rústico proyectado. Esta acción previene fuertemente la aparición del impacto ambiental potencial (IN = 4). Su extensión se restringe exclusivamente a las áreas federales adyacentes al atracadero por lo que se considera puntual (EX = 1). La persistencia de esta acción es permanente (PE = 4), aunque la reversibilidad del efecto mitigador se valora como inmediata (MC = 1).

Por tanto, el valor de importancia de esta medida es de +19 y se obtiene de las características calificadas, representadas mediante la siguiente ecuación:

$$\text{IMPORTANCIA M} = (3 \text{ (IN)} + 2 \text{ (EX)} + \text{PE} + \text{MC})$$

$$\text{IMPORTANCIA M} = (3 (4) + 2 (1) + 4 + 1) = + 19.$$

El valor de importancia del impacto que se previene es de -18 y el valor de la medida alcanza +19, lo que se interpreta como una anulación del impacto adverso.

Aplicación del Plan de Manejo de Residuos

El promovente adicionará al presente estudio un Plan de manejo de residuos dentro del cual señalará los procesos y procedimientos para el manejo de los residuos sólidos que se generarán durante la ejecución de las obras y actividades proyectadas. La aplicación de esta medida incluye la dotación de contenedores etiquetados de residuos sólidos en la playa, cerca del área de trabajo. Esto se realizará para propiciar que los residuos sólidos que se generen en esta zona sean depositados en su interior de manera diferenciada, en orgánicos e inorgánicos.

Durante la construcción, el personal de obra encargado de la limpieza del inmueble será responsable de recuperar diariamente los residuos sólidos. Posteriormente, estas mismas personas deberán de disponer dichos residuos junto con los residuos generados en obra para su entrega al Servicio de Limpia Municipal del H. Ayuntamiento de Isla Mujeres o a la empresa especializada en el manejo de residuos. De esta forma, la empresa correspondiente dará la disposición final adecuada de los mismos. En esta etapa se incluye la limpieza general del sitio una vez que se concluyan las obras proyectadas.

Durante la operación, personal contratado *ex profeso* tendrá a su cargo la limpieza diaria de la playa y del muelle. Se trasladarán los residuos sólidos que se colecten a los distintos almacenes del hotel operado por la promovente para su almacenamiento temporal. En seguida, se realizará la separación y disposición a través del Servicio de Limpia Municipal del H. Ayuntamiento de Isla Mujeres, correspondiente a la parte continental, o de alguna de las empresas recicladoras con las que se tiene convenio. Esto último dependerá de la naturaleza del residuo.

Esta es una medida tanto preventiva como de mitigación cuya aplicación previene fuertemente la aparición del impacto ambiental potencial (IN = 8), evitando que el área de influencia del proyecto se vea afectada en modo alguno. Su área de influencia se considera extensa (EX = 4). La persistencia del efecto benéfico de esta acción es permanente (PE = 4), pero su reversibilidad es inmediata (MC = 1), si cesa su aplicación.

Con base en lo anterior, el valor de importancia de esta medida es de +37, se obtiene de las características calificadas y se representa mediante la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}\text{IMPORTANCIA M} &= (3 (\text{IN}) + 2 (\text{EX}) + \text{PE} + \text{MC}) \\ \text{IMPORTANCIA M} &= (3 (8) + 2 (4) + 4 + 1) = + 37\end{aligned}$$

El valor de importancia del impacto que se previene es de -20 y el valor de la medida alcanza +37, lo que se interpreta como la anulación completa del impacto adverso.

V.3. Conclusión de la valoración de los impactos

Con relación a los análisis previos se determinó que el desarrollo de las obras proyectadas puede dar lugar a doce impactos ambientales potenciales, de los cuales nueve son de naturaleza negativa y tres de naturaleza positiva. Ninguno de estos impactos ambientales es crítico o severo; ocho son irrelevantes y cuatro moderados, es decir, que tienen un valor de importancia entre 26 y 50. Se esperan seis impactos en las etapas de preparación del sitio y construcción, y seis en la etapa operativa.

De los nueve impactos potenciales negativos identificados ocho pueden ser prevenidos o mitigados por el promovente, prácticamente neutralizados en su totalidad con la aplicación de las medidas propuestas. La afectación temporal a la fauna silvestre que hace uso de la playa es el único impacto que no puede ser mitigado.

Siguiendo la metodología propuesta por Conesa Fernández (1997) se procedió a la valoración de los impactos potenciales identificados. De esto resultó el análisis de la obra proyectada, su influencia en el entorno y la valoración de los impactos ambientales previstos, así como de sus posibilidades de prevención, mitigación y/o compensación (**Tabla V_ 4** y **Tabla V_ 5**).

Con base en los análisis, se determinó que los impactos ambientales negativos más importantes durante el proceso previo a la construcción, sin la aplicación de medidas de mitigación, serán causados por la demanda de recursos forestales. Durante la etapa constructiva, el impacto más importante estará vinculado con la posible afectación de los pastos marinos debido a la suspensión de finos, que causa turbidez en el agua durante el hincado de los pilotes del muelle y del relleno de los tubos de geotextil para el refuerzo. Durante la etapa operativa el impacto potencial más importante está vinculado al manejo inadecuado e incorrecta disposición de residuos sólidos. En esta circunstancia la importancia total de los impactos potenciales identificados es de $I = -75$, $IR = -12.44$.

Sin embargo, no se puede arribar a conclusiones sobre el impacto ambiental de la obra proyectada sin tener en cuenta que se han previsto medidas preventivas y de mitigación de impactos que deben ser ponderadas. Considerando estas medidas se nulifica el efecto de los impactos potenciales sobre los recursos forestales y el paisaje natural; además se previene fuertemente el riesgo de contaminación de la playa. En esta circunstancia la importancia total de los impactos potenciales identificados es de $I = +36.0$, $IR = 0.41$, lo que debe interpretarse como factibilidad ambiental de la obra proyectada.

Considerando la aplicación de las medidas de mitigación, los valores de importancia obtenidos para las etapas pre-constructiva y constructiva son negativos, mientras que la etapa operativa presenta valores de importancia positivos. Lo anterior significa que el

costo ambiental será más severo en la etapa constructiva, mientras que en la etapa operativa será casi inexistente, esperándose incluso beneficios en los medios sociocultural y socioeconómico. El análisis del conjunto arroja valores cercanos a cero, lo que debe interpretarse como viabilidad ambiental del proyecto, siempre y cuando se apliquen oportunamente las medidas de prevención y mitigación de impactos propuestas.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Si bien existen impactos ambientales que se espera puedan ocurrir con el desarrollo del proyecto y de las actividades previstas, ninguno de ellos será ambientalmente severo o crítico. A pesar de esto, es importante establecer medidas preventivas, mitigantes y de control para asegurarse que efectivamente se minimicen los efectos nocivos sobre el ambiente.

En el presente capítulo se proponen las medidas de prevención o mitigación de los impactos ambientales identificados en el capítulo anterior del presente documento. Para esto, se toma en cuenta diversas consideraciones, siempre con la premisa de que dichas medidas prevengan, eviten o minimicen que los impactos se manifiesten. Sin embargo, hay que aclarar que, en algunos casos, las medidas que se tomarán solamente reducirán en una pequeña porción su efecto en el ambiente.

VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

En el capítulo previo se valoró la importancia ambiental de las medidas de mitigación propuestas. En este capítulo se describen ampliamente a fin de demostrar que son viables de ejecutarse y contribuyen a minimizar los impactos ambientales potenciales determinados para el proyecto.

Legal adquisición de los recursos forestales

En Quintana Roo existen asociaciones ejidales que cuentan con autorización para el aprovechamiento de recursos forestales maderables que pueden fácilmente cubrir las necesidades de madera dura de la región que se requiere para el proyecto. A fin de evitar la sobreexplotación del recurso, éste deberá adquirirse a través de alguno de los productores forestales autorizados, o de las casas comercializadoras con las que tienen convenio.

Para comprobar la ejecución de esta medida, el promovente deberá exigir a la empresa contratista encargada de la obra, el original de la remisión forestal correspondiente. Este documento deberá conservarse en obra a fin de exhibirla ante la autoridad cuando ésta lo solicite.

Esta acción no lleva un sobre costo a la promovente, pero evita la tala ilegal de recursos forestales. De esta forma se contribuye a minimizar el impacto ambiental sobre las selvas del Estado.

Contención de finos mediante malla antidispersión de geotextil

Las obras marinas proyectadas llevan implícito el posible impacto a la flora y fauna bentónica por sepultamiento con lodos y finos en suspensión que serán generados cuando se hinquen los pilotes, tal como está previsto. A pesar de que el área a intervenir es relativamente pequeña comparada con la zona marina dentro de su área de influencia, se ha manifestado que, para evitar afectar áreas aledañas y asegurar que los impactos por esta actividad sean puntuales, se colocará en el perímetro de trabajo una malla geotextil con las características ya descritas en el capítulo II de este manifiesto. La alta eficiencia del material a utilizar asegura una contención superior al 95 %.

La vigilancia de la aplicación de la malla y la valoración de su eficiencia se hará a través del responsable técnico en materia de supervisión ambiental. Esta persona dará el seguimiento al proyecto y registrará en una bitácora los procesos y procedimientos que se apliquen. Por medio de esto, se podrá reportar los hechos a la autoridad a través de un informe de seguimiento, documentado con registro fotográfico y el minutario pertinente.

Señalización preventiva

La señalización es una medida preventiva encaminada a minimizar el riesgo de accidentes en la zona de trabajo durante el proceso constructivo, así como en el atracadero rústico durante su operación.

En la etapa de construcción se utilizarán letreros para indicar a los usuarios de la playa que existe un área de trabajo y maniobra. Estos advertirán que las personas deben mantenerse alejadas de dichos sitios para evitar posibles accidentes. En la etapa de operación se usarán para alertar a los operadores de las embarcaciones de acciones que pudieran derivar en fugas o derrames accidentales de combustible u otros hidrocarburos.

En el atracadero se colocará la señalización reglamentaria que establece la SCT para la operación de muelles rústicos, incluidas lámparas y letreros alusivos a la profundidad, capacidad de resistencia de la estructura, etc. La señalización incluye la colocación de una serie de boyas que delimiten claramente el área de maniobra de las embarcaciones y las áreas con uso recreativo marino cercanas.

Reglamentación de la operación del atracadero

Con objeto de reducir los riesgos de contaminación ambiental de las aguas marinas y la playa, así como el riesgo de accidentes se contempla reglamentar la operación náutica del atracadero rústico proyectado. Las embarcaciones que harán uso de este muelle no pernoctarán y solo llevarán a cabo desembarque y embarque de pasajeros, por lo que no habrá instalación de tubería para agua o electricidad. Dicho reglamento incorporará al menos las siguientes medidas que deberán quedar estipuladas en los contratos de

prestación de servicios que se acuerden con las empresas operadoras que hagan uso del muelle:

- A. No se permite el almacenamiento de sustancias químicas, combustibles o aceites sobre el atracadero.
- B. No se permite la carga de combustible o aceites a las embarcaciones desde el atracadero.
- C. No se permite la reparación de embarcaciones en el atracadero rústico, la zona marina o la zona federal marítimo terrestre adyacente.
- D. No se permite arrojar basura al mar. Las embarcaciones deberán contar con dos contenedores de residuos, uno para residuos inertes y otro para residuos orgánicos. Ambos deberán contar con bolsa para facilitar su manejo y traslado.
- E. No se permite el achicamiento de sentinas ni la descarga de aguas residuales al mar, en las inmediaciones del atracadero.
- F. Durante el lavado de las embarcaciones deberá utilizarse detergente biodegradable exclusivamente.

Con esta acción, de tipo preventivo, se espera lograr una operación “limpia”, es decir, sin incidentes que puedan derivar en impacto ambiental de la playa. La aplicación de esta medida no tiene un sobre costo en el proyecto. Su aplicación ocurrirá justo antes de la etapa de operación. Adicionalmente, el reglamento deberá exhibirse en lugar visible en el área de embarque y desembarque del atracadero, a fin de recordar a los operadores e informar a los usuarios de las acciones que no se permiten realizar por su seguridad y la del ambiente.

Aplicación del Plan de manejo de residuos

El promovente adicionará al presente estudio un programa de manejo de residuos sólidos. En este documento se describirán los procesos y procedimientos para el manejo de los residuos sólidos que se generarán durante la ejecución de las obras y actividades proyectadas.

Esta medida previene la contaminación del aire, del suelo y del agua subterránea, por la disposición inadecuada de residuos. Adicionalmente, se reduce la proliferación de fauna nociva, evita el deterioro del paisaje y promueve la salud y calidad de vida de los trabajadores y de quienes harán uso del área inmediata y circundante. Se ejecutará durante todo el proceso constructivo y operativo del proyecto y no implica un sobre costo para la promovente.

A fin de dar certeza de la oportuna aplicación del Plan, el responsable técnico en materia de supervisión ambiental dará el seguimiento al proceso de acopio, almacenamiento y disposición de residuos, según su tipo. Se registrará y reportará el proceso por medio de un informe de seguimiento, documentado con registro fotográfico y la documentación pertinente.

Adicional a todo esto, el plan de manejo de residuos y su seguimiento deberá ser extendido al área marina circundante en donde se colocarán y operarán las estructuras de arrecifes artificiales. Se deberá tomar en cuenta en la supervisión periódica. En caso de encontrarse residuos en el fondo marino de la zona de interés, deberá ser reportado al personal pertinente de la promovente para la remoción del mismo.

Instalación de contenedores para residuos

Medida de carácter preventivo, enfocada a evitar que se manifieste el impacto ambiental identificado como contaminación del medio, particularmente por la generación de residuos sólidos.

Se aplicará previo al inicio de los trabajos involucrados, de tal modo que se instalarán contenedores de basura para cada tipo de residuos que se generen (lastas, papel, vidrio, residuos orgánicos, residuos de construcción, etc.). Dichos contenedores estarán ubicados estratégicamente con la finalidad de que los trabajadores de la obra y usuarios del muelle puedan ocuparlos, promoviendo así la separación de la basura para un posible reciclaje de la misma.

Los contenedores servirán de reservorios temporales para los residuos sólidos que se generen durante esta etapa del proyecto. Al ser estos de tipo hermético, se impedirá que dichos residuos sean dispersados por el viento y otros factores del medio, evitando así su dispersión hacia el humedal y otros ecosistemas que serán conservados. Esta acción favorecerá la NO contaminación de tales recursos.

Instalación de sanitarios móviles

Medida de carácter preventivo, enfocada a evitar que se manifieste el impacto ambiental identificado como contaminación del medio, particularmente por la generación de aguas residuales. Se aplicará previo al inicio de los trabajos involucrados en la etapa de preparación del sitio y construcción.

Se instalará un sanitario por cada 10 trabajadores que se emplean en la obra. Los sanitarios funcionarán como reservorios temporales de las aguas residuales que se generen por la micción y defecación de los trabajadores, evitando que estos se produzcan al aire libre. Las aguas residuales serán retiradas por la empresa arrendadora de los sanitarios, quien será la responsable de su manejo, mantenimiento y disposición final.

En la industria de la construcción, la instalación de sanitarios móviles resulta ser la medida más efectiva, para evitar la micción y defecación al aire libre. Por ende, la contaminación del medio en sitios donde no existen las instalaciones adecuadas para atender estas necesidades propias de la obra.

Pláticas ambientales

Medida de carácter preventivo, enfocada a evitar que se manifieste el impacto ambiental identificado como contaminación del medio. En particular se abordarán atacando la prevención de la generación de residuos sólidos y aguas residuales, así como afectaciones al hábitat de la flora y la fauna. Se aplicará previo al inicio de los trabajos involucrados en la etapa de preparación del sitio.

Esta medida consiste en la impartición de pláticas ambientales dirigidas al personal responsable de ejecutar la etapa de preparación del sitio y construcción. Serán impartidas por un especialista en la materia; y tendrán como objetivo principal: hacer del conocimiento al personal, los términos y condicionantes bajo los cuales se autorice el proyecto, así como el grado de responsabilidad que compete a cada sector para su debido cumplimiento.

La plática ambiental se llevará a cabo de manera previa a la etapa de preparación del sitio y construcción. Su finalidad será promover el desarrollo del proyecto en apego a las medidas preventivas y de mitigación que se proponen en el presente capítulo, así como de los términos y condicionantes que se establezcan en la autorización del proyecto.

El grado de eficacia de la medida depende del nivel de participación e iniciativa de los trabajadores para su aplicación; así como el nivel de supervisión que se pretenda aplicar para verificar su cumplimiento. Por esta razón; se requiere de medidas adicionales para alcanzar el 100% del éxito esperado. Esta medida refuerza la colocación y uso de los letreros, así como la instalación de los contenedores de residuos y los sanitarios móviles.

Equipo de atención a derrames

Medida de carácter preventivo, enfocada a la remediación por derrames accidentales de sustancias potencialmente contaminantes del medio que pudieran ocurrir durante el desarrollo de esta etapa del proyecto, como en el caso de hidrocarburos. Está enfocada a evitar que el impacto ambiental identificado como contaminación del medio se manifieste. Se aplicará en caso de que ocurra algún derrame accidental de sustancias potencialmente peligrosas o contaminantes durante los trabajos constructivos.

Se contará con material y equipo especializado tipo barrera absorbente, para retirar las sustancias vertidas, en caso de ser necesario el controlar algún derrame accidental que pudiera ocasionar la contaminación del medio. Estos productos tienen características particulares como la absorción de líquidos no polares, siendo que están especialmente diseñados para el control de derrames. El equipo estará disponible durante toda la etapa constructiva del proyecto.

En caso de que ocurra algún derrame accidental durante la construcción de la obra, se seguirá un plan de acción (descrito en el plan de manejo de residuos) utilizando productos de la marca Crunch Oil® o similar, específicamente el Loose Fiber® o similar.

El Loose Fiber está confeccionado con fibras orgánicas naturales biodegradables que actúan sobre cualquier tipo de hidrocarburo o aceite vegetal. Es una nueva forma de contener los hidrocarburos, 100% natural y orgánico. Producto biodegradable no tóxico e inerte que tiene la capacidad de absorber y encapsular todo tipo de hidrocarburos y aceites derramados (cualquiera sea su volumen) mucho más rápido que la mayoría de los productos que existen hoy en el mercado, tanto sea sobre superficies de tierra o agua. Después de absorber y de encapsular, tiene la capacidad de biodegradar los hidrocarburos mediante un proceso con bacterias, luego de un período de tiempo que dependerá del hidrocarburo absorbido.

Siguiendo el plan de acción ante la ocurrencia de un derrame de sustancias líquidas, descrito en el plan de manejo de residuos, se espera alcanzar el 100% de éxito en la aplicación de esta medida.

Instalación de lona impermeable

Medida de carácter preventivo la cual estará enfocada a evitar que el impacto ambiental identificado como contaminación del medio se manifieste. Se aplicará durante los trabajos constructivos, particularmente durante el uso de las herramientas para pequeños ajustes.

Se instalará una lona impermeable adyacente a la estructura que esté en proceso de construcción, con la finalidad de evitar que haya dispersión de pequeños recortes de manera accidental al medio acuático, evitando así la afectación de la hidrología superficial del sitio.

Para alcanzar el 100% de éxito en la aplicación de la medida, la lona será retirada en forma periódica para ser limpiada para su adecuado mantenimiento. Esta acción evitará la acumulación de residuos, lo que puede provocar su rebosamiento y perder su funcionalidad como barrera protectora.

Reducir la emisión de gases contaminantes

Medida de carácter mitigante enfocada a reducir el efecto del impacto ambiental identificado como emisión de gases contaminantes. Se aplicará durante la operación del proyecto.

Con la finalidad de reducir o mitigar los impactos ocasionados por la emisión de gases contaminantes; se propone la implementación de las siguientes prácticas:

1. Cuando las embarcaciones se encuentren en desuso, el motor permanecerá en estado de apagado.
2. Se prohibirán las actividades relacionadas con arranques de prueba.
3. Todas las embarcaciones deberán contar con motores nuevos o seminuevos, lo que garantiza su adecuado funcionamiento, reduciendo la emisión de gases por el uso de motores viejos o desgastados.
4. Todas las embarcaciones contarán con un servicio de mantenimiento periódico, a fin de detectar anomalías y mantener en perfecto funcionamiento el motor y evitar la emisión excesiva de gases por el uso de motores desgastados o defectuosos.
5. Todas las embarcaciones deberán contar con catalizador. Esta es una pieza ubicada entre el colector de escape y el colín de escape, que tiene como misión reducir las emisiones de gases tóxicos.
6. Las embarcaciones sólo podrán permanecer atracadas en el muelle con el motor en estado de apagado.
7. Los tiempos y el mapa de inyección de combustible de las embarcaciones deberá ser modificado. Lo anterior será con el fin de conseguir una combustión más perfecta y con ello reducir las emisiones. Se promoverá el uso del sistema “common rail” basado en hacer pre-inyecciones o post-inyecciones antes y después de la inyección principal. De este modo se reduce la formación de NOx ya que esta depende tanto de la temperatura como del tiempo que dura el pico de alta temperatura. Con los modernos sistemas de inyección secuencial se puede conseguir alrededor de un 20% de reducción de NOx con muy poco aumento en el consumo específico de combustible.
8. Enfriamiento del aire de admisión en embarcaciones. Se aconseja que el aire que pasa por el turbo sea enfriado antes de entrar al motor. Con esta medida se reducen notablemente las emisiones de óxidos de nitrógeno puesto que éstos se originan cuanto más elevadas sean las temperaturas de combustión.
9. Inyección de agua. En los casos que sea posible, se promoverá en las embarcaciones esta medida útil para reducir los óxidos de nitrógeno. Inyectando una pequeña cantidad de agua con el combustible, o bien en forma de humedad en el aire de barrido, lo que se consigue es reducir las temperaturas de combustión y con ello las emisiones de óxidos de nitrógeno.
10. Finalmente se promoverá la recirculación de gases de escape. Otra medida para reducir los óxidos de nitrógeno. Recirculando una pequeña parte de los gases de escape y mezclándolos con el aire de barrido también permiten una

reducción de las temperaturas de combustión y con ello los óxidos de nitrógeno.

Las prácticas ambientales descritas en los numerales, permiten reducir la emisión de gases a la atmósfera por el uso de las embarcaciones. Se espera alcanzar el 100% de éxito en la aplicación de la medida, siempre y cuando se lleven a cabo las buenas prácticas ambientales descritas en los apartados que anteceden.

VI.2. Programa de vigilancia ambiental

Nombre del programa

Programa de vigilancia ambiental del proyecto “Muelle Majestic”

Objetivos del programa

1. Minimizar o prevenir el impacto ambiental significativo sobre los recursos naturales, así como el daño grave a los ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto.
2. Establecer una serie de estrategias que se proponen para asegurar que la construcción y operación de las obras y actividades del proyecto Muelle Majestic, no generen impactos ambientales significativos o daño grave a los ecosistemas.
3. Establecer los indicadores que se requieren medir para determinar la correcta aplicación de las estrategias que se proponen para asegurar que la construcción y operación de las obras y actividades del proyecto, no generen impactos ambientales significativos o daño grave a los ecosistemas.
4. Determinar las metas que es deseable alcanzar para cada una de las estrategias que se proponen para asegurar que la construcción y operación de las obras y actividades del proyecto, no generen impactos ambientales significativos o daño grave a los ecosistemas.
5. Describir y programar las actividades que se derivan de las estrategias que se proponen para asegurar que la construcción y operación de las obras y actividades del proyecto, no generen impactos ambientales significativos o daño grave a los ecosistemas.

Estrategias

- Supervisión ambiental del proyecto

Para alcanzar los objetivos del programa se realizará la supervisión ambiental del proceso de construcción del Muelle mediante visitas semanales de inspección con al menos un técnico con la debida experiencia en el proceso de auditoría ambiental o capacitado debidamente. Dicha experiencia deberá ser corroborada tanto en el ámbito

terrestre como en el medio marino, ya que la supervisión también se extenderá hacia las obras marinas.

El técnico ambiental realizará un recorrido por la obra, de esta forma, se verificará que las actividades se realizan sin generar impacto ambiental significativo, contaminación ambiental o daño grave a los ecosistemas tomando en cuenta el cumplimiento de las medidas ya descritas en el presente capítulo. Se observará que haya un manejo adecuado de los residuos sólidos que se generan, la manera de aplicación adecuada de las medidas de mitigación ambiental propuestas; y, en general, que las actividades ocurran sin menoscabo de la calidad del entorno.

Se deberá también tomar en cuenta la debida supervisión de las obras colocadas en el fondo marino, es decir, los arrecifes artificiales. En dicha zona, el técnico ambiental deberá realizar un recorrido submarino verificando la condición física de los arrecifes artificiales. De ser posible, la persona que la promovente designe como acompañante, también deberá acompañar al técnico ambiental en dicho recorrido y tener conocimiento del mismo proyecto.

Se deberá reportar y tener en cuenta los distintos organismos que colonicen estas estructuras así como su abundancia. Se reportará la observación de residuos sólidos de diversas índoles en el fondo marino de la zona en cuestión al personal pertinente de la promovente. En caso de encontrarse las estructuras dañadas de manera estructural (roturas) generando escombros o similar, deberá ser reportado para su remoción. En caso de que las estructuras se encuentren sucias (demasia de algas), se deberá proceder a su limpieza por personas especializadas en el conocimiento del área marina y su ecología.

Para documentar el adecuado manejo ambiental, se llevará un registro o bitácora a manera de reportes en el formato correspondiente que incluye fotografías y la valoración del grado de cumplimiento de las condicionantes ambientales estipuladas. En caso de haber fallas se harán las recomendaciones pertinentes para dar cumplimiento a la legislación ambiental vigente, así como para minimizar o prevenir el efecto negativo sobre el ambiente.

Los resultados de la supervisión se reportarán en los informes de cumplimiento en los términos indicados por la autoridad en el resolutivo de autorización en Materia de Impacto Ambiental que emita la SEMARNAT con copia a la PROFEPA para su respectiva valoración y en su caso validación.

- Indicadores

Se considerará que se están alcanzando los objetivos propuestos si durante la ejecución de las obras y actividades proyectas

1. Las obras se realizan conforme a lo estipulado en el resolutivo en materia de impacto ambiental.
 2. Los recursos forestales se adquieren a través de un productor autorizado.
 3. Durante el desarrollo de las obras proyectadas se beneficia el comercio organizado local, las organizaciones civiles locales y la población local.
 4. La composición y abundancia de la fauna bentónica en la playa y zona marina se mantiene constante antes, durante y después de la ejecución de las obras proyectadas.
 5. No hay evidencia física de contaminación del agua marina con grasas, aceites, hidrocarburos, detergentes u otros químicos, cuyo origen sea la operación del Muelle.
 6. No hay evidencia de contaminación del agua marina con aguas residuales, cuyo origen sea la operación del muelle rústico.
 7. La zona federal marítimo terrestre y la zona marina adyacentes al atracadero están libres de residuos sólidos.
 8. El fondo marino en donde se localizan las estructuras arrecifales artificiales se encuentra libre de escombros y residuos sólidos.
 9. La zona de arrecifes artificiales genere y desarrolle un hábitat para diversas especies manifestándose en la observación de biodiversidad marina (abundancia de organismos).
 10. La zona federal marítimo terrestre se mantiene libre de obstáculos o barreras que impidan el libre tránsito.
- Meta

La construcción y operación del proyecto Muelle Majestic transcurre permanentemente, sin dar lugar a impactos ambientales significativos, contaminación del ambiente o daño ambiental grave a los ecosistemas o recursos naturales presentes en el área de influencia.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1. Pronóstico del escenario

VII.1.1. Escenario sin el proyecto

En caso de no ejecutarse el proyecto la zona de playa continuará en las mismas condiciones que como hasta ahora (**Figura VII_1**). Lo anterior significa, sin uso náutico inmediato, porque debe recordarse que ya existe esta actividad en las inmediaciones del sitio. Sin embargo, la no realización del atracadero rústico también conlleva nulo beneficio social y económico a la población local.



Figura VII_1. Escenario de playa sin la ejecución del proyecto.

VII.1.2. Escenario con el proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación

Clima.- Se generan emisiones a la atmósfera por el uso de las embarcaciones. Al no existir un control ni reglamento sobre el uso del muelle, ocasiona una generación de gases superior a la prevista para el proyecto. Esto se convierte en un problema ambiental, aunque reducido en intensidad, ya que de presentarse tal circunstancias, será a lo largo de la vida útil del proyecto que se estima en 50 años.

Hidrología.- Se generan residuos sólidos que son dispersados por el viento hasta alcanzar el medio marino, lo que ocasiona su contaminación, afectando otros recursos marinos presentes. Al no ser instalada una lona al momento de usar las motobombas, y en caso de ocurrir algún derrame accidental de hidrocarburos, se provocará contaminación de manera directa del medio marino. Subsecuentemente, al no contar con el equipo de atención a derrames, el problema se hace acumulativo, propiciando el deterioro de las condiciones ambientales originales. Existe una excesiva suspensión y dispersión de sedimentos, al no contar con el material adecuado para contenerlos (malla antidispersión).

Edafología.- Se generan residuos sólidos que son depositados directamente en el medio, contaminando el suelo. Estos, al ser dispersados por el viento alcanzan la duna costera y otros ecosistemas presentes, ocasionando su contaminación. No existe control sobre las actividades constructivas, lo que ocasiona que se afecten áreas distintas a las que en su momento se autoricen. Al laborar en horario desde el ocaso hasta el amanecer, se puede producir afectaciones al hábitat de anidación especies como potencialmente la tortuga marina en caso de que hubiese anidaciones en la zona.

Flora y fauna marina.- Al no existir control sobre las zonas que están siendo intervenidas con el desplante del proyecto, se afectan áreas con cobertura de pastos marinos presentes en el área de influencia inmediata, afectando de esta manera su función como hábitat para la fauna bentónica. No existe control sobre los procesos constructivos, de tal modo que se suscita la extracción de fauna. Existe contaminación por un manejo inadecuado de los residuos que se generan, lo que repercute directamente en la salud del ecosistema, afectando directamente a la fauna silvestre marina.

VII.1.3. Escenario con el proyecto con la aplicación de medidas de mitigación

Clima.- Se generan emisiones a la atmósfera por el uso de las embarcaciones, sin embargo, existe control y reglamentación sobre el uso del muelle. Esto reduce la generación de gases dentro de los parámetros previstos para el proyecto, evitando que se convierta en un problema ambiental. Se reduce las emisiones a la atmósfera.

Hidrología.- Con el manejo adecuado de los residuos sólidos aplicando el plan de manejo propuesto, se evita la contaminación del medio marino y por ende la afectación de los organismos marinos (bentos, necton, flora). Se instala una lona al momento de usar las motobombas, por lo que en caso de ocurrir algún derrame accidental de hidrocarburos, estos son contenidos. Dicha estrategia evita que se afecte de manera directa el medio marino. Al contar con un equipo de atención a derrames, el problema es remediado, fortaleciendo la permanencia de las condiciones ambientales originales. Existe suspensión y dispersión de sedimentos, pero limitado a la zona de trabajo, ya que son contenidos con la instalación de una malla geotextil.

Edafología.- Los residuos sólidos que se generen son depositados en contenedores específicos, evitando la contaminación del suelo y la dispersión de estos por el viento. Existe control sobre las actividades constructivas, lo que limita las áreas de afectación a las que en su momento se autoricen. Al laborar en horario de 8:00 am a 6:00 pm, se evita interferir con el proceso de anidación de diversas especies, como es el potencial caso de las tortugas marinas que ocurre desde el ocaso hasta el amanecer entre los meses de mayo a octubre.

Flora y fauna marina.- Al realizarse la ejecución de un programa de vigilancia ambiental se podrá tener un control sobre las zonas que están siendo intervenidas con el desplante del proyecto. Las áreas con cobertura de pastos marinos presentes en el área de influencia inmediata, son monitoreadas a fin de evitar cualquier afectación sobre ese recurso, favoreciendo y preservando sus características bióticas como hábitat para la fauna bentónica. Existe control sobre los procesos constructivos, de tal modo que la extracción de fauna es nula. No existe contaminación por residuos, lo que evita daños al ecosistema y en consecuencia a la fauna silvestre marina.

VII.2. Programa de vigilancia ambiental

Este ha sido descrito de manera detallada en el Capítulo VI tomándolo en cuenta como parte de las medidas de mitigación y prevención del proyecto.

VIII. CONCLUSIONES

Las obras y actividades del proyecto Muelle Majestic, son acordes con los modos de uso y aprovechamiento del territorio que prevalecen en la región, dado el uso náutico de la Bahía de Mujeres. Estas obras se sumarán a las existentes en el sitio y no constituyen un elemento que ponga en riesgo los atributos sociales, económicos o naturales que en ésta prevalecen.

La ejecución de las obras y actividades proyectadas no contraviene la legislación ambiental vigente, en particular la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y sus reglamentos, ni las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones aplicables. El sitio a intervenir no forma parte de algún área natural protegida, ni está declarado como área crítica o relevante por sus características naturales.

Las obras y actividades proyectadas no darán lugar a que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción. Tampoco se afectará a alguna de dichas especies, ya que en el sistema ambiental delimitado no se encontraron especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 que puedan ser afectadas por las obras y actividades proyectadas.

Tampoco provocará daño ambiental irreversible a los recursos naturales dentro de su área de influencia, ni provocará daño a los ecosistemas. No se modificará la línea de costa, así como del transporte litoral que prevalece en la zona.

Ciertamente el desarrollo de las obras proyectadas implica la generación de impactos ambientales que según se ha manifestado son ligeramente positivas en su valoración absoluta y relativa ($I = 36$, $IR = 0.41$). A pesar de esto, dichos impactos son poco significativos para el sistema ambiental delimitado. Como se ha demostrado la correcta y oportuna aplicación de las medidas preventivas y de mitigación propuestas, nulifican la mayoría de los impactos ambientales en la etapa de construcción de las obras y los previenen fuertemente en la etapa de operación.

Con base mi leal saber y entender, la información técnica y documental citada y con fundamento en la metodología empleada puede aseverarse que el proyecto es viable de llevarse a cabo siempre y cuando se apliquen las estrategias de mitigación propuestas, así como las que tenga a bien indicar la autoridad.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Angulo Jiménez, L. 2007. Estudio del Mercado de Vivienda del Estado de Quintana Roo. Hipotecaria Nacional. División Sureste.

Comisión Nacional del Agua (CNA). Gerencia Estatal Quintana Roo. Subgerencia Técnica. Registros de Temperatura Media y Precipitación. Estación Meteorológica en Cancún, Quintana Roo. Período 1991-2006.

Conesa Fernández-Vítora, V., 1997. Los Instrumentos de la Gestión Ambiental en la Empresa. Ediciones Mundi-Prensa. 541 p.

García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México.

Gómez Orea, D., 1999. Evaluación del Impacto Ambiental: un instrumento preventivo para la gestión ambiental. Coedición Ediciones Multi-Prensa y Editorial Agrícola Española, S.A. 701 p.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), 2015. Censo de Población y Vivienda.

INEGI-Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2015. Anuario Estadístico del Estado de Quintana Roo.

INEGI, 2001. XII Censo General de Población y Vivienda. Resultados definitivos En: www.inegi.gob.mx

Salazar-Vallejo, Sergio I. 1993. Biodiversidad Marina y Costera de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Aprovechamiento de la Biodiversidad (CONABIO), Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO). p. 160-181.

FUENTES DE CONSULTA ELECTRÓNICA

www.conagua.gob.mx

www.conanp.gob.mx

www.conabio.gob.mx

www.semarnat.gob.mx