MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modalidad Particular

Proyecto:

Protección de playa al Sur de Puerto Morelos

Ubicación:

Zona Federal Marítimo Terrestre y área marina adyacente al Hotel Marina El Cid Spa & Beach Resort, Unidad 15, El Cid, 77580 Municipio de Puerto Morelos, Estado de Quintana Roo.

Promovente:

CARIBE PARADISE S.A. DE C.V.

Realizado por:

Marenter S.A. de C.V.

Diciembre 2016

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 2
I.1.4. Presentación de la documentación legal 2
I.2. Promovente 3
I.2.1. Nombre o razón social 3
I.2.2. Registro federal de contribuyentes del promovente 3
I.2.3. Nombre y cargo del representante legal 3
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.1.1.1. Marco legal para la implementación del proyecto 8
II.1.2. Selección del sitio 9
II.1.3. Ubicación física del proyecto y planos de localización 11
II.1.4. Inversión requerida 11
II.1.5. Dimensiones del proyecto 11
II.1.6. Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias. 18
II.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 19
II.2. Características particulares del proyecto 20
II.2.1. Estructuras de estabilización 20
II.2.2. Terraza 24
II.2.3. Programa general de trabajo 25
II.2.4. Preparación del sitio 26
II.2.4.1. Permisos previos 26
II.2.4.2. Movilización 26
II.2.4.3. Trabajos pre-operativos 27
II.2.5. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto 27
II.2.6. Etapa de construcción 28
II.2.6.1. Desplante de rompeolas 29

II.2.6.2. Relocalización de arena 33
II.2.6.3. Terraza 37
II.2.6.3.1 Proceso de instalación de los elementos de madera 39
II.2.7. Materiales y herramientas a utilizar 41
II.2.8. Personal requerido 42
II.2.9. Etapa de operación y mantenimiento 42
II.2.10. Descripción de obras asociadas al proyecto 43
II.2.11. Etapa de abandono del sitio 43
II.2.12. Utilización de explosivos 43
II.2.13. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 43
II.2.13.1. Etapa de construcción del proyecto 44
II.2.13.2. Etapa de operación del proyecto 45
II.2.14. Infraestructura adecuada para el manejo y disposición adecuada de los residuos 45

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO 46
III.1. Leyes y Reglamentos 46
III.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) 46
III.1.1.1. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (RLGEEPA) 48
III.1.2. Ley General de Bienes Nacionales (LGBN) 51
III.1.3. Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos ganados al mar 51
III.1.4. Ley General de Vida Silvestre (LGVS) 54
III.1.5. Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas 54
III.2. Programas de Ordenamiento 55
III.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC) 55
III.2.1.1. Acciones Generales de las UGAS 138 y 178 57
III.2.1.2. Acciones específicas para la UGA 138 62
III.2.1.3. Acciones específicas para la UGA 178 69
III.2.1.4. Criterios Generales de Zona Costera Inmediata para la UGA 178. 71
III.2.1.5. Criterio de Regulación para Islas aplicables a la UGA 178 74
III.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Corredor Turístico Cancún-Tulum. 75
III.2.2.1. Criterios de la UGA M2. 76
III.2.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (POEL MBJQR) 80

III.2.4. Actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos 99
III.3. Normas Oficiales Mexicanas 100
III.3.1. NOM-059-SEMARNAT-2010 100
III.3.2. NOM-162-SEMARNAT-2012 101
III.4. Áreas Naturales Protegidas 103
III.5. Áreas de importancia para la conservación de las aves 104
III.6. Regiones Prioritarias 106
III.6.1. Regiones Hidrológicas Prioritarias 106
III.6.2. Región Marina Prioritaria 109

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL 112
IV.1. Delimitación del área de estudio 112
IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental 114
IV.2.1. Aspectos abióticos 114
IV.2.1.1. Clima 114
IV.2.1.2. Geología y geomorfología 117
IV.2.1.3. Suelos 119
IV.2.1.4. Hidrología superficial 119
IV.2.1.5. Hidrología subterránea 121
IV.2.1.6. Descripción general de zona marina 121
IV.2.1.7. Corrientes marinas y costeras 122
IV.2.1.8. Sistema de transporte de litoral 125
IV.2.1.9. Mareas 126
IV.2.1.10. Oleaje 128
IV.2.1.11. Análisis del paso de huracanes 129
IV.2.1.12. Topobatimetría 131
IV.2.1.12.1 Metodología 131
IV.2.1.12.2 Perfil topobatimétrico 133
IV.2.1.13. Arena y granulometría 135
IV.2.1.14. Características físicas de las masas de agua 137
IV.2.2. Aspectos bióticos 139
IV.2.2.1. Área de estudio 139
IV.2.2.2. Metodología para la descripción de los componentes bióticos de la zona 139
IV.2.2.3. Descripción de la zona marina 142
IV.2.2.3.1 Descripción de ambientes marinos 142
IV.2.2.4. Biota marina 148
IV.2.2.4.1 Fauna 150
IV.2.2.4.2 Análisis de Meiofauna 163
IV.2.2.5. Vegetación terrestre 168
IV.2.3. Especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 168
IV.2.4. Paisaje 169

IV.2.5. Medio socioeconómico 171
IV.2.5.1. Demografía 172
IV.2.5.2. Actividades económicas 173
IV.2.5.3. Salud 174
IV.2.5.4. Calidad de vida y factores socioculturales 174
IV.2.6. Diagnóstico ambiental 175

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 177
V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 177
V.1.1. Criterios de importancia para la evaluación de los impactos 177
V.1.2. Acciones del proyecto susceptibles de causar impacto 179
V.1.3. Indicadores ambientales 180
V.2. Valoración de los impactos 181
V.3. Conclusión de la valoración de los impactos 193

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 196
VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental 196
VI.2. Impactos residuales 203

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 205
VII.1. Pronóstico del escenario 206
VII.1.1. Conclusión de los pronósticos 210
VII.2. Programa de vigilancia ambiental 210

IX. CONCLUSIONES 212

X. BIBLIOGRAFÍA 214

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II_ 1. Dimensiones del proyecto. 11
Tabla II_ 2. Análisis de respuesta de la playa de acuerdo a los postulados de los siguientes autores: 22
Tabla II_ 3. Análisis de respuesta de la playa de acuerdo a los postulados de los siguientes autores. 22
Tabla II_ 4. Relación entre la profundidad de desplante de los rompeolas y la altura de ola durante evento extraordinario.....23
Tabla II_ 5. Programa general de trabajo. 25
Tabla II_ 6. Lista de los principales materiales y equipos requeridos.....41
Tabla II_ 7. Relación del personal de obra. 42

Tabla III_ 1. Descripción de las Unidades de Gestión Ambiental Aplicables. 56
Tabla III_ 2. Acciones Generales del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe vinculado al proyecto. 57
Tabla III_ 3. Acciones Específicas para la UGA 138 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe vinculada al proyecto. 62
Tabla III_ 4. Acciones específicas de la Unidad de Gestión Ambiental Marina 178. ..69
Tabla III_ 5. Criterios generales de Zona Costera Inmediata (ZCI) de la Unidad de Gestión Ambiental Marina 178. 72
Tabla III_ 6. Unidad de Gestión Ambiental, UGA M2. 75
Tabla III_ 7. Criterios de la Unidad de Gestión Ambiental M2. 76
Tabla III_ 8. Descripción de la Unidad de Gestión Ambiental número 28. 81
Tabla III_ 9. Criterios Generales del Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Benito Juárez. 84
Tabla III_ 10. Criterios ecológicos de aplicación urbana específicos para la UGA 28 del POEL Benito Juárez. 90
Tabla III_ 11. Área de importancia para la conservación de las aves SE-32.....106
Tabla III_ 12. Ficha técnica de la Región Hidrológica Prioritaria 105.....108
Tabla III_ 13. Ficha técnica de la Región Marina Prioritaria. 111

Tabla IV_ 1. Resultados del monitoreo de corrientes en la zona de estudio.....124
Tabla IV_ 2. Tabla de Mareas. 127

Tabla IV_ 3. Porcentaje de ocurrencia de oleaje en aguas profundas. 128
Tabla IV_ 4. Porcentaje de ocurrencia de oleaje en aguas intermedias 129
Tabla IV_ 5. Huracanes de gran intensidad. 130
Tabla IV_ 6. Datos del punto de control de referencia local 132
Tabla IV_ 7. Parámetros fisicoquímicos del agua marina. 137
Tabla IV_ 8. Concentración de los nutrientes disueltos en el agua marina. 138
Tabla IV_ 9. Número de especies por ambiente y grupo. 148
Tabla IV_ 10. Listado de especies de corales por ambiente. 152
Tabla IV_ 11. Listado de especies de invertebrados por ambiente. 153
Tabla IV_ 12. Listado de especies de peces por ambiente. 156
Tabla IV_ 13. Listado de especies de invertebrados por ambiente. 159
Tabla IV_ 14. Composición de la fauna bentónica. 164
Tabla IV_ 15. Proyecciones para la población de Puerto Morelos 172
Tabla IV_ 16. Tasa de crecimiento anual, año 2010. 173

Tabla V_ 1. Criterios de evaluación para la matriz modificada de Leopold. 178
Tabla V_ 2. Acciones e impactos por indicador en cada etapa del proyecto. 179
Tabla V_ 3. Indicadores ambientales para la matriz modificada de Leopold. 180
Tabla V_ 4. Valoración de impactos por matriz modificada de Leopold (A). 182
Tabla V_ 5. Valoración de impactos por matriz modificada de Leopold (B). 183
Tabla V_ 6. Acciones e impactos por indicador en cada etapa del proyecto. 184
Tabla V_ 7. Análisis de la valoración de los impactos. 193

Tabla VI_ 1. Medidas para el proyecto al área marina del Hotel El Cid Spa &Beach Resort 198

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I_ 1 Ubicación del área del proyecto. 1

Figura II_ 1. Ubicación de la propiedad con respecto a muelles vecinos. 5
Figura II_ 2. Plano general de obras del proyecto. 8
Figura II_ 3. Imágenes satelitales de la zona del proyecto. Comparativo de la erosión de la playa al frente del Hotel entre 2006 y 2016. 10
Figura II_ 4. Mapa con los cuadros de construcción en coordenadas UTM de las secciones de rompeolas 1 y 2. 12
Figura II_ 5. Mapa con los cuadros de construcción en coordenadas UTM de las secciones de rompeolas 3 y 4. 13
Figura II_ 6. Mapa con el cuadro de construcción en coordenadas UTM de la sección de rompeolas 5, terraza y rampa de acceso. 14
Figura II_ 7. Mapa con el cuadro de construcción en coordenadas UTM de la zona de relocalización de arena. 15
Figura II_ 8. Mapa con el cuadro de construcción en coordenadas UTM de la ubicación de la zona de disposición de arena. 16
Figura II_ 9. Polígonos con las zonas de disposición de arena aprovechables al frente del proyecto. 17
Figura II_ 10. A) Colindancias del proyecto, B) Noreste, C) Sur, D) Este y E) Oeste. 19
Figura II_ 11. Efecto ante la presencia de un rompeolas paralelo. 21
Figura II_ 12. Ejemplos de respuesta de playa con rompeolas paralelos (A Salientes, B tómbolos). 22
Figura II_ 13. Habilitación de terraza. 24
Figura II_ 14. Vista longitudinal de la terraza. 25
Figura II_ 15. Ejemplo de señalamientos. 27
Figura II_ 16. Ejemplo de bodega provisional. 28
Figura II_ 17. Ejemplo de rompeolas paralaelos a la línea de costa. 29
Figura II_ 18. Diseño de rompeolas. A) Corte longitudinal B) Corte transversal. 30
Figura II_ 19. Especificaciones del material con que se elaboran los tubos de geotextil. 31
Figura II_ 20. Tubos de geotextil para el desplante de rompeolas. 31
Figura II_ 21. Proceso típico de desplante de un rompeolas. 32
Figura II_ 22. Bomba sumergible. 33

Figura II_ 23. Tuberías y mangueras con lastre de proyectos similares.....34
Figura II_ 24. Colocación y funcionamiento de malla antidispersión, en proyectos similares.....35
Figura II_ 25. Diseño de la malla de geotextil antidispersión.....36
Figura II_ 26. Descarga de arena sobre la playa.....36
Figura II_ 27. Colocación de tuberías y mangueras para el transporte de arena.....37
Figura II_ 28. Red de boyado (A) y banderines de precaución (B).....37
Figura II_ 29. Corte de la terraza 38
Figura II_ 30. Detalle longitudinal de la estructura de conexión.....38
Figura II_ 31. Proceso de chifoneo y colocación de los pilotes de soporte.....39
Figura II_ 32. Detalle de la cubierta de madera de los rompeolas.....40
Figura II_ 33. Método de recolección de residuos sólidos.....44

Figura III_ 1. Ubicación del proyecto en el área de ZOFEMAT.....52
Figura III_ 2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.....56
Figura III_ 3. Ubicación del área del proyecto en el POET Corredor Cancún-Tulum. 75
Figura III_ 4. Ubicación del proyecto en el POEL de Benito Juárez 2014.....83
Figura III_ 5. Ubicación del proyecto en el PDU de Puerto Morelos.....100
Figura III_ 6. Ubicación del proyecto en relación al ANP más cercana. 104
Figura III_ 7. Área de Importancia para la conservación de las aves (AICAS).....105
Figura III_ 8. Regiones Hidrológicas Prioritarias.....107
Figura III_ 9. Regiones Marinas Prioritarias.....110

Figura IV_ 1. Delimitación del Sistema Ambiental del proyecto.....113
Figura IV_ 2. Clima del Sistema Ambiental del proyecto. 115
Figura IV_ 3. Temperatura y precipitación media anual del Sistema Ambiental del proyecto.....116
Figura IV_ 4. Provincias y subprovincias fisiográficas de la Península de Yucatán y Sistema Ambiental del proyecto.....118
Figura IV_ 5. Tipos de suelo de la Península de Yucatán y del Sistema Ambiental del proyecto.....120
Figura IV_ 6. Imágen térmica de procesos oceanográficos mediante AVHRR-NOAA. 122

Figura IV_ 7. Corriente de Yucatán.....123
Figura IV_ 8. Área del proyecto "encajonada" entre grandes estructuras. 125
Figura IV_ 9. Huracanes intensos desde 1970. 130
Figura IV_ 10. Transectos batimétricos y áreas de mapeo analizados con Power Nav GNSS. 133
Figura IV_ 11. Topobatimetría procesada en la playa. 133
Figura IV_ 12. Topobatimetría en el área del proyecto. 134
Figura IV_ 13. Análisis de la granulometría de las muestras de arena en la playa. 135
Figura IV_ 14. Análisis de la granulometría de las muestras de arena en el banco. ...136
Figura IV_ 15. Localización de las estaciones de muestreo de los parámetros fisicoquímicos del agua marina. 138
Figura IV_ 16. Sitios de muestreo.....141
Figura IV_ 17. Vista típica del ambiente de Arenal con parches marinos. 142
Figura IV_ 18. Vista típica del ambiente de Arenal Profundo 143
Figura IV_ 19. Vista típica del ambiente de Blanquizales. 143
Figura IV_ 20. Vista típica del ambiente de Espigón. 144
Figura IV_ 21. Vista típica del ambiente de Playa. 144
Figura IV_ 22. Vista típica del ambiente de Playa rocosa. 145
Figura IV_ 23. Vista típica del ambiente de Pradera marina. 145
Figura IV_ 24. Vista típica del ambiente de Zona de algas I. 146
Figura IV_ 25. Vista típica del ambiente de Zona de algas II. 146
Figura IV_ 26. Tipo de ambientes en el Sistema Ambiental.....147
Figura IV_ 27. Proporción de grupos taxonómicos en el área de estudio.....148
Figura IV_ 28. Riqueza específica de especies presente en cada uno de los ambientes 149
Figura IV_ 29. Proporción de grupos taxonómicos de especies marinas por tipo de ambiente. 149
Figura IV_ 30. Riqueza específica de corales presente por ambiente. 150
Figura IV_ 31. Especies de corales en el ambiente Arrecife. A) *Pseudopterogorgia spp.*, B) *Millepora complanata*, C) *Cladocora sp.*, D) *Pseudoplexaura spp.*, E) *Montastraea cavernosa*, F) *Pseudoplexaura spp.*, G) *Manicina aereolata*, H) *Siderastrea siderea*. Fuente: Marenter, 2016. 151
Figura IV_ 32. Riqueza específica de invertebrados presente por ambiente. 153

Figura IV_ 33. Especies de corales en el ambiente Arrecife. A) *Clionna sp., B) Oreaster reticulatus, C) Esponja sp., D) Ircinia strobilina, E) Aglophenia sp., F) Fasciolaria sp., G) Condylactis gigantea, H) Bartholomea annulata. Fuente: Marenter, 2016.* 155

Figura IV_ 34. Riqueza específica de peces presente por ambiente.....156

Figura IV_ 35. Especies de peces en el ambiente Arrecife. A) *Abudefduf saxatilis*, B) *Canthigaster rostrata*, C) *Haemulon sp. juvenil*, D) *Halichoeres bivittatus*, E) *Chaetodon capistratus.*Fuente: Marenter, 2016. 157

Figura IV_ 36. Zonas prioritarias de anidación de las tortugas Carretta carretta y Chelonia mydas.....158

Figura IV_ 37. Fotos de nidos de tortugas en el área del proyecto.....158

Figura IV_ 38. Porcentaje de especies registradas por número de ambiente.....159

Figura IV_ 39. Riqueza específica de flora marina presente por ambiente. 161

Figura IV_ 40. Especies de flora marina en el ambiente Arrecife. A) *Syringodium filiforme*, B) *Thalassia testudinium,* C) *Penicillus pyriformis*, D) *Rhipocephalus phoenix*, E) *Avrainvillea sp.,* F) *Padina jamaicensis*. G) *Dasycladus vermicularis* y H) *Caulerpa prolifera*.Fuente: Marenter, 2016. 162

Figura IV_ 41. Composición de especies de nematodo y anélidos. A) *Nematoda sp.*, B) *Polychaeta sp. 1*, C) *Polychaeta sp. 2,* D*) Polychaeta sp. 3,* D*) Polychaeta sp. 4*.....165

Figura IV_ 42. Composición de especies de moluscos gasterópodos. A) *Natica sp.*, B) *Mollusca sp.*, C) *Cerithium sp.*, D) *Conus sp.* 165

Figura IV_ 43. Composición de especies de moluscos bivalvos. A) *Tellina sp.*, B) *Mactra sp.*, C) *Dosinia sp.*, D) *Bivalva sp. 1,* E) *Chione sp. 1*, F) *Chione sp. 2*, G) *Anadara sp.*, H) *Bivalva sp.2*.....166

Figura IV_ 44. Número de organismos de cada Phyllum.....167

Figura IV_ 45. Porcentaje de taxa perteneciente a cada uno de los Phyllum.....167

Figura IV_ 46. Área de playa con escasa vegetación terrestre. 168

Figura IV_ 47. Vista del Paisaje actual del área del proyecto 171

Figura V_ 1- Comparación de impactos previstos para el proyecto. A) Intensidad, B) Extensión, C) Duración, D) Periodicidad, E) Carácter.....194

Figura V_ 2- Valoración de la magnitud e importancia de los impactos previstos para el proyecto. 195

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

I.1. Proyecto

I.1.1. Nombre del proyecto

Protección de playa al Sur de Puerto Morelos.

I.1.2. Ubicación del proyecto

Zona Federal Marítimo Terrestre y área marina adyacente al Hotel Marina El Cid Spa & Resort, Unidad 15, El Cid, 77580 Municipio de Puerto Morelos, Estado de Quintana Roo (**Figura I_ 1**).

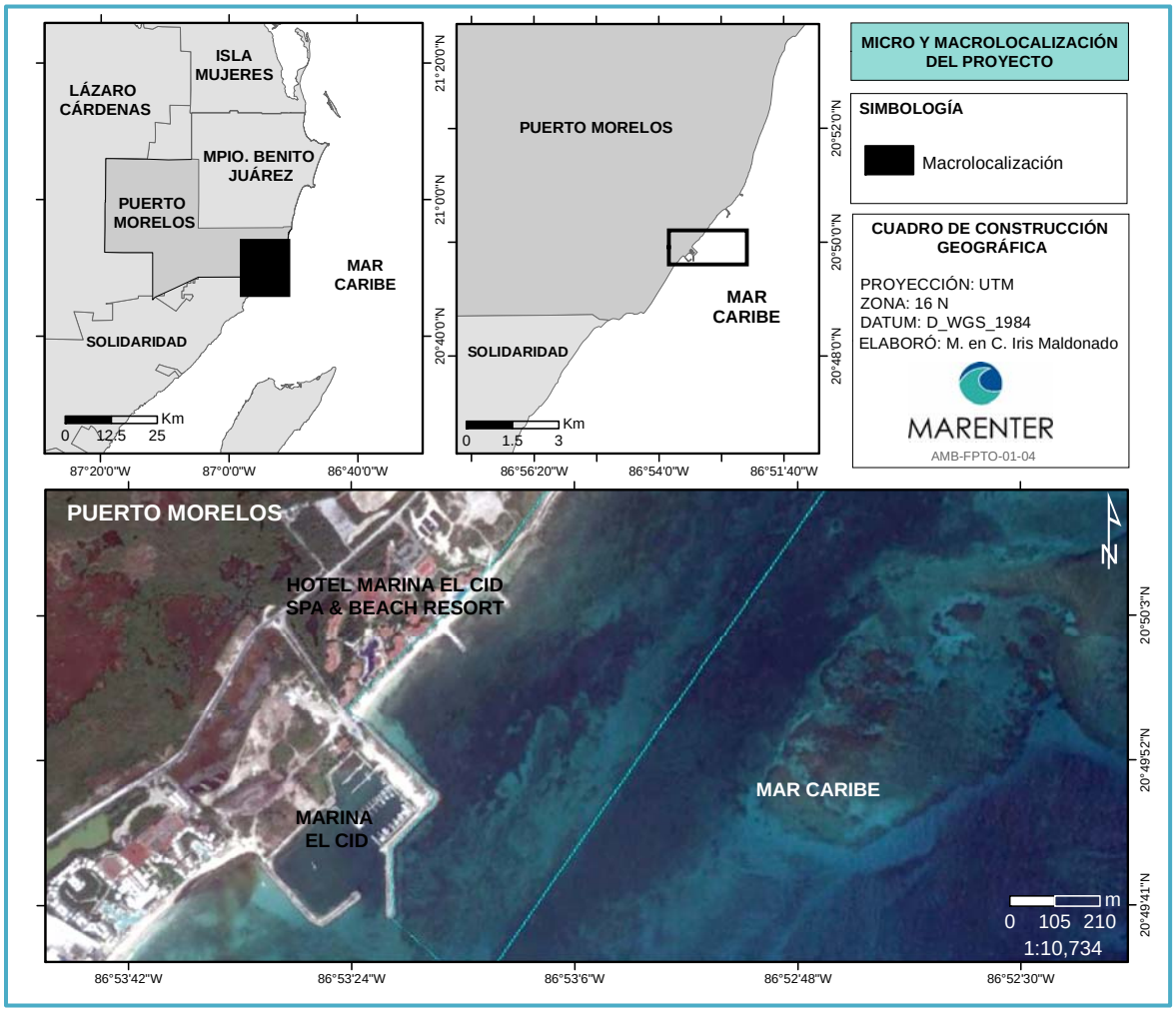


Figura I_ 1 Ubicación del área del proyecto.

I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto

Se estima una vida útil para el proyecto de 60 años. Debido a que las estructuras colocadas podrían sufrir daños por acción de los eventos climatológicos característicos de la región, desgaste o fallas, se pretende darles un mantenimiento periódico, siguiendo las mismas técnicas de construcción y respetando el diseño original. Se realizará vertimiento de arena para sustituir el volumen perdido y conservar la playa colindante al Hotel con condiciones de calidad.

I.1.4. Presentación de la documentación legal

a) Escritura pública Nº 7,560 Volumen 30, de fecha 27 de noviembre del 2002 donde se hace constar el Acta Constitutiva de Inmobiliaria Marítima Dolores S.A. de C.V.
b) Escritura pública Nº 8,748 Volumen 34, de fecha 26 de octubre del 2004 donde se hace constar el Acta Constitutiva de Caribe Paraíso S.A. de C.V.
c) Escritura pública Nº 11,380 Volumen 45, de fecha 9 de octubre del 2008 donde se hace constar la Protocolización del Acta de Asamblea General Ordinaria celebrada con fecha 08 de octubre del 2008 por la Sociedad Mercantil denominada "Caribe Paraíso", S.A. de C.V. (Nuevo consejo directivo).
d) Escritura pública Nº 4,826 Volumen 20, de fecha 11 de agosto del 1997 donde se hace constar el Acta Constitutiva de Caribe Paradise S.A. de C.V promovente del proyecto.
e) Escritura pública Nº 11,609 Volumen 46, de fecha 6 de febrero del 2009 donde se hace constar el poder general para pleitos y cobranzas y actos de administración y poder para realizar actos ante las autoridades administrativas y fiscales en sus distintos niveles municipal, estatal y federal, que otorga la Sociedad mercantil denominada "Caribe Paradise S.A." representada por el Sr. Lic. Carlos Berdegue Sacristan a favor del Sr. Ing. Jaime Fernando del Toro Mendiola.
f) Título de la concesión Nº DGZF-108/09 de la Zona Federal Marítimo Terrestre a favor de "Caribe Paradise S.A. de C.V.", expedida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales el 27 de febrero del 2009.
g) Título de la concesión Nº DGZF-321/15 de la Zona Federal Marítimo Terrestre a favor de "Inmobiliaria Marítima Dolores S.A. de C.V.", expedida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales el 29 de septiembre del 2015.
h) Título de la concesión Nº DGZF-315/15 de la Zona Federal Marítimo Terrestre a favor de "Caribe Paraíso S.A. de C.V.", expedida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales el 29 de septiembre del 2015.
i) Identificación Oficial del apoderado legal.
j) RFC de la asociación Caribe Paradise S.A. de C.V.

I.2. Promovente

I.2.1. Nombre o razón social

Caribe Paradise S.A. de C.V

I.2.2. Registro federal de contribuyentes del promovente

CPA970811PW4

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal

Ing. Jaime Fernando del Toro Mendiola, apoderado legal.

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

SM 3, MZA. 20, Lote 1-01, Unidad 15, Boulevard el Cid, en la localidad de Puerto Morelos, perteneciente al Municipio Puerto Morelos, en el estado de Quintana Roo Teléfono: (998) 872 89 79. Correo electrónico: jdeltoro@elcid.com.mx

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

I.3.1. Nombre o razón social

MARENTER S.A de C.V.

I.3.2. Registro federal de contribuyentes o CURP

MAR9704025I9

I.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio

Ing. José Enrique Chacón González.
Cédula profesional número 240360.

I.3.4. Colaboradores del estudio técnico

Nombre	*Cédula profesional*
M. en C. Claudia Abigail Iris Maldonado	7441930
Biol. Mireille Martell Pineda	09283113
Biol. Ana Isabel Erosa Solana	1731809

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

Av. Nader N° 42, Int. 201, Edificio Plaza del Conde, Supermanzana 2A, Manzana 3, Lote 22, Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo, C.P. 77500.Descripción del proyecto

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. Información general del proyecto

En las costas del Estado de Quintana Roo existe una intensa dinámica costera. Las playas, por ser resultado de la acumulación de material no consolidado en zonas litorales están sujetas a la incidencia del oleaje, las corrientes, los vientos y las mareas; otros elementos de influencia son los procesos bióticos, las fluctuaciones climáticas (paso de tormentas y huracanes), los cambios en el nivel medio del mar, la actividad turística presente en el área, así como la presencia de obras habilitadas en las inmediaciones.

Al frente del Hotel Marina El Cid Spa & Beach Resort, aproximadamente a 400 m, hay gran cantidad de arena, sin embargo, ésta no se acumula sobre la playa de interés debido a que está "encajonada" entre dos estructuras monumentales tipo muelle perpendiculares a la costa (el Muelle fiscal delimitado y determinado por medio del ACUERDO publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de noviembre de 1994 previo a la creación del Parque Marino y la Marina El Cid aprobada mediante el oficio número D.O.O./DGOEIA.-005955 de fecha 15 de septiembre de 1999 cuya base estructural inició su construcción por terceros, previo a la publicación de la LGEEPA). Estas estructuras interrumpen el transporte natural de arena y contribuyen a la pérdida en general de la calidad de esta playa (**Figura II_ 1**). Este fenómeno se intensifica durante la temporada de Nortes (eventos con oleaje de alta energía) y/o huracanes, ya que se maximiza el transporte transversal hacia el mar, generando la pérdida del sedimento de la playa y dejando poco material disponible para ser transportado.

Se aprovechará la presencia de estos grandes muelles como parte de la recuperación de la costa, ya que funcionarán como barreras físicas que impedirán que la arena vertida se disperse y se pierda por el efecto del oleaje; siempre y cuando no haya incidencia de fenómenos meteorológicos como huracanes y tormentas tropicales.

Al frente del Hotel se extiende el canal de navegación, usado por las embarcaciones que atracan en el Muelle fiscal operado por la Administración Portuaria Integral de Quintana Roo (APIQROO); hacia el Este existen formaciones arrecifales (Neto´s y La Pared), que son parte del Área Natural Protegida "Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos", éstas formaciones atenúan el oleaje y generan condiciones de calma relativa, lo cual ocasiona que la arena que se desplaza hacia la zona costera, se acumule en el canal de navegación sin alcanzar la playa (MIA-P 2005, "Mantenimiento de un Tramo del Canal de Navegación y Reversión de la Erosión en la Zona Costera entre la Marina El Cid y El Muelle Fiscal de Puerto Morelos, Quintana Roo").

Estas condiciones se traducen en la erosión permanente de la playa y el afloramiento del sustrato rocoso a lo largo de la costa, provocando que las condiciones para el tránsito de bañistas y paseantes no sea de manera segura, pues el acceso es difícil y también peligroso.

Dado que la playa colindante al Hotel presenta una pérdida de playa evidente (lo que se traduce en la disminución de hábitat natural), surge la necesidad de efectuar acciones enfocadas a la recuperación, mejoramiento y mantenimiento de la playa, propósito de las obras del presente estudio.

Figura II_ 1. Ubicación de la propiedad con respecto a muelles vecinos.

II.1.1. Naturaleza del proyecto

El turismo es la actividad más importante del Estado de Quintana Roo, representa una aportación al PIB estatal de aproximadamente 21% y se sustenta en los recursos naturales y el atractivo que representan, siendo los elementos emblemáticos de este destino turístico, el mar azul turquesa y las playas de arena blanca.

La erosión de las playas es la problemática más importante al que las costas de la Riviera Maya se enfrentan, ya que la inestabilidad en la línea de costa conlleva a la pérdida de la franja arenosa, lo cual repercute en la falta de un área transitable asi como de hábitat para especies de flora y fauna.

La pérdida de cantidades considerables de arena deja expuesto el lecho rocoso, esto representa un gran inconveniente para el desarrollo turístico en términos económicos, ya que la playa en el estado actual, resulta menos atractiva y segura que una playa arenosa. La característica más sobresaliente es la presencia de formaciones rocosas en la orilla del mar con formaciones agudas o cortantes que lastiman al bañista para entrar o salir del mar, situación que limita el aprovechamiento y goce de la playa y del área marina.

Con el proyecto "Protección de playa al Sur de Puerto Morelos", se pretenden realizar obras de mejoramiento de playa en una porción aproximadamente de 600 m de largo, con lo que se espera revertir el proceso erosivo actual, lograr la recuperación de la playa, mantener los servicios que se derivan de este ambiente, contribuir en la conservación de especies nativas y mejorar el uso recreativo-turístico, cuyo papel es de vital importancia para la economía de la región. Debido a que en el área del proyecto hay 3 concesiones de Zona Federal Marítimo Terrestre (DGZF-108/09 a favor de "Caribe Paradise S.A. de C.V.; DGZF-321/15 a favor de "Inmobiliaria Marítima Dolores S.A. de C.V." y la DGZF-315/15 a favor de "Caribe Paraíso S.A. de C.V.") se anexa la documentación legal correspondiente a cada concesionario.

Actualmente al Sur del Hotel, existe un espigón a base de dados de concreto; para mejorar estéticamente esta estructura y aprovecharla, se colocará un elemento que además dotará a esta área de funcionalidad como mirador y para ofrecer servicios alternativos al visitante (masajes, tratamientos estéticos, cenas etc.).

Las obras que se proponen son las siguientes y se dividen en tres etapas (**Figura II_ 2**):

Etapa 1

Se realizará en la parte frontal de la playa del hotel y se compone de las siguientes obras:

a) Desplante de tres secciones de rompeolas con longitudes de 120 m, paralelos a la costa a base de elementos de geotextil rellenos con arena.

b) Relocalización del 60% de arena sobre la playa, en un área de 18, 400 m².

Etapa 2

Esta etapa se espera se lleve a cabo al terminar de la primera e incluirá:

c) Desplante de dos secciones de rompeolas con longitudes de 60 m, paralelos a la costa a base de elementos de geotextil rellenos con arena.

d) Relocalización del 20% de arena sobre la playa, en un área de 18,400 m².

Etapa 3

e) Ùltimo vertimiento de arena (20 %).sobre los 18,400 m² de playa.

f) Habilitación de una terraza de 5m de ancho y 30 m de longitud, construida sobre pilotes que contará con una cubierta a base de madera dura de la región.

Se pretende disponer un volumen de aproximadamente 15,250 m³ de arena, de los cuales 12,000 m³ se destinarán al mejoramiento de la playa y el resto al relleno de los tubos de geotextil de los rompeolas. Se tomará de zonas de disposición localizadas en la parte marina frente al proyecto donde no se perjudique a los pastos marinos, mediante bombeo hidráulico como se describirá más adelante. Dicha arena tiene un origen, tamaño de grano y color compatible con el material de la playa con base en los análisis granulométricos realizados por el Laboratorio y Control de Obras a muestras de material proveniente de la playa y las zonas de disposición de arena propuestas. No se llevarán a cabo obras y actividades de este proyecto al interior de la poligonal que conforma al Área Natural Protegida del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos.

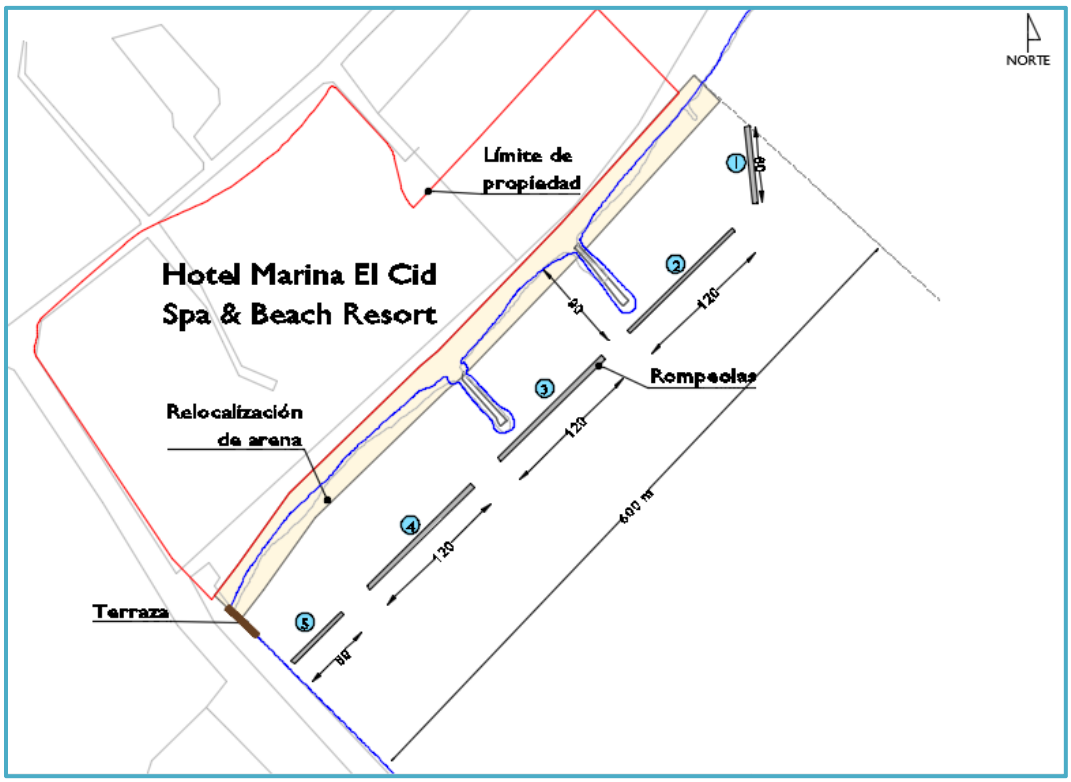


Figura II_ 2. Plano general de obras del proyecto.

II.1.1.1. Marco legal para la implementación del proyecto

Este proyecto queda sujeto a lo dispuesto en el artículo 28, fracción IX de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), y artículo 5º, inciso Q del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), el cual prevé que *"Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en materia de impacto ambiental: …la construcción y operación de hoteles, casa habitación, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros*".

Se considera que el proyecto entra en dichos supuestos, motivo por el cual se somete a evaluación de la Secretaría para obtener la autorización en materia de impacto ambiental, toda vez que la construcción de los rompeolas y la relocalización de arena no causará desequilibrios ecológicos, ni rebasará los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la protección al ambiente, ni a la preservación y restauración de los ecosistemas.

II.1.2. Selección del sitio

La ubicación del sitio del proyecto comprende la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) y la zona marina, ambas colindantes con la zona del proyecto, en el municipio de Puerto Morelos, por lo que la selección del sitio resulta en forma necesaria al no existir otra alternativa aprovechable.

Para la selección del sitio en el cual se propone la ejecución del proyecto, se consideraron los siguientes factores:

1) La playa presenta una situación de erosión, por lo que se requiere aplicar medidas para mejorar este ambiente.
2) La zona cuenta con un alto desarrollo turístico y urbano que incluye un grado de impacto antropogénico, derivado de los servicios que se prestan a los usuarios.
3) El proyecto no contraviene ningún ordenamiento o disposición jurídica vigente y aplicable al sitio.
4) La flora y fauna en la zona de desarrollo no se verá impactada de manera importante, dado que la playa posee una vegetación limitada a algunas palmeras, y el área marina de donde se dispondrá la arena se encuentra libre de pastos marinos.
5) El proyecto contempla la implementación de medidas de mitigación que minimicen los impactos que se pudieran generar.
6) Existen vías de acceso al sitio donde se pretende construir el proyecto dado que es una importante zona turística, por lo que el proyecto es compatible con las actividades que se realizan en las colindancias.

La erosión en la zona de playa colindante al proyecto es evidente, en los últimos 10 años se ha perdido gran cantidad de arena lo cual ha dejado expuestos los afloramientos de laja calcárea (**Figura II_ 3**).

Figura II_ 3. Imágenes satelitales de la zona del proyecto. Comparativo de la erosión de la playa al frente del Hotel entre 2006 y 2016.

La selección del sitio obedece a la necesidad de mejorar una playa erosionada, colindante con el predio del propietario, considerando que:

- Se ubica en el municipio de Puerto Morelos, cuya tendencia de crecimiento apunta a convertir la zona en una potencia turística de privilegiada posición debido a que cuenta con condiciones ideales para el desarrollo de actividades recreativas.
- El proyecto obedece a una imperiosa necesidad turístico-ambiental de acondicionar las playas en la Riviera Maya para que sean de alta calidad.
- No se contravienen los criterios ambientales para el uso de suelo de la legislación aplicable vigente.

- La flora y fauna marina en la zona de desarrollo no se verá impactada de manera significativa, ya que el proyecto incluye la implementación de medidas de mitigación que minimizarán los impactos. Sin embargo, en el área del proyecto existe una presencia limitada de organismos de interés.
- Existe la infraestructura necesaria para el adecuado funcionamiento del proyecto como son: servicios de comunicaciones, agua potable y red eléctrica.
- El entorno paisajístico es privilegiado y no se verá afectado por las actividades del proyecto.
- Existe facilidad de acceso al sitio del proyecto y el mismo es compatible con las actividades que se realizan en las colindancias.

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

El proyecto se localiza en la Zona Federal Marítimo Terrestre y zona marina adyacente al Hotel Marina El Cid Spa & Beach Resort, fuera del Parque Nacional Arrecifes de Puerto Morelos.

Las coordenadas de las obras del proyecto están en el sistema Universal Transversal de Mercator (UTM) Datum WGS84 16N. En la **Figura II_ 4** se presentan las correspondientes a las secciones de rompeolas 1 y 2, en la **Figura II_ 5** los de las secciones de rompeolas 3 y 4, en la **Figura II_ 6** las coordenadas de la sección de rompeolas 5, la terraza y la rampa de acceso, en la **Figura II_ 7** los vértices del vertimiento de arena y en la **Figura II_ 8** las coordenadas de la zona de disposición de arena.

II.1.4. Inversión requerida

Se considera que para la realización del proyecto y para la implementación de medidas ambientales, se requerirá de una inversión total de $ 6,000, 000 MXN (Seis millones doscientos cincuenta mil pesos).

II.1.5. Dimensiones del proyecto

El proyecto se desarrollará en una superficie total de 119,875 m^2 **(Tabla II_ 1)**.

Tabla II_ 1. Dimensiones del proyecto.

Concepto	Metros cuadrados	Porcentaje respecto a la superficie total del proyecto
Desplante de rompeolas	2,000 m²	1.7 %
Relocalización de arena	12,000 m²	10.0%
Terraza	150 m²	0.13 %
Rampa acceso	25 m²	0.02
Zona de disposición de arena	105,700 m²	88 %
Total del área del proyecto	**119,875m²**	**100 %**

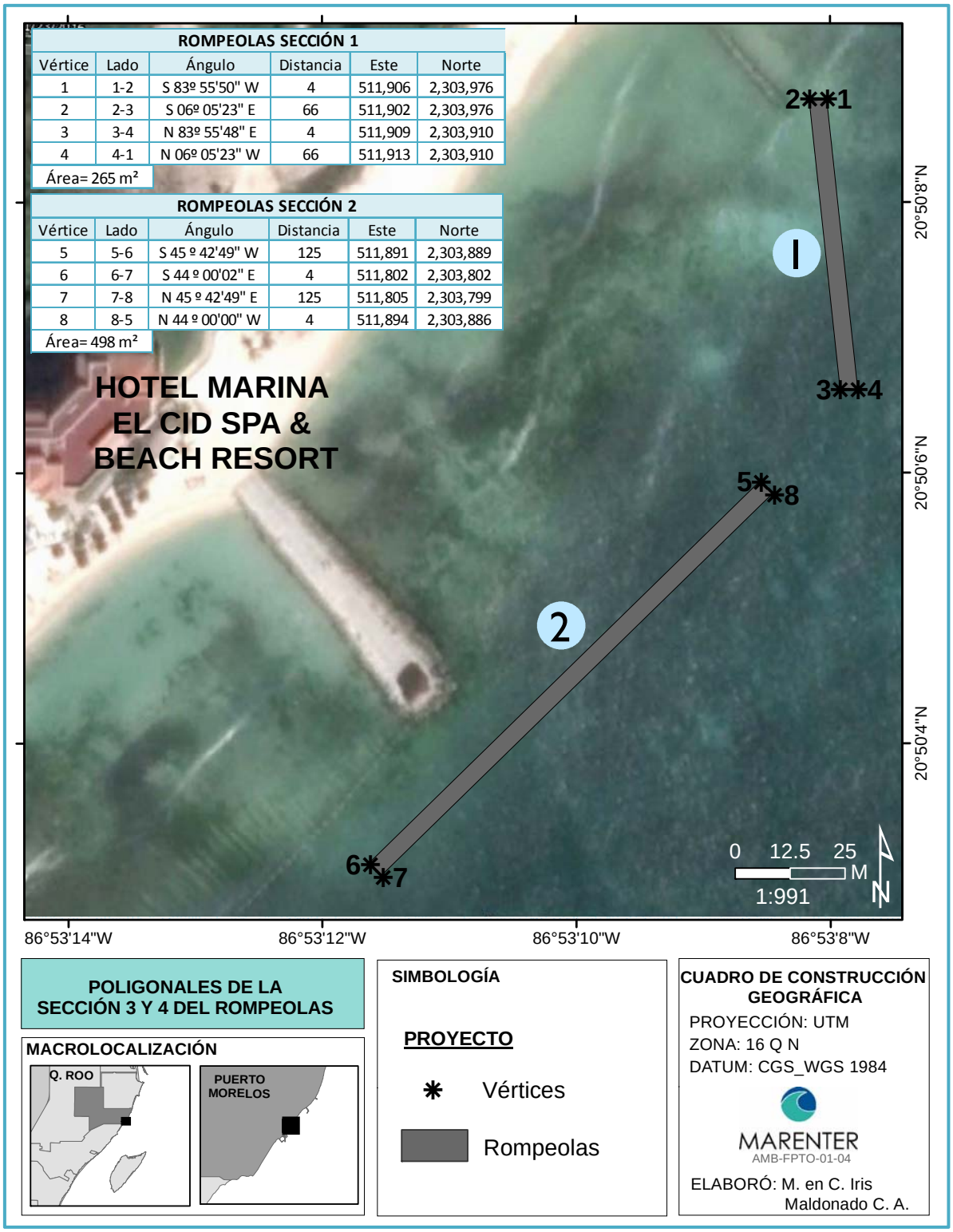
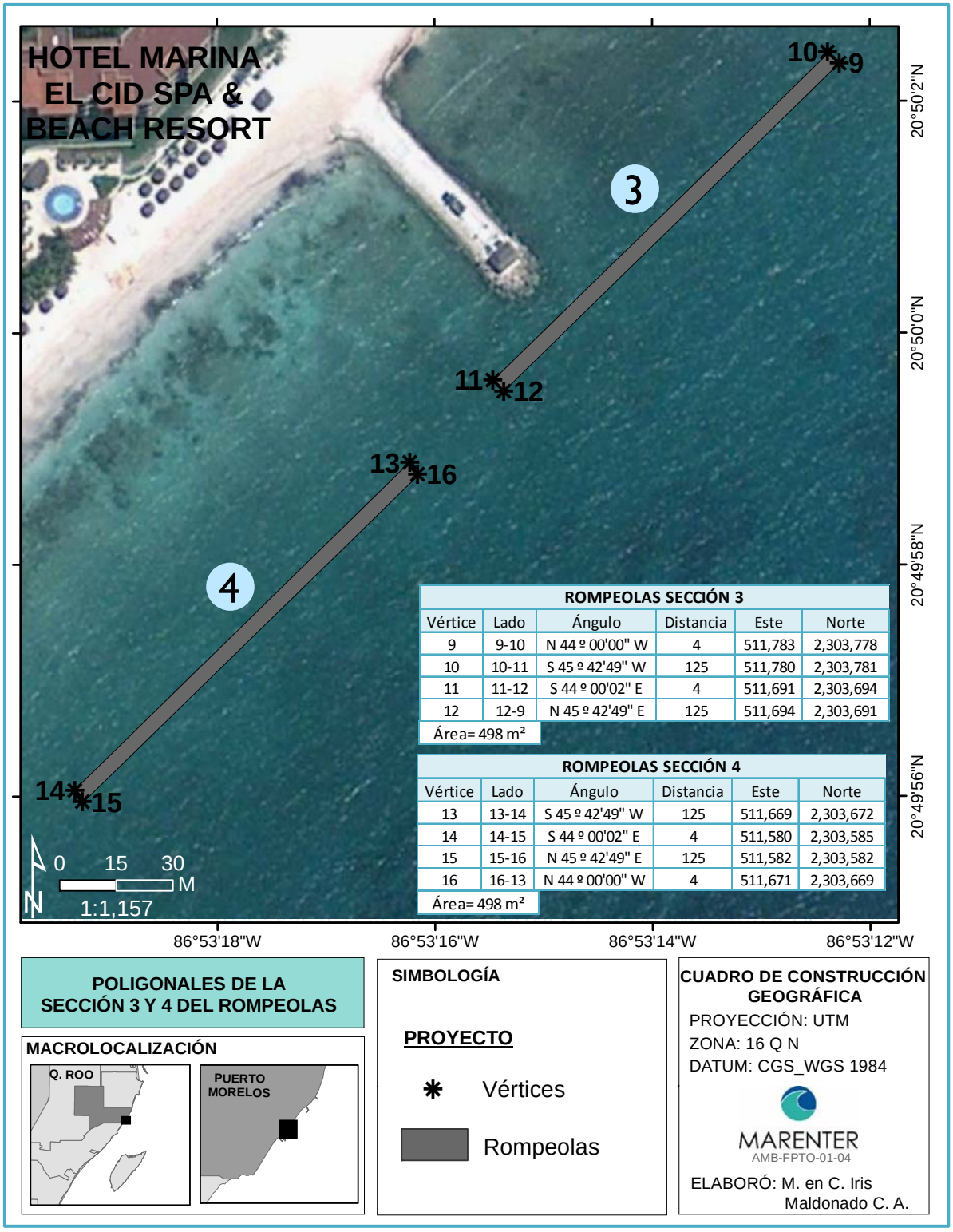


Figura II_ 4. Mapa con los cuadros de construcción en coordenadas UTM de las secciones de rompeolas 1 y 2.



ROMPEOLAS SECCIÓN 3

Vértice	Lado	Ángulo	Distancia	Este	Norte
9	9-10	N 44 º 00'00" W	4	511,783	2,303,778
10	10-11	S 45 º 42'49" W	125	511,780	2,303,781
11	11-12	S 44 º 00'02" E	4	511,691	2,303,694
12	12-9	N 45 º 42'49" E	125	511,694	2,303,691

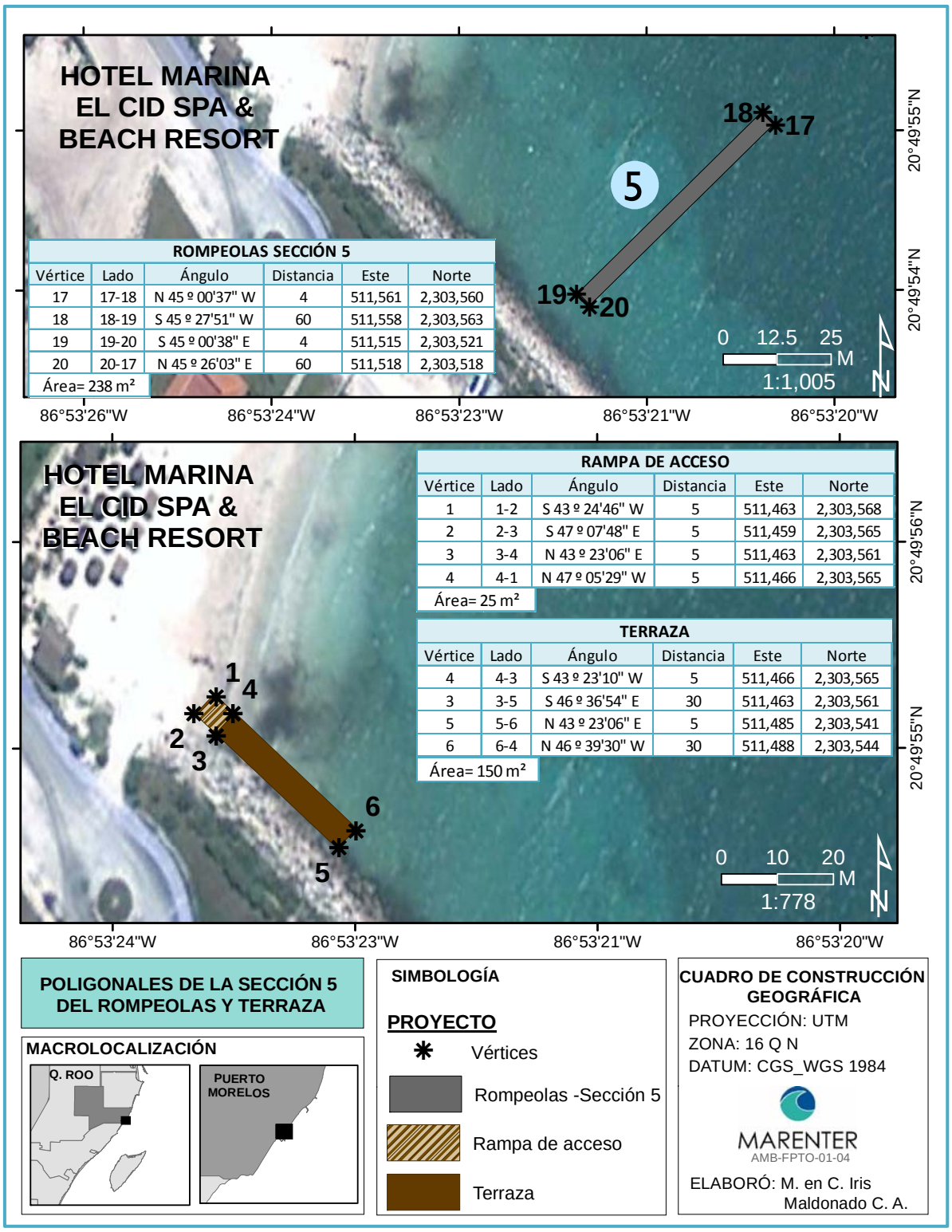
Área= 498 m²

ROMPEOLAS SECCIÓN 4

Vértice	Lado	Ángulo	Distancia	Este	Norte
13	13-14	S 45 º 42'49" W	125	511,669	2,303,672
14	14-15	S 44 º 00'02" E	4	511,580	2,303,585
15	15-16	N 45 º 42'49" E	125	511,582	2,303,582
16	16-13	N 44 º 00'00" W	4	511,671	2,303,669

Área= 498 m²

Figura II_ 5. Mapa con los cuadros de construcción en coordenadas UTM de las secciones de rompeolas 3 y 4.



ROMPEOLAS SECCIÓN 5

Vértice	Lado	Ángulo	Distancia	Este	Norte
17	17-18	N 45 º 00'37" W	4	511,561	2,303,560
18	18-19	S 45 º 27'51" W	60	511,558	2,303,563
19	19-20	S 45 º 00'38" E	4	511,515	2,303,521
20	20-17	N 45 º 26'03" E	60	511,518	2,303,518

Área= 238 m²

RAMPA DE ACCESO

Vértice	Lado	Ángulo	Distancia	Este	Norte
1	1-2	S 43 º 24'46" W	5	511,463	2,303,568
2	2-3	S 47 º 07'48" E	5	511,459	2,303,565
3	3-4	N 43 º 23'06" E	5	511,463	2,303,561
4	4-1	N 47 º 05'29" W	5	511,466	2,303,565

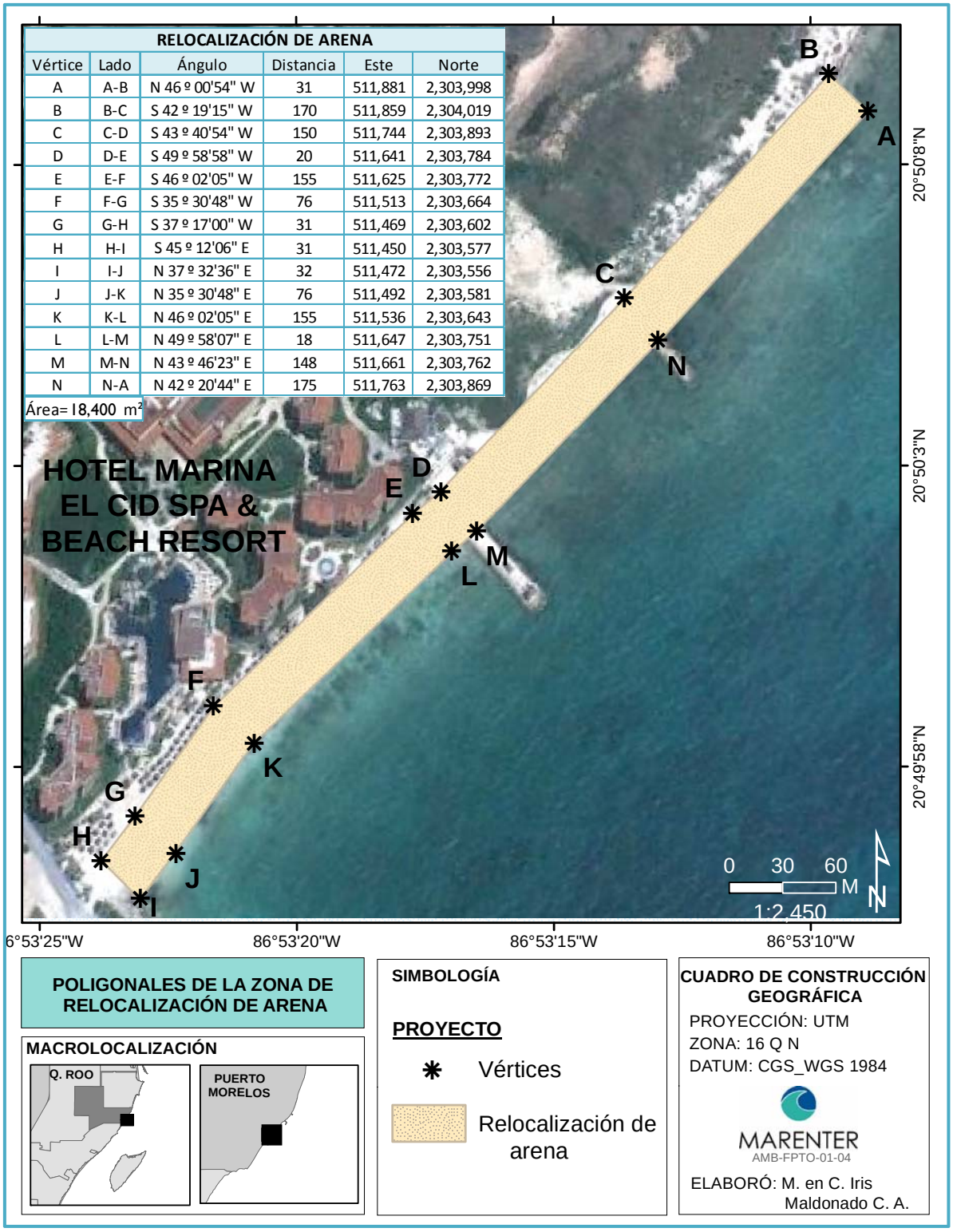
Área= 25 m²

TERRAZA

Vértice	Lado	Ángulo	Distancia	Este	Norte
4	4-3	S 43 º 23'10" W	5	511,466	2,303,565
3	3-5	S 46 º 36'54" E	30	511,463	2,303,561
5	5-6	N 43 º 23'06" E	5	511,485	2,303,541
6	6-4	N 46 º 39'30" W	30	511,488	2,303,544

Área= 150 m²

Figura II_ 6. Mapa con el cuadro de construcción en coordenadas UTM de la sección de rompeolas 5, terraza y rampa de acceso.



RELOCALIZACIÓN DE ARENA					
Vértice	Lado	Ángulo	Distancia	Este	Norte
A	A-B	N 46 º 00'54" W	31	511,881	2,303,998
B	B-C	S 42 º 19'15" W	170	511,859	2,304,019
C	C-D	S 43 º 40'54" W	150	511,744	2,303,893
D	D-E	S 49 º 58'58" W	20	511,641	2,303,784
E	E-F	S 46 º 02'05" W	155	511,625	2,303,772
F	F-G	S 35 º 30'48" W	76	511,513	2,303,664
G	G-H	S 37 º 17'00" W	31	511,469	2,303,602
H	H-I	S 45 º 12'06" E	31	511,450	2,303,577
I	I-J	N 37 º 32'36" E	32	511,472	2,303,556
J	J-K	N 35 º 30'48" E	76	511,492	2,303,581
K	K-L	N 46 º 02'05" E	155	511,536	2,303,643
L	L-M	N 49 º 58'07" E	18	511,647	2,303,751
M	M-N	N 43 º 46'23" E	148	511,661	2,303,762
N	N-A	N 42 º 20'44" E	175	511,763	2,303,869

Área= 18,400 m²

Figura II_ 7. Mapa con el cuadro de construcción en coordenadas UTM de la zona de relocalización de arena.

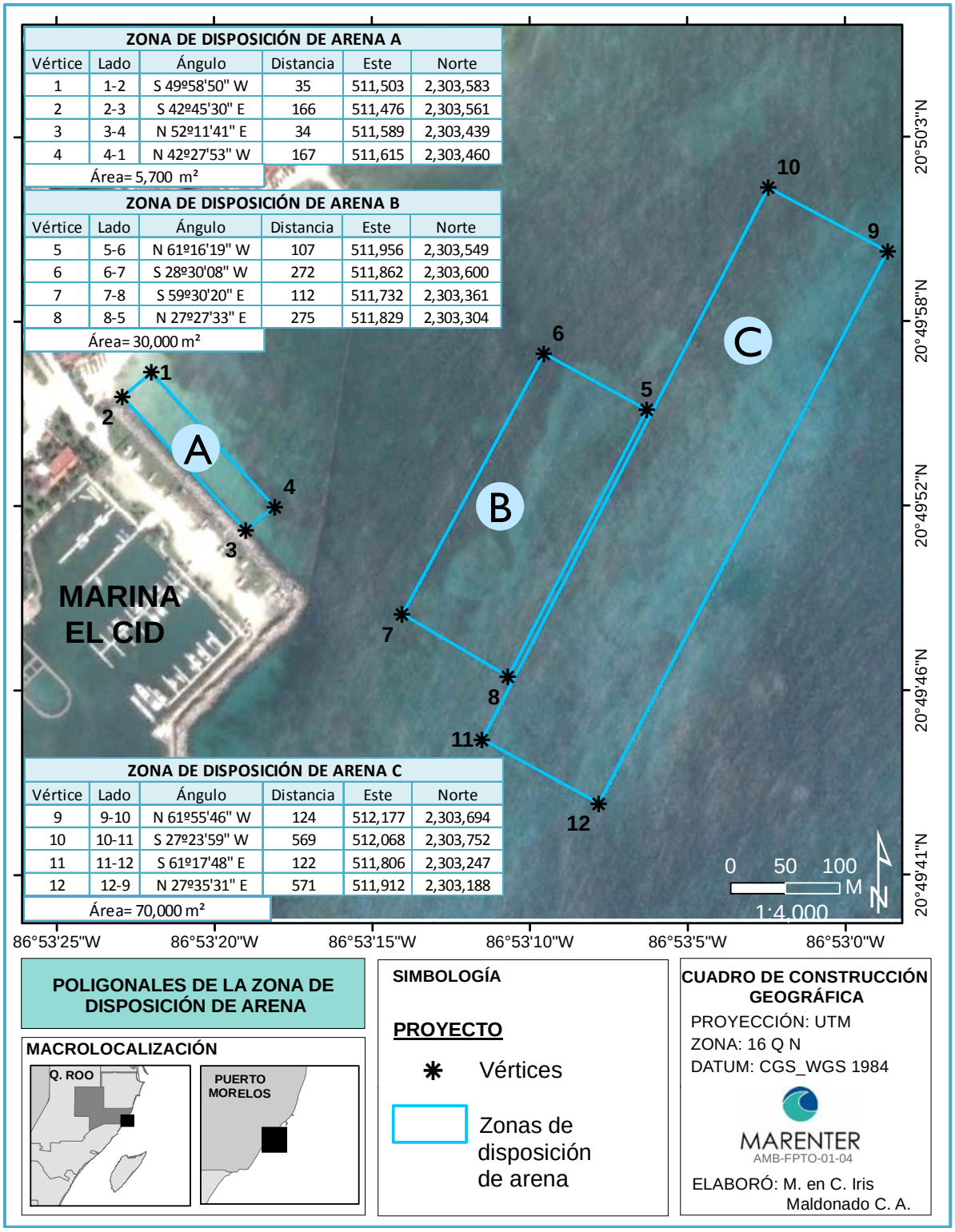


Figura II_ 8. Mapa con el cuadro de construcción en coordenadas UTM de la ubicación de la zona de disposición de arena.

Zonas de disposición de arena

Durante la caracterización del Sistema Ambiental se localizaron tres zonas de disposición de arena ubicadas frente al Hotel Marina El Cid Spa & Beach Resort con una superficie de 105, 700 m². La zona A tiene un espesor de 0.4 m y está situada junto a la Marina el Cid, la zona B se localiza a aproximadamente 350 m de la línea de costa entre las cotas (-) 5 m y (-) 5.5 y la zona C se ubica a 450 m de la costa cerca del canal de navegación. Estas zonas de disposición de arena en conjunto tienen un volumen disponible de 101,280 m³ (**Figura II_ 9**).

Se utilizará el material de las zonas mencionadas, aprovechando un volumen total de 15,250 m³ de arena, de los cuales, 12,000 m³ serán utilizados para verterlos en la línea de costa, consiguiendo con ello una playa seca de aproximadamente 20 m de ancho. Los restantes 3,250 m³ de arena se utilizarán para el relleno de los tubos de geotextil de los rompeolas.

Por lo tanto, el proyecto utilizará aproximadamente el 15 % del volumen total disponible en los bancos de préstamo de arena.

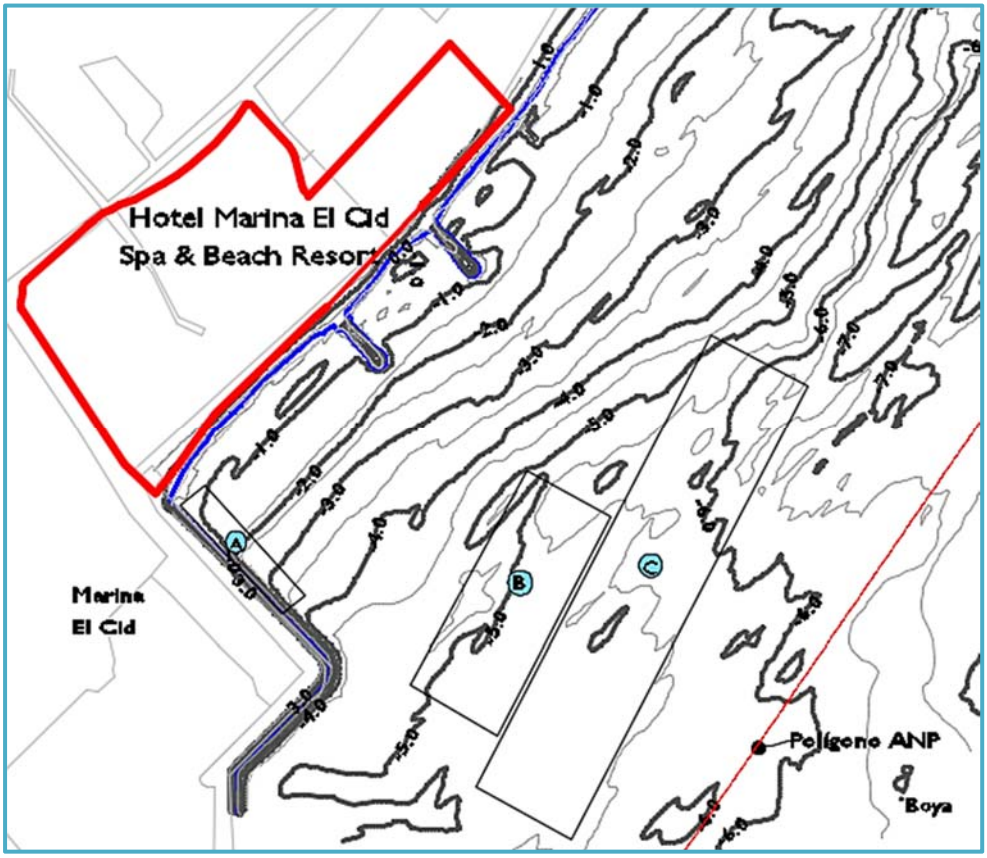


Figura II_ 9. Polígonos con las zonas de disposición de arena aprovechables al frente del proyecto.

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

El proyecto en su mayor parte se encuentra ubicado en la ZOFEMAT y Zona marina, al desarrollarse la mayor parte de las obras en la parte marina le aplica el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino de la Región del Golfo de México y Mar Caribe que incluye a la zona dentro de las UGA's # 138 catalogada como Terrestre y la #178, correspondiente a Zona Marina de Competencia Federal. Una pequeña porción de las obras está en el área urbana de Puerto Morelos, por lo cual le es aplicable el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez por lo que le corresponde la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 28 Centro de Población de Puerto Morelos con un uso de suelo turístico con densidad media. El Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Cancún-Tulúm ubica a las obras dentro de la UGA MARINA M2.

Normalmente los visitantes de los hoteles circundantes realizan actividades turísticas, náuticas y recreativas, aunque actualmente debido a la pérdida de playa y por el riesgo de accidentes derivados de la exposición de afloramientos rocosos con orillas punzo cortantes, las actividades son limitadas.

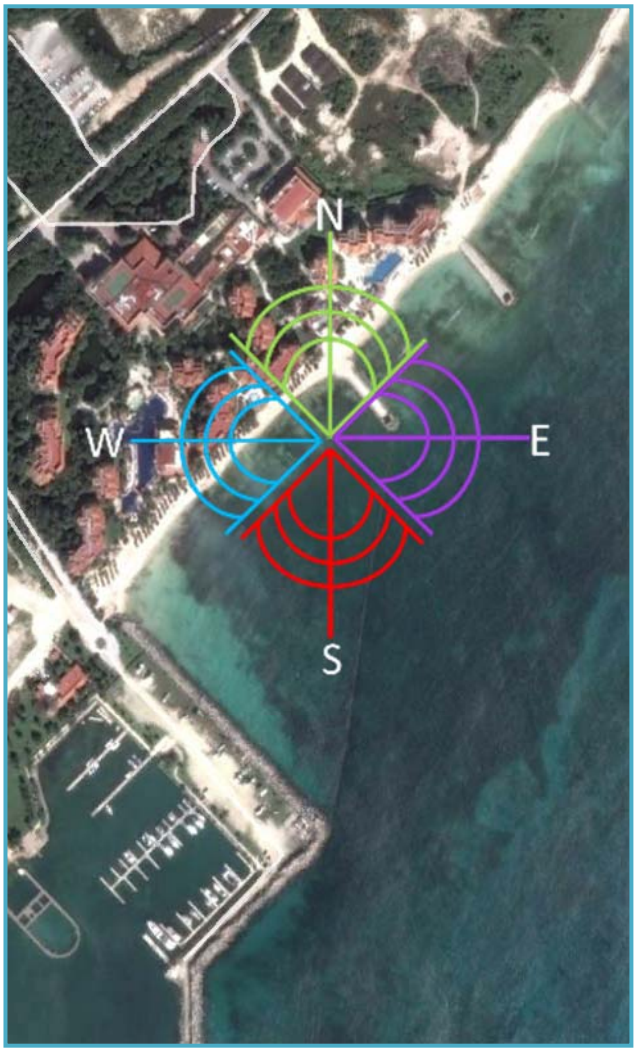
En el área del proyecto no se presentan cuerpos de agua, tales como cenotes y humedales, siendo la única masa de agua la porción marina en la franja litoral del Mar Caribe.

El objetivo primordial del presente proyecto es ofrecer una solución que permita mejorar las condiciones de la franja costera así como mitigar las modificaciones a futuro del perfil de costa, respetando los lineamientos en los instrumentos normativos en materia ambiental aplicables en el sitio.

II.1.6.1. Colindancias del sitio del proyecto

El proyecto se localiza en el área de playa y zona marina adyacente frente al Hotel Marina El Cid Spa & Beach Resort, presentando las siguientes colindancias:

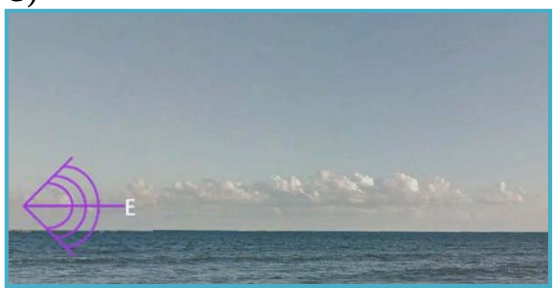
- Noreste: Zona de playa y lindero de predio al Norte Hotel Marina El Cid Spa & Beach Resort (**Figura II_ 10**, **A**).
- Sur: Marina El Cid (**Figura II_ 10**, **B**).
- Este: Mar Caribe (**Figura II_ 10**, **C**).
- Oeste: Hotel Marina El Cid Spa & Beach Resort (**Figura II_ 10**, **D**)



A)

B)

C)



D)

E)

Figura II_ 10. A) Colindancias del proyecto, B) Noreste, C) Sur, D) Este y E) Oeste.

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

El área en la que se encuentra el proyecto es colindante con la zona urbana y cuenta con todos los servicios de electricidad, agua potable y calles pavimentadas; existen muelles e infraestructura náutica. Las playas son utilizadas para la realización de actividades de

orden turístico asociadas a la ciudad de Cancún y la Riviera Maya. La zona del proyecto se ubica sobre el espacio urbano de Puerto Morelos que cuenta una amplia red de servicios.

Los accesos hacia el sitio de pretendida ubicación del proyecto, son los siguientes:

- Vía terrestre.- Carretera federal 307 y accesos viales al Hotel.
- Vía aérea.- Aeropuerto Internacional de Cancún que es el más cercano.
- Vía marítima.- Muelle de Puerto Morelos o la Marina El Cid.
-

Comunicaciones: Existe en la porción Norte del Estado una amplia red de internet, telefonía, telégrafo y correo, que cubren los requerimientos demandados por el desarrollo de la zona.

Dada la naturaleza del proyecto a realizarse en la playa, no se requerirá de la prestación de servicios extraordinarios ni se compromete a los recursos urbanos que se ofrecen en la localidad.

II.2. Características particulares del proyecto

II.2.1. Estructuras de estabilización

Por la dinámica del oleaje que desplaza continuamente la arena de la playa, es necesario disponer de estructuras que modifiquen de manera conveniente esta situación. Su diseño seguirá los presentes criterios:

- Garantizan efectividad.
- No interrumpen el paso de la arena a lo largo de la playa, para no generar efectos adversos aguas abajo.
- Estables, reversibles y seguras.
- No afectan el paisaje.

<u>Diseño efectivo</u>

Para el presente proyecto se han seleccionado estructuras desligadas de la playa y orientadas, de tal forma, que abatan suficientemente la energía del oleaje en su dirección de incidencia predominante, generando una difracción de forma que se fomente el depósito de arena y ayuden a minimizar su desplazamiento.

Una parte de la energía del oleaje incidente será reflejada por los rompeolas, y otra parte será difractada generando un abanico de olas que tienden a converger en un punto entre el rompeolas y la costa. Esta situación propicia que la arena se deposite enfrente de las

estructuras generando salientes. La formación o depósito de arena al crecer lo suficiente, retendrá la arena con lo que se estabilizará la playa (**Figura II_ 11**).

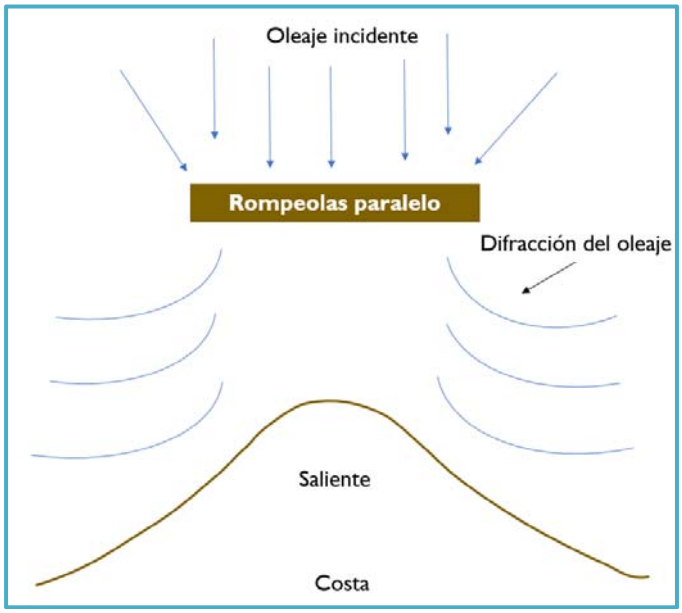


Figura II_ 11. Efecto ante la presencia de un rompeolas paralelo.

Justificación técnica del desplante de rompeolas

En el análisis se consideraron los siguientes parámetros:

- La relación entre el largo de los rompeolas y la distancia a la costa: Los elementos tienen longitudes de 60 m y 120 m. A una distancia menor de 30 m se desarrollan tómbolos bien definidos, mientras que en un rango entre 70 m y 85 m se pueden formar salientes.

- Formación de tómbolos: Bajo el supuesto de que los rompeolas se ubiquen a una distancia corta de la costa, la acumulación de arena alcanzará a las estructuras y los bañistas tendrían acceso hasta ellas. Solamente los claros entre los elementos funcionarían como playas libres (**Tabla II_ 2**).

Tabla II_ 2. Análisis de respuesta de la playa de acuerdo a los postulados de los siguientes autores:

Fuente		Longitud/Distancia	Resultado	Distancia (m)
1	SPM (1984)	L/Y >2	Tómbolo	30
2	Daily y Pope (1986)	L/Y > 1.5	Tómbolo (sistema)	40
3	Gourlay (1981)	L/Y > 2	Doble	30
4	Ahrens y Cox (1990)	L/Y > 20.5	Tómbolo periódico	24
			Distancia promedio	31
< 30 m para generación de tómbolo				

Las estructuras de esta propuesta se localizan a una distancia promedio de la playa de 85 m, para formar solamente hemitómbolos o salientes con la finalidad de disponer de mayor longitud de playa (**Tabla II_ 3** y **Figura II_ 12**).

Tabla II_ 3. Análisis de respuesta de la playa de acuerdo a los postulados de los siguientes autores.

Fuente		Longitud/Distancia	Resultado	Distancia (m)
1	SPM (1984)	L/Y < 1	No	60
2	Daily y Pope (1986)	L/Y = 0.5 a 0.67	Hemitómb	103
3	Gourlay (1981)	L/Y < 0.4 a 0.5	Hemitómb	133
4	Ahrens y Cox (1990)	L/Y < 0.8 a 1.5	Hemitómb	52
			Distancia promedio	87
~ 85 m para generación de hemitómbolo o saliente				

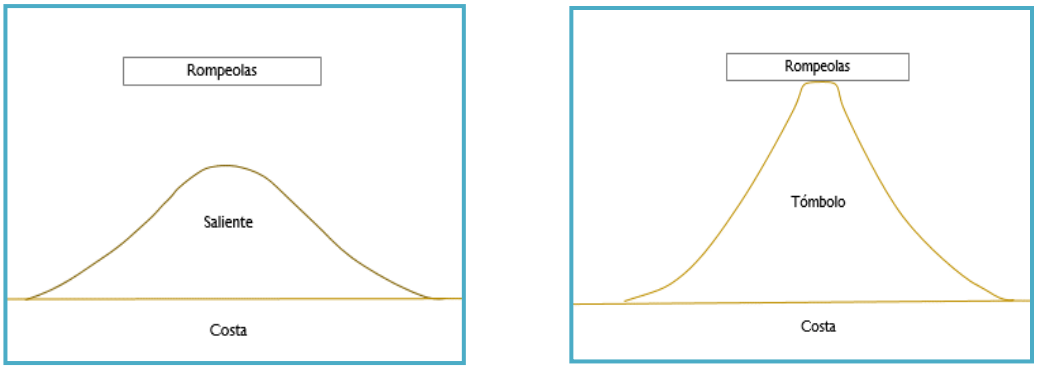
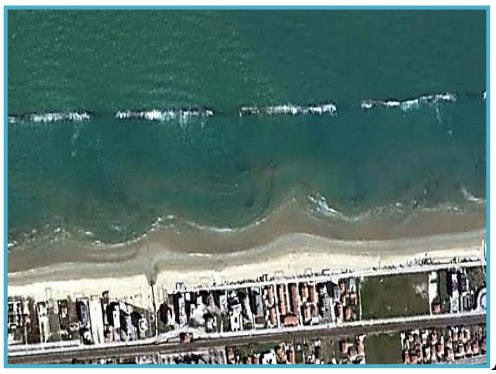


Figura II_ 12. Ejemplos de respuesta de playa con rompeolas paralelos (A Salientes, B tómbolos).


A

B

Figura 12 continuación. Ejemplos de respuesta de playa con rompeolas paralelos (A Salientes, B tómbolos).

- Situación con oleajes intensos: Con base en los criterios de Kamphuis (1991), que estiman la relación entre la profundidad y la altura de oleaje de rompiente con una sobrelevación moderada de 2.5 m en una profundidad de desplante de (-) 1.5 m a (-) 2 m habría una altura de ola de 2.8 m.

Tabla II_ 4. Relación entre la profundidad de desplante de los rompeolas y la altura de ola durante evento extraordinario.

Profundidad de desplante de	Altura de ola rompiente
2 m	2.7 m
1.5 m	2.8 m
1 m	2.5 m

Las obras están proyectadas para evitar la fuga de la arena recuperada de la playa. Su diseño no justifica evitar el rebase del oleaje. Por razones paisajísticas, los elementos de los rompeolas sobresaldrán del mar solamente 0.5 m. Cuando se presenten oleajes de mediana intensidad las olas romperán sobre los tubos de geotextil y la generación de espuma disimulará su presencia.

El diseño considera que los rompeolas paralelos sobresalgan solamente medio metro, lo que permitirá operar satisfactoriamente el sistema; promoviendo la permanencia de la arena en la playa durante oleajes normales. En marejadas extraordinarias estos elementos serán superados y los efectos en la playa ya mejorada, dependerán de la intensidad y duración del fenómeno que lo genere.

Una vez revisado el arreglo de rompeolas propuesto con la justificación técnica efectuada, se concluye que con el desplante de rompeolas se garantiza la creación de salientes, lo que tiene como consecuencia el acrecentamiento en la amplitud de playa seca.

II.2.2. Terraza

La estructura medirá 30 m de largo por 5 m de ancho (**Figura II_ 13**). Estará soportada sobre pilotes y elementos estructurales de madera dura de la región que le agregan al conjunto masa y peso, necesarios para soportar esfuerzos durante marejadas fuertes y que dan la apariencia de estructura típica del paisaje costero en la zona. Su ubicación será a un costado de la escollera existente, la cual está conformada por elementos de dados de concreto; entre los intersticios de estos se adosarán sacos de geotextil rellenos con arena para evitar que el material relocalizado se fugue a través de ellos.La terraza no contará con ningúntipo de saco debajo de ella. La madera para los pilotes y la cubierta serán de proveedores debidamente autorizados.

Se permitirá el flujo natural de las corrientes circulantes en el área y dejará que los sedimentos se desplacen sin interrupción, evitando de esta manera la afectación a los predios colindantes con el proyecto.

Figura II_ 13. Habilitación de terraza.

Aprovechamiento.

El diseño de construcción de la terraza permitirá el aprovechamiento por los bañistas, ya sea como asoleadero, mirador o acceso al área marina. Adicionalmente el Hotel podrá ofrecer servicios de esparcimiento alternativos.

Para facilitar el acceso a la terraza se habilitará una rampa de acceso de 5 m al área marina con una estructura apoyada sobre pilotes y sin ningún elemento debajo de su cubierta, de tal manera que las corrientes y la arena tendrá libre paso (**Figura II_ 14**). Esto garantizará la no afectación a las playas vecinas.

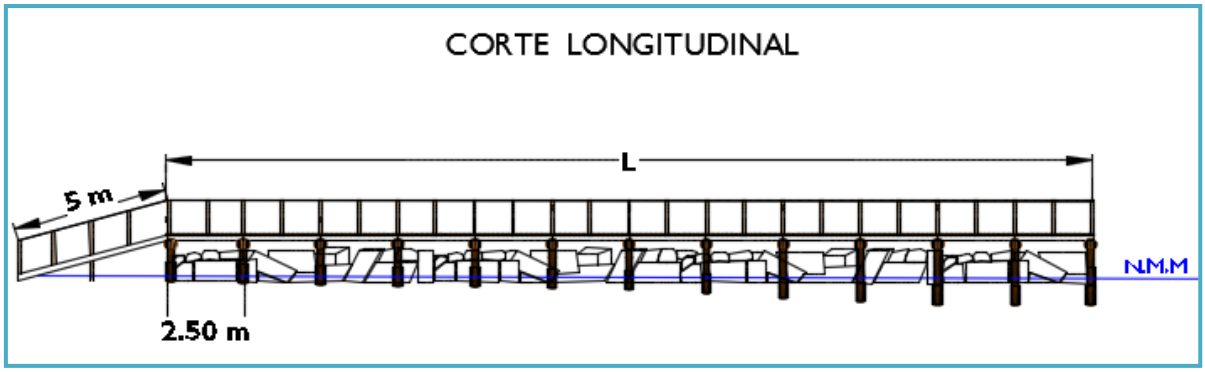


Figura II_ 14. Vista longitudinal de la terraza.

II.2.3. Programa general de trabajo

Conforme al cronograma de obras presentado se plantea que las Etapas de Preparación del Sitio y Construcción del proyecto duren 2 años, lapso que iniciará desde la autorización del proyecto hasta la conclusión del mismo, y que las Etapas de Operación y Mantenimiento tengan una duración de hasta 60 años.

Tabla II_ 5. Programa general de trabajo.

Descripción del concepto	Tiempo requerido en meses												Años
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	2 a 60
Etapa de Preparación del Sitio													
Permisos previos													
Movilización													
Trabajos pre-operativos													
Limpieza del área													
Retiro de rocas sueltas en el área de nado somera													

Etapa de Construcción														
Etapa 1	Desplante de 3 secciones de rompeolas de 120 m													
	Relocalización del 60% arena													
Etapa 2	Desplante de 2 secciones de rompeolas de 60 m													
	Relocalización del 20% arena													
Etapa 3	Habilitación de terraza de 5m de ancho y 30 m de longitud													
	Relocalización del 20% arena													
Medidas de mitigación ambiental														
Ajustes y desmovilización														
Seguimiento de condicionantes														
Etapa de Operación y Mantenimiento														
Mantenimiento														
Seguimiento de condicionantes														

II.2.4. Preparación del sitio

Debido a la ubicación del proyecto y la presencia de gran cantidad de rocas sueltas en la parte cercana a la playa, cuando su tamaño lo permita, se retirarán a mano y con ayuda de herramientas no mecánicas, las rocas sueltas que se encuentren dispersas en el área de nado somera del proyecto. Éstas serán manejadas adecuadamente y trasladadas a un sitio dispuesto dentro del Hotel. Se cuidará de retirar organismos adheridos a las rocas.

II.2.4.1. Permisos previos

Una vez autorizado el proyecto, se procederá a tramitar los permisos correspondientes de acuerdo a lo estipulado en el resolutivo y cumpliendo con otras autoridades a nivel municipal, estatal y federal.

II.2.4.2. Movilización

Se llevarán al área del proyecto todos los materiales y equipos necesarios para su desarrollo.

II.2.4.3. Trabajos pre-operativos

Esta etapa está compuesta por las siguientes actividades:

1) Habilitación de una bodega provisional de obra dentro del terreno del Hotel.
2) Conexión a la toma de alimentación eléctrica, será proporcionada por las instalaciones del Hotel o en su caso por generadores eléctricos.
3) Colocación de tubería para bombeo de arena desde la zona de disposición de arena hasta la playa.
4) Instalación de bombas eléctricas sumergibles acopladas a la tubería de bombeo.
5) Colocación de mallas anti-dispersión para instalarse al inicio de las operaciones.
6) Colocación de las boyas de señalización para prevenir interferencia con bañistas, personal de los hoteles y/o embarcaciones, así como la señalización de las zonas de disposición de arena.
7) Colocación de señalamientos en el área de playa para promover la seguridad en el trabajo así como el cuidado al medio ambiente (**Figura II_ 15**). Algunos ejemplos de las leyendas con que contarán éstos letreros son:

- Hombres trabajando.
- Precaución.
- Colocar la basura en su lugar o prohibido tirar basura.
- No extraer organismos.

Figura II_ 15. Ejemplo de señalamientos.

II.2.5. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Para el desarrollo del proyecto será necesario instalar lo siguiente:

- *Bodega provisional*.- Se utilizará una bodega con dimensiones aproximadas de 2.5 m por 6 m que podrá ser prefabricada o a base de hojas de triplay (**Figura II_ 16**), la cual se utilizará como almacén de los equipos, material y artículos personales de los trabajadores. Además de ésta, se asignará un espacio dentro del área del Hotel para resguardar temporalmente equipo de mayores dimensiones.

- *Colocación de contenedores temporales.*- Se utilizarán contenedores temporales con capacidad de 200 litros provistos de tapa para almacenar residuos sólidos de manera temporal. Se les colocarán bolsas plásticas para evitar escurrimientos. El acopio y traslado al sitio de disposición final estará a cargo del servicio de recolecta de basura municipal.

Figura II_ 16. Ejemplo de bodega provisional.

- *Servicios sanitarios*.- El personal de obra del proyecto utilizará los servicios sanitarios del Hotel asignados por la administración.

- *Elementos de geotextil de apoyo*.- Para contener la arena que se relocalice durante los trabajos y evitar la formación de hundimientos, se colocarán de manera paralela a la playa. También se acomodarán pequeños sacos de geotextil rellenos con arena entre los intersticios de los bloques de la escollera al Sur del Hotel, para evitar que la arena se fugue a través de ellos. Algunos contarán con tapete antisocavación en caso de que se requiera, los de la costa permanecerán mientras se habilita el desplante de los rompeolas que generarán un área de calma relativa, favoreciendo la permanencia del material vertido y serán retirados una vez que las actividades de relocalización de arena hayan concluido.

  Los sacos son fabricados con geotextil de gran resistencia, de hilos de polipropileno de tipo multifilamento de alta firmeza hilados en una trama estable que les permite conservar su posición relativa. Son estructuras suaves que no provocan accidentes a los bañistas al carecer de aristas filosas o picos.

II.2.6. Etapa de construcción

Las obras del proyecto consisten en:

a) Desplante de cinco secciones de rompeolas con longitudes de 60 m y 120 m, paralelos a la costa a base de elementos de geotextil rellenos con arena.

b) Relocalización de arena sobre la playa, en una longitud de 600 m.

c) Habilitación de una terraza de 5m de ancho y 30 m de longitud, construida sobre pilotes que contará con una cubierta a base de madera dura de la región.

d) Relocalización a mano de rocas sueltas pequeñas en el área somera de nado.

II.2.6.1. Desplante de rompeolas

Las secciones de rompeolas se formarán con tubos de geotextil rellenos con arena de manera hidráulica. Una vez llenos éstos elementos sobresaldrán del nivel del mar en una altura de aproximadamente 0.5 m, lo cual provocará la atenuación del oleaje incidente y propiciará la generación de zonas de calma relativa (**Figura II_ 17** y **Figura II_ 18**).

Figura II_ 17. Ejemplo de rompeolas paralaelos a la línea de costa.

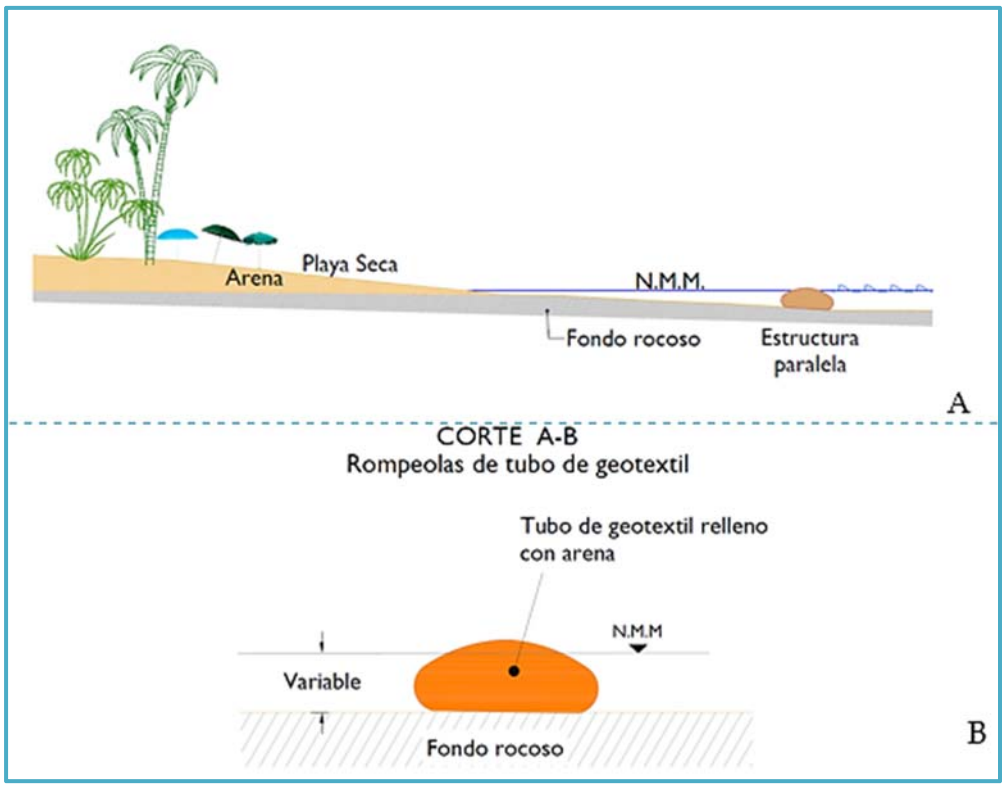


Figura II_ 18. Diseño de rompeolas. A) Corte longitudinal B) Corte transversal.

Los rompeolas se fabricarán con tela de geotextil de polipropileno de alta resistencia con estabilizantes para protegerlo de la radiación ultravioleta de los rayos solares (**Figura II_ 19** y **Figura II_ 20**). Cada elemento llevará tapas en los extremos para un mejor ajuste entre ellos y asas de amarre.

Debido a que el sitio de desplante de los tubos es el fondo marino compuesto por un sustrato rocoso (laja) cubierto por una pequeña capa de arena, no se requerirá utilizar los tapetes antisocavación.

Especificaciones de Geotextil de Polipropileno			
Propiedad	**Prueba**	**Valores**	
		Imperial	Métrico
Wide Width Tensile	ASTM D-4595	4,800 x 7,200 lbs/ft	70.0 X 105.0 kN/m
Wide Width Tensile @ 5 %	ASTM D-4595	2,400 x 3,300 lbs/ft	35 X 48 kN/m
Mullen Burst	ASTM D-3786	1,200 psi	8,259 kPa
Puncture Strength	ASTM D-4833	250 lbs	1,000 N
Trapezoidal Tear	ASTM D-4533	280 x 300 lbs	1,246 x 3,600 N
Apparent Opening Size	ASTM D-4751	40 US Sieve	0.425 mm
Water Flow Rate	ASTM D-4491	30 g/min/sf	1,050 l/min/sm
Factory Seam Strength	ASTM D-4884	400 lbs/in	69.7 kN/m
UV Resistance @ 1,200 Hours	ASTM D-4355	70%	70%

Figura II_ 19. Especificaciones del material con que se elaboran los tubos de geotextil.

Figura II_ 20. Tubos de geotextil para el desplante de rompeolas.

Proceso constructivo

Los tubos de geotextil que conformarán las secciones de rompeolas se colocarán de forma paralela a la playa sobre el lecho marino, formado en este caso de una laja casi plana. La secuencia de colocación se muestra en la **Figura II_ 21** y se describe a continuación:

- ***Trazo.*** Con ayuda de un GPS se seguirá el trazo marcado por el topógrafo en un dibujo en planta para alinear las estructuras, en el fondo los buzos colocarán una serie de anclas provisionales del tipo empotrable.

- ***Colocación de los tubos***. Con cabos de fijación se posicionará el elemento de geotextil que se va a colocar y rellenar, apoyándose en las asas de amarre de los tubos y las anclas provisionales.

- ***Llenado***. Personal realizará el llenado de los tubos de geotextil. Mediante mangueras. Se manipulará la succión de agua y arena a través de las bombas sumergibles dirigiéndola hacia las bocas de llenado de la sección de tubos que se está colocando. El agua se filtrará por la tela del tubo dejando la arena dentro del mismo hasta llenarlo a la altura de diseño. Una vez relleno el tubo se amarra la boca de llenado para sellarla y se procede a posicionar y rellenar el siguiente elemento hasta terminar la conformación de cada sección de rompeolas.

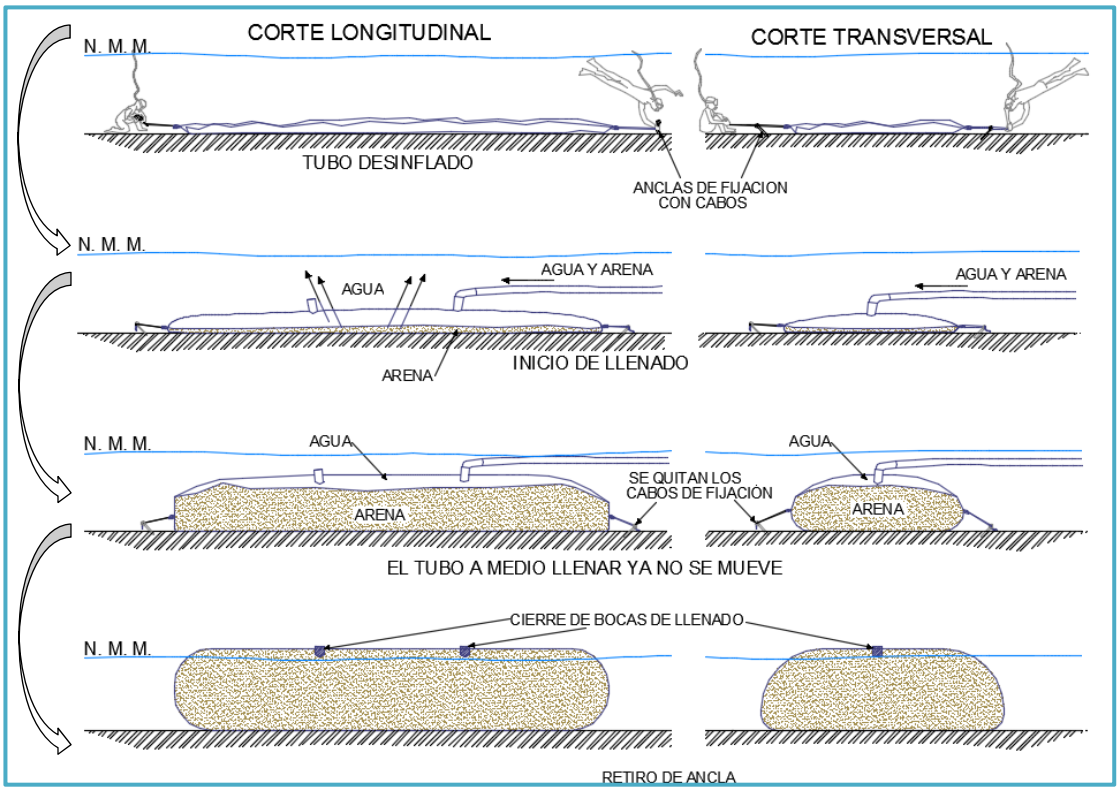


Figura II_ 21. Proceso típico de desplante de un rompeolas.

El diseño y los materiales a emplearse en estas estructuras las hacen removibles, es decir que se pueden retirar con relativamente poco esfuerzo y sin afectación al medio, toda vez que la arena del interior de los tubos de geotextil se reintegrará al mar y los materiales pueden retirarse quedando la zona libre de elementos de construcción.

II.2.6.2. Relocalización de arena

Se espera mejorar un área seca de 18,400 m² de playa correspondientes a 600 m lineales mediante la relocalización de arena en diferentes espesores de manera concordante con el relieve marino. El material será tomado de zonas de disposición situadas en el área marina al frente al Hotel Marina El Cid Spa & Beach Resort.

El volumen de arena a relocalizar será de aproximadamente 12,000 m³ con lo que se tiene la expectativa cubrir las necesidades para mejorar la playa. Se espera que por el acarreo natural del oleaje, principalmente durante los periodos de tormenta, exista una acumulación de arena.

En virtud de que esta playa es susceptible de ser afectada por marejadas fuertes, se espera reponer anualmente, durante la etapa de operación y mantenimiento, entre un 10 % a 15 % del volumen de arena autorizado para reestablecer la cantidad que se pierda usando el mismo procedimiento que se describe a continuación.

Como medida de seguridad, previo al inicio de los trabajos, se dará aviso a Capitanía de Puerto, señalando el polígono y generalidades de los trabajos a fin de que divulguen estas actividades.

El procedimiento de relocalización de la arena se realizará de la siguiente manera:

1) En un sitio seguro y adecuado dentro de la caseta de obras, se instalará un tablero de control del suministro eléctrico del cual se alimentarán los equipos como bombas, compresor de buceo y herramientas.
2) Con el apoyo de una embarcación, se trasladará al sitio de trabajo una bomba sumergible y se colocará sobre las zonas de disposición de arena (**Figura II_ 22**). Se colocará la señalización adecuada.

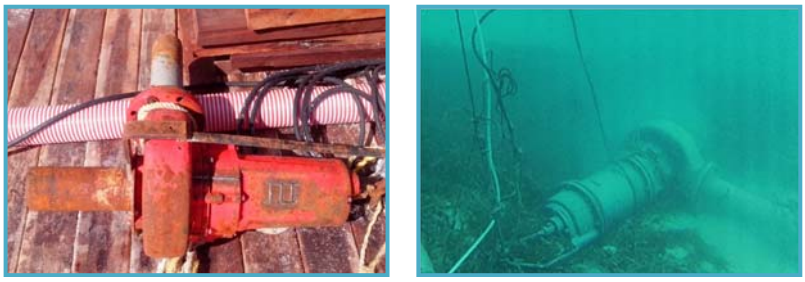


Figura II_ 22. Bomba sumergible.

3) La arena se toma de bancos de préstamo, previamente localizados y analizados, utilizando bombas sumergibles que succionan mediante un dispositivo con rejilla que evita la extracción de rocas.

4) Hidráulicamente la arena se conduce hasta la playa mediante mangueras de 20 cm de diámetro colocadas en el fondo mediante lastres de bolsas de arena, lo cual no afecta la navegación. Para no afectar la navegación, se colocarán las tuberías y mangueras de bombeo lastradas al fondo con sacos de geotextil (rellenos con arena) cada 6 metros (**Figura II_ 23**).

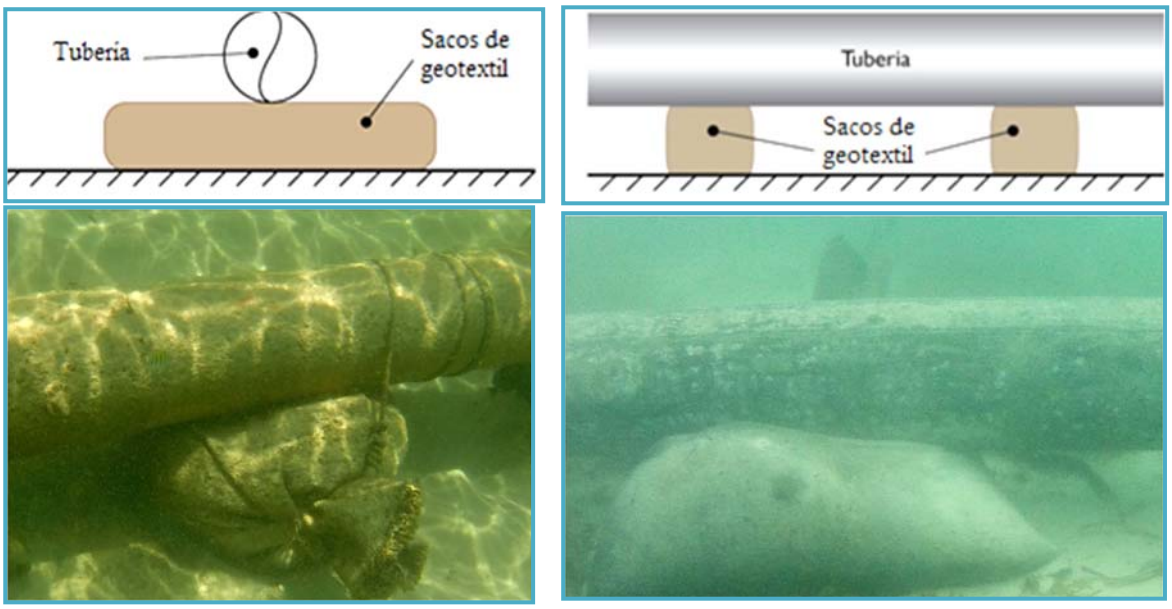


Figura II_ 23. Tuberías y mangueras con lastre de proyectos similares.

5) El procedimiento de vertimiento de la arena se realiza por buzos que manipulan el extremo de la manguera de absorción que se va desplazando por el fondo recogiendo la arena por la succión de la bomba.

6) Periódicamente el buzo retira elementos extraños de la rejilla para prevenir que la manguera se obstruya o se viertan rocas u otros cuerpos a la playa, en la zona de obtención de arena se colocará boyado que alerte al tráfico de embarcaciones sobre la presencia de trabajadores

7) Se prevé tomar arena donde los espesores de arena sean mayores, además el proceso de succión de la bomba no generará dispersión ni suspensión de finos, ya que cualquier volumen que pudiera generarse es succionado de manera continua por el propio equipo.

8) De manera preventiva se colocarán mallas anti-dispersión de geotextil con boyas y flotadores, para mitigar la dispersión de los sedimentos finos en suspensión en caso de que éste se llegue a presentar.

También se colocarán mallas antidispersión en el área marina inmediata a la playa seca cuando se realicen las actividades de relocalización de arena con la finalidad de controlar la dispersión de finos (**Figura II_ 24** y **Figura II_ 25**).

9) La arena succionada por la bomba es relocalizada en la zona de playa del Hotel del proyecto con la finalidad de acelerar el proceso de recuperación.

Durante estos trabajos se mantendrán medidas de seguridad como la colocación de boyas y banderines de señalamiento (**Figura II_ 28**).

Estos trabajos no afectarán a la navegación.

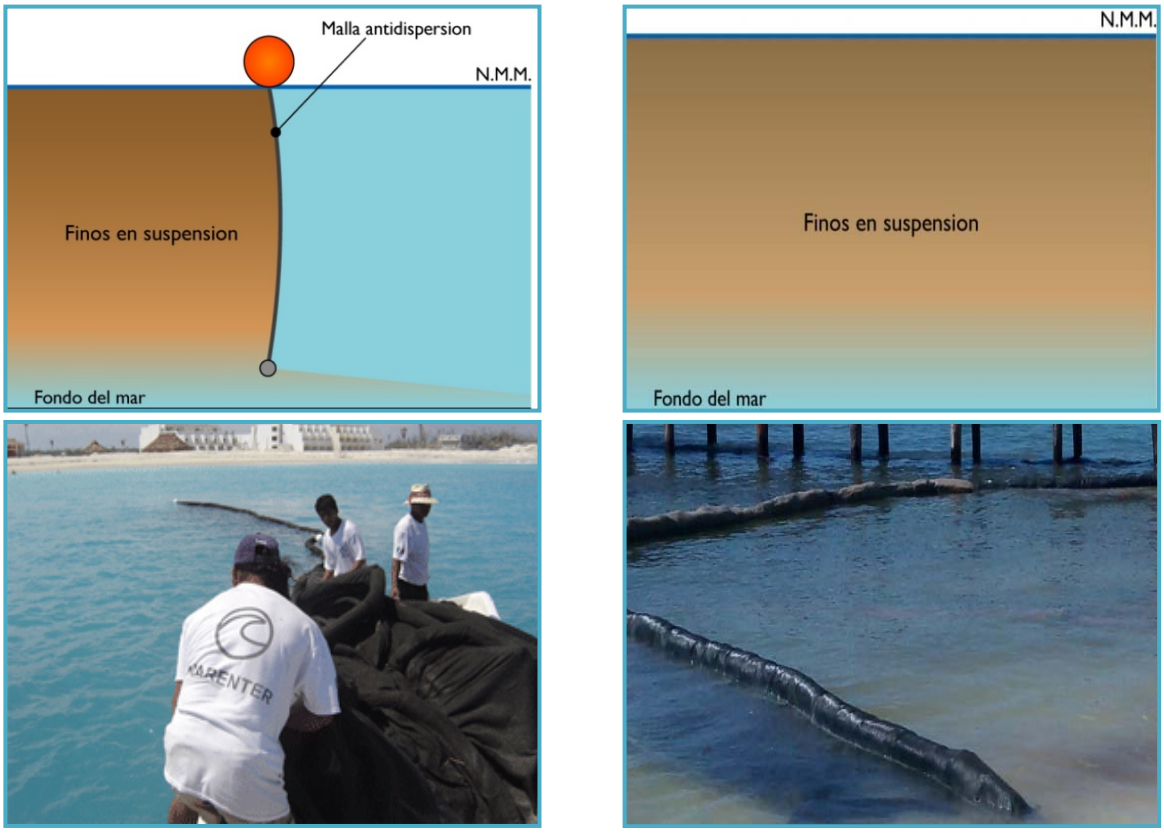


Figura II_ 24. Colocación y funcionamiento de malla antidispersión, en proyectos similares.

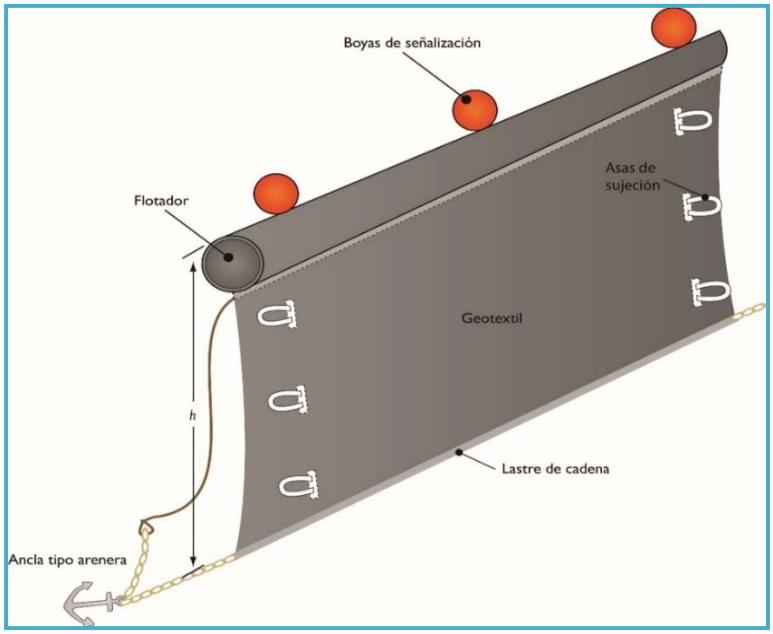


Figura II_ 25. Diseño de la malla de geotextil antidispersión.

10) Una persona verificará constantemente la integridad del proceso y del equipo. En el remoto caso de presentarse una fuga, se suspenderá inmediatamente el bombeo de arena y la falla será reparada.

11) Para la disposición de arena se requieren tres personas, las cuales se intercambiarán según sea necesario. Sus actividades consistirán en lo siguiente:

a. Monitoreo desde la superficie del compresor y el interruptor de encendido de la bomba; una persona será responsable de encender y apagar la bomba sumergible, además de vigilar el buen funcionamiento del equipo y vigilar la manguera de descarga (**Figura II_ 26**).

Figura II_ 26. Descarga de arena sobre la playa.

b. Para relocalizar el material las personas restantes (buzos) estarán en el fondo marino del sitio de disposición de arena, cerca de la bomba sumergible, sosteniendo el dispositivo de succión, de tal forma que sea absorbida una mezcla aproximada de 80% de agua y de 20% de arena (**Figura II_ 27**).

Figura II_ 27. Colocación de tuberías y mangueras para el transporte de arena.

A

B

Figura II_ 28. Red de boyado (A) y banderines de precaución (B).

II.2.6.3. Terraza

Este elemento se construirá a base de madera dura de la región, adquirida a proveedores autorizados. La habilitación de esta estructura hará posible que los bañistas la usen como asoleadero, sitio para contemplación o acceso al mar. Sus características son las siguientes:

La altura de la terraza será de 2.50 m.s.n.m. Para garantizar la seguridad y aprovechamiento de esta estructura, se colocará encima una cubierta de madera con barandal. El conjunto es soportado en pilotes de madera hincados en el sustrato a una profundidad variable; con una serie de elementos estructurales de madera atornillados

en forma horizontal o diagonal se agrega la capacidad de carga, estabilidad y resistencia necesarias (**Figura II_ 29**).Todos los herrajes a utilizarse serán de acero inoxidable. Estará ligada al área marina mediante una rampa de 5m de largo por 5 m de ancho y sin sacos de geotextil rellenos debajo, lo que permitirá el libre paso de la corriente y arena (**Figura II_ 30**).

El diseño y los materiales a emplearse en esta estructura la hacen reversible, es decir, que se puede retirar con poco esfuerzo y sin afectación al medio ya que todos los elementos que la componen son removibles, quedando la zona libre de elementos de construcción.

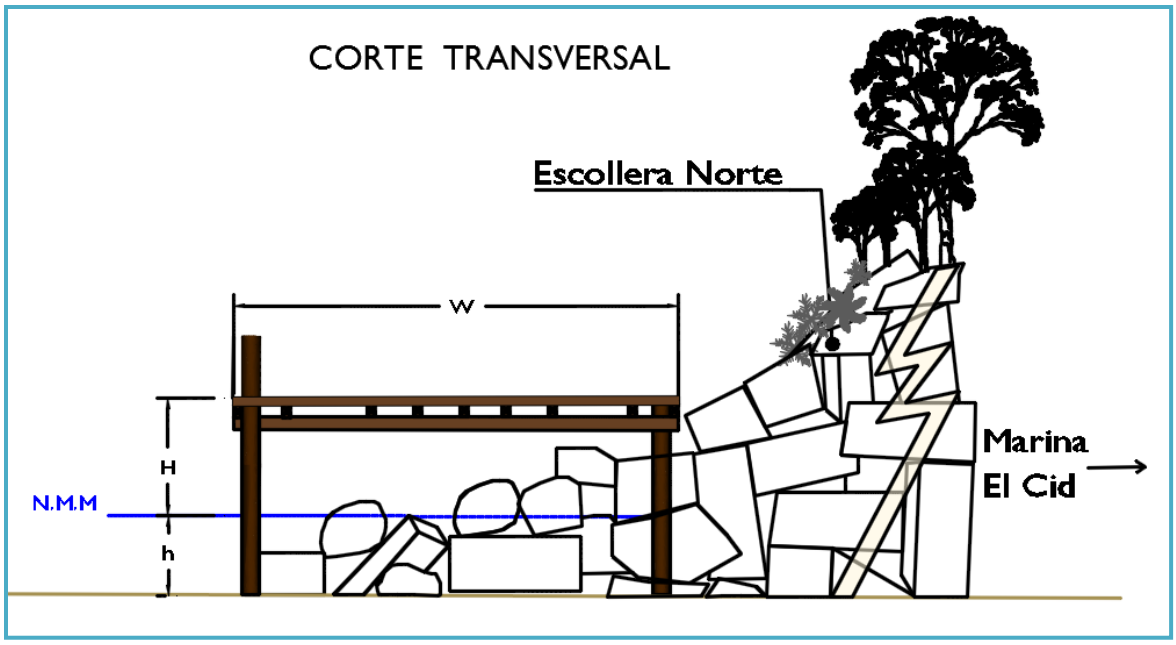


Figura II_ 29. Corte de la terraza

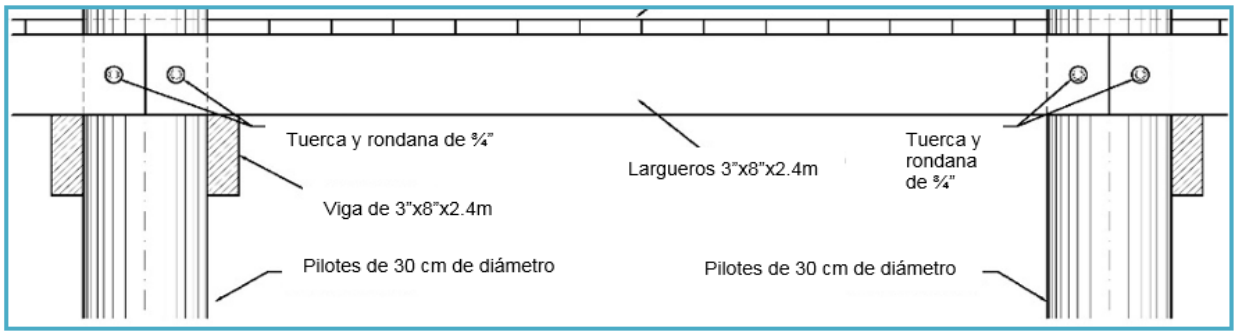


Figura II_ 30. Detalle longitudinal de la estructura de conexión.

II.2.6.3.1 Proceso de instalación de los elementos de madera

La construcción de la cubierta y pilotes de la terraza consiste en los siguientes puntos:

1) *Colocación de pilotes de soporte*

Son elementos verticales tipo postes de 25 a 30 cm de diámetro que se empotran en el fondo arenoso mediante chifoneo de agua a presión (**Figura II_ 31**). Para minimizar cualquier riesgo de contaminación al mar, se colocará una malla geotextil antidispersión evitando la posible propagación de sedimentos o partículas suspendidas.

Una vez posicionado el pilote y comprobada su verticalidad, el espacio libre se llena con arena del sitio para generar la fricción necesaria para que el pilote no se levante.

Como la longitud necesaria del pilote va creciendo a medida que se avanza hacia mar adentro, estos elementos poseen una mayor longitud que se ajustan una vez terminada de colocar la plataforma.

La separación de los pilotes es de aproximadamente 2.4 m entre centros en el sentido del eje de la terraza y de 2.5 m en forma perpendicular.

Figura II_ 31. Proceso de chifoneo y colocación de los pilotes de soporte.

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

2) *Conformación de la cubierta*

Una serie de vigas de madera se fijan en forma horizontal, perpendiculares a los pilotes para formar unos soportes. Sobre ellos se colocan las vigas o cargadores en sentido longitudinal con una separación máxima de 0.60 m, sobre las cuales se clavan o atornillan las piezas de la cubierta (**Figura II_ 32**). En estos pasos se conservan los niveles, de tal manera que la cubierta quede terminada a un solo nivel.

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 son de acero inoxidable.

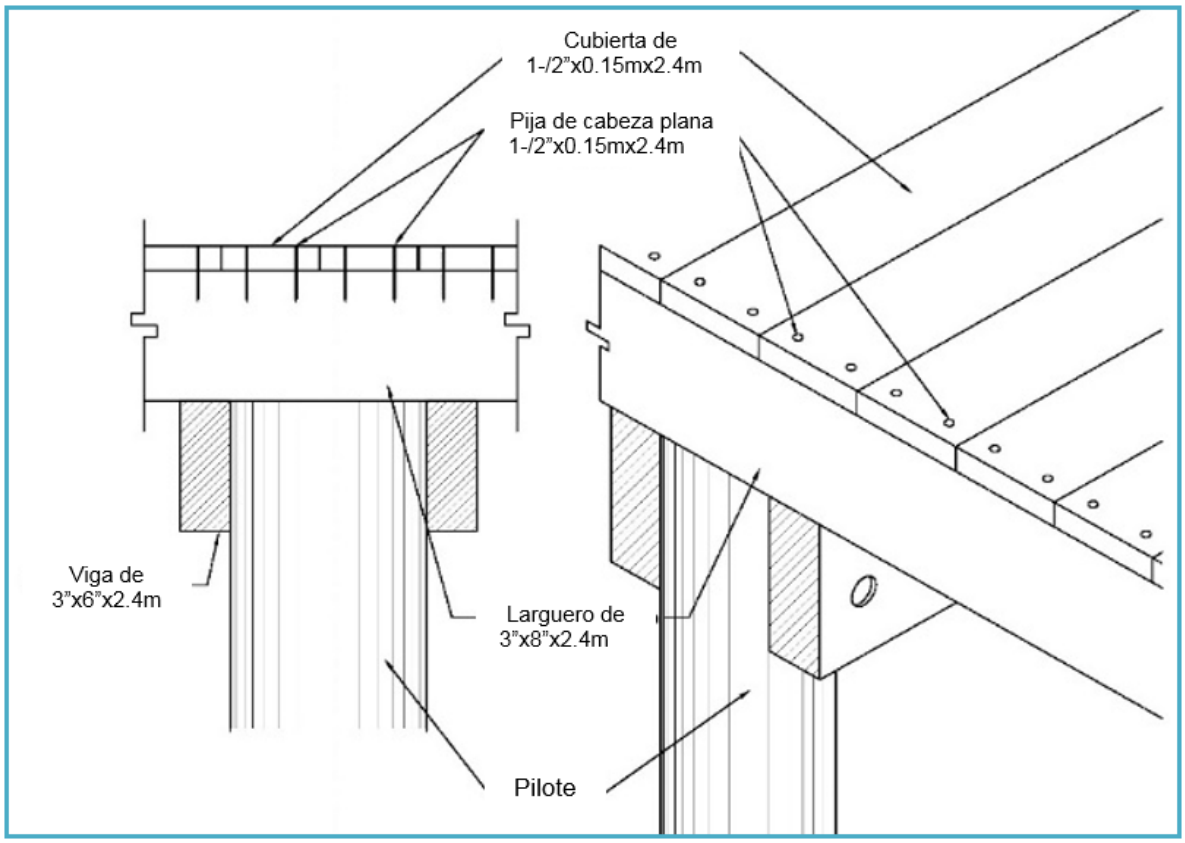


Figura II_ 32. Detalle de la cubierta de madera de los rompeolas.

II.2.7. Materiales y herramientas a utilizar

Las obras y actividades del proyecto no requerirán de maquinaria pesada ni de herramientas de gran tamaño y la instalación se llevará a cabo de manera manual. En la **Tabla II_ 6** se listan las principales herramientas y materiales que se requerirán para la instalación del proyecto.

Tabla II_ 6. Lista de los principales materiales y equipos requeridos.

Materiales	Herramientas y equipo
• Tubos de geotextil de polipropileno. • Pilotes de madera dura de la región de al menos 8" de diámetro • Vigas y largueros de madera dura de la región de 3"x 8" x 8" • Tablas de cubierta (duela) de madera dura de la región de 2" x 8" x 8" • Mallas de antidispersión. • Pijas de fijación de cubierta de acero inoxidable de cabeza plana • Varillas roscadas de acero inoxidable de ½" de grosor para fijar vigas a pilotes • Varillas roscadas de acero inoxidable de ½" de grosor para fijar largueros a vigas • Cintas de delimitación de áreas de trabajo. • Banderines. • Boyas. • Cable sumergible de uso rudo. • Dispositivo de succión con rejilla de protección. • Lote de mangueras de 6 pulgadas con pitorro de descarga. • Estacas y soga para delimitación de polígonos de obra y avances. • Anclas.	• Bobcat. • Compresor de aire de 120 Volts (V). Corriente alterna (CA) de alimentación. • Bombas sumergibles de 5 y 30 HP y 220 V. • Equipo de Global Positioning Sistem (GPS), modelo Garmin E-Trex. • Equipo básico de buceo (visor, snorquel y aletas) y traje de neopreno para cada buzo (en caso de ser necesario). • Moto sierra • Sierra caladora • Taladro eléctrico • Nivel láser

Para el bombeo de arena se utilizarán de una a tres bombas sumergibles de 30 HP y 220 V, con cable sumergible de uso rudo. Estos equipos generan la succión necesaria para tomar agua y arena del fondo marino. Se utilizará una manguera de 6 pulgadas de diámetro con un dispositivo de absorción con rejilla de protección, que se ubicará en el extremo de succión de la manguera con el fin de evitar que se aspiren piedras o cualquier

objeto no deseado que pueda dañar el impulsor de la bomba. Se requerirá de un compresor de alimentación de aire a los buzos.

Cuando se utilice la zona de disposición de arena que se localiza cercana a la costa (zona A), las bombas reposarán en el fondo marino.

Durante la disposición de arena de la zona B, las bombas operarán colgadas de una embarcación con generador eléctrico y dispositivos para maniobrarlas en forma segura.

En campo no se dará mantenimiento a estos equipos, en caso necesario serán retirados del frente de trabajo y se colocarán lienzos de plástico debajo de ellos para contener cualquier goteo de aceite.

II.2.8. Personal requerido

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción será necesaria la contratación de personal, por lo que se generarán 11 empleos temporales (**Tabla II_ 7)**.

Tabla II_ 7. Relación del personal de obra.

Puesto	Cantidad
Encargado de obra	1
Cabo	1
Buzos	4
Operadores de lancha	1
Ayudantes generales.	4
Total	**11**

II.2.9. Etapa de operación y mantenimiento

La etapa de operación del proyecto consistirá en el funcionamiento de los rompeolas, los cuales minimizarán la intensidad del oleaje y permitirán que la arena de la playa se conserve. Debido a la naturaleza de las obras, el promovente no prevé otorgar ningún tipo de servicios durante la etapa operativa, por lo que solo se llevarán a cabo las siguientes actividades de mantenimiento cuando se requieran:

1) Mantener limpia la Zona Federal Marítima Terrestre.
2) Reparación a los rompeolas por fallas o daño por desgaste puntual causado por el roce de objetos o rocas sueltas en el fondo u organismos como lapas, cangrejos, etc.

3) Reposición de arena por eventos extraordinarios; esta playa es susceptible de ser afectada por marejadas fuertes, por lo que se proyecta reponer cada año al menos entre un 10 % a 15 % de la arena que se pierda.
4) Reparación y reposición de elementos de madera de la terraza.
5) En caso de que por la presencia de algún fenómeno natural se pierda mayor cantidad de arena, se dará un aviso especial a las autoridades correspondientes para realizar mantenimiento al sitio del proyecto.

Las actividades de mantenimiento serán reportadas en los informes de cumplimiento que se entreguen a PROFEPA y SEMARNAT.

Permanentemente se vigilará el desempeño de las estructuras revisando su integridad, de tal manera que si se observa alguna falla, se programará su reparación dentro de un plazo razonablemente corto a fin de evitar fallas mayores o catastróficas.

Debido a las características del proyecto y a la zona en que se ubica, se solicita que se autorice el mantenimiento por un período de hasta por 30 años, en los cuales se prevé relocalizar arena desde las zonas de disposición autorizadas, las cuales serán monitoreadas periódicamente.

II.2.10. Descripción de obras asociadas al proyecto

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

II.2.11. Etapa de abandono del sitio

No se considera el abandono del proyecto. El sitio será sujeto a mantenimiento periódico y rehabilitación, de tal manera que la calidad de la propuesta, así como las mejoras logradas en el sitio, permanezcan el tiempo autorizado.

II.2.12. Utilización de explosivos

No se prevé el uso de explosivos durante el desarrollo del proyecto.

II.2.13. 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.2.13.1. **Etapa de construcción del proyecto***

1. *Residuos sólidos:* Las actividades generarán muy poca cantidad de desperdicios debido a que la mayor parte de los elementos constructivos llegan a la obra con dimensiones finales. Solo se generarán por ajustes pequeños, cantidades de aserrín y recortes de madera que serán recogidos y colocados en los recipientes que para estos fines ya tiene dispuesto el Hotel. Con la finalidad de evitar la dispersión del aserrín, dichos ajustes se realizarán colocando una lona o un recipiente para contenerlo (**Figura II_ 33**).
   - Retazos de mallas, plásticos y cabos que serán recogidos y colocados en los recipientes que para estos fines ya tiene dispuesto el Hotel.
2. *Otros residuos*: generados por las actividades cotidianas de los trabajadores (residuos sólidos urbanos) se depositarán en tambos de 200 litros, con bolsas de plástico en su interior, debidamente identificados y serán recolectados periódicamente del sitio del proyecto y reubicados a depósitos del Hotel.
3. *Residuos líquidos:* Las pequeñas cantidades de estos residuos serán canalizados a los depósitos propios del Hotel.
4. *Emisiones a la atmósfera:* No se generarán emisiones a la atmósfera durante la presente etapa del proyecto.

Figura II_ 33. Método de recolección de residuos sólidos.

Todos los residuos que se generen durante los trabajos, serán dispuestos diariamente en contenedores de 200 litros y periodicamente canalizados a las instalaciones del Hotel Marina El Cid Spa & Beach Resort para ser atendidos mediante su programa de manejo de residuos.

*II.2.13.2. **Etapa de operación del proyecto***

Durante la etapa de operación del proyecto no se generarán ninguna clase de residuos, con excepción cuando ocurran trabajos de mantenimiento, en cuyo caso su manejo se realizará de manera similar a lo descrito anteriormente.

II.2.14. Infraestructura adecuada para el manejo y disposición adecuada de los residuos

La disposición de los residuos sólidos se realizará a través del Hotel, el cual los gestiona mediante un particular y el servicio de limpia municipal, mismo que se encarga de trasladarlos al relleno sanitario autorizado.

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

Con el proyecto "Mejoramiento de la playa del Hotel Marina El Cid Resort & Spa", se busca realizar obras de mejoramiento en la playa en una zona de aproximadamente 600m de largo para revertir el proceso erosivo actual, lograr la recuperación de la playa, mantener los servicios que se derivan de este ambiente, contribuir en la conservación de especies nativas y mejorar el uso recreativo-turístico, cuyo papel es de vital importancia para la economía de la región.

Las obras que se proponen son las siguientes:

a) Desplante de cinco secciones de rompeolas con longitudes de 60 m y 120 m, paralelos a la costa a base de elementos de geotextil rellenos con arena.

b) Relocalización de arena sobre la playa, en una longitud de 600 m.

c) Habilitación de una terraza de 5m de ancho y 30 m de longitud, construida sobre pilotes que contará con una cubierta a base de madera dura de la región.

Análisis SIGEIA

Dando cumplimiento a lo dispuesto por los Lineamientos de la "Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector Turístico, modalidad particular" emitida por la SEMARNAT, así como para vincular el proyecto con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y de regulación de uso del suelo, se realizó el análisis espacial en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (Análisis en SIGEIA anexo).

Por medio de esta herramienta se obtuvo la lista de los instrumentos de planeación y normatividad vigente aplicables al presente proyecto de mejoramiento de playa, tales como Leyes, Reglamentos, Ordenamientos Ecológicos, Planes de Desarrollo Urbano y Normas Oficiales Mexicanas (NOM's).

III.1. Leyes y Reglamentos

III.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)

El proyecto solicita autorización en Materia de Impacto Ambiental, Modalidad Particular (MIA-P) conforme a la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), es necesario identificar evaluar y en su caso,

prevenir y mitigar los posibles impactos que el proyecto en mención generará en el entorno ambiental en cual se desarrollará.

La LGEEPA publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1998 con última reforma el día 09 de enero de 2015 establece:

Artículo 4. *La Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios ejercerán sus atribuciones en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta Ley y en otros ordenamientos legales.*

Artículo 5°.- *Son facultades de la Federación:*

II.- *La aplicación de los instrumentos de la política ambiental previstos en esta Ley, en los términos en ella establecidos, así como la regulación de las acciones para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente que se realicen en bienes y zonas de jurisdicción federal;*

Artículo 28. *La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a las que se sujetará la realización de obras y actividades que pueden causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites o condiciones establecidas en las disposiciones aplicables para reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo algunas de las siguientes obras o actividades requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría (…)*

I.- *Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos …*

IX.*- Desarrollos inmobiliarios que afectan los* ***ecosistemas costeros****.*

X.- *Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o* ***zonas federales****…*

El proyecto se refiere a obras que afectan a ecosistemas costeros, citados en las Fracciones I y IX del artículo 28º de la LGEEPA, toda vez que contempla la construcción de rompeolas y relocalización de arena. Se ubica específicamente en el litoral y Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) de la concesión de número DGZF-108/09 y zona marina como se contempla en la Fracción X de la citada Ley.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales tiene la facultad para evaluar y considerar la viabilidad del proyecto a través de un estudio denominado Manifestación de Impacto Ambiental referido en el Artículo 30º de la LGEEPA, el cual cita textualmente:

Artículo 30. *Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28º de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una Manifestación de Impacto Ambiental, la cual deberá contener por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que*

pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Artículo 35. *Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente en la que podrá:*

III.- 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.

Dado lo anterior se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) modalidad Particular del proyecto denominado **"Protección de playa al Sur de Puerto Morelos**" cuya evaluación será sometida a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la cual no contraviene ninguna de las disposiciones citadas en el párrafo anterior, ni contradice los criterios y parámetros permisibles en las Normas Oficiales Mexicanas.

III.1.1.1. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (RLGEEPA)

El presente estudio se enfoca en la identificación, prevención y mitigación de los posibles daños causados por la implementación de las actividades del proyecto a realizar durante las etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento del mismo.

El Reglamento de la LGEEPA fue publicado el 30 de mayo del año 2000 en el Diario Oficial de la Federación, la última reforma vigente es del 31 de octubre del 2014. Establece en su Capítulo II, Artículo 5°, Inciso A (Fracciones III y VII), Incisos Q y R (Fracción I) el tipo de obras que requieren autorización de la Secretaría:

Artículo 5º.- *Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:*

A) HIDRAÚLICAS:

III. Proyectos de construcción de muelles, canales, escolleras, espigones, bordos, dársenas, represas, rompeolas, malecones, diques, varaderos y muros de contención de aguas nacionales, con excepción de los bordos de represamiento del agua con fines de abrevadero para el ganado, autoconsumo y riego local que no rebase 100 hectáreas;

Q) *DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:*

Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o ***recuperación de playas,*** *o arrecifes artificiales que afecte ecosistemas costeros, con excepción de:*

a) Las que tengan como propósito la protección, embellecimiento y ornato, mediante la utilización de especies nativas;
b) Las actividades recreativas cuando no requieran de algún tipo de obra civil; y
c) La construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en los ecosistemas costeros.

R) *OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS AL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES:*

I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas.

Dada la naturaleza del proyecto y considerando lo establecido en el Reglamento de la LGEEPA, es necesaria la realización del presente estudio de impacto ambiental para someterlo al análisis de SEMARNAT.

El Capítulo III del Reglamento, que hace referencia a los procedimientos para la evaluación del impacto ambiental, establece en el Artículo 9°, la modalidad que corresponde a esta Manifestación. El contenido del estudio se basa en lo estipulado en el Artículo 12, específico para la **modalidad particular**.

Artículo 9º.- *Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una Manifestación de Impacto Ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.*
La Información que contenga la Manifestación de Impacto Ambiental, deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto (…).

Se presenta una Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular, dado que **no** se encuentra dentro de los supuestos establecidos por el Artículo 11 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA), que se cita a continuación:

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

I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;

II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;

III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y

IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular."

El proyecto consiste en el mejoramiento de playa, no contempla la construcción de algún tipo de obra civil, por su ubicación y alcances su realización atenderá a lo establecido por el Artículo 12 del reglamento:

Artículo 12.- *La Manifestación de Impacto Ambiental, en su* ***modalidad particular****, deberá contener la siguiente información:*

I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;
II. Descripción del proyecto
III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;
IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;
V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;
VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;
VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, e
VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.

La información ambiental del presente estudio es real y fidedigna, y cumple los alcances establecidos en el reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

III.1.2. Ley General de Bienes Nacionales (LGBN)

La LGBN publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de mayo de 2004, con última reforma el 7 de junio de 2013. En el Artículo 7°, Fracciones IV y V establece lo siguiente:

Artículo 7°. *Son bienes de uso común:*

II.- Las aguas marinas interiores, conforme a la Ley Federal del Mar;
IV.- Las playas marítimas, entendiéndose por tales las partes de tierra que por virtud de la marea cubre y descubre el agua, desde los límites de mayor reflujo hasta los límites de mayor flujo anuales y la Zona Federal Marítimo Terrestre, y
V.- La Zona Federal Marítimo Terrestre.

El proyecto no se contrapone con lo establecido en la presente ley, toda vez que se habilitará una estructura de tipo removible en el área marina, por lo que una vez autorizada la MIA-P, se dará el aviso pertinente del inicio de obras a las autoridades correspondientes.

III.1.3. Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos ganados al mar

Esta ley fue publicada en el DOF el 21 de agosto de 1991. El reglamento de dicha ley establece la responsabilidad de la Federación del mantenimiento, conservación y protección de las playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos ganados al mar.

> ***Artículo 5º.*** *Las playas, la Zona Federal Marítimo Terrestre y los Terrenos ganados al mar, o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas, son bienes de dominio público de la Federación, inalienables e imprescriptibles y mientras no varíe su situación jurídica, no están sujetos a acción reivindicatoria o de posesión definitiva o provisional.*
>
> *Corresponde a la Secretaría poseer, administrar, controlar y vigilar los bienes a que se refiere este artículo, con excepción de aquellos que se localicen dentro del recinto portuario, o se utilicen como astilleros, varaderos, diques para talleres de reparación naval, muelles, y demás instalaciones a que se refiere la Ley de Navegación y Comercio Marítimos; en estos casos la competencia corresponde a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.*

El proyecto propone el mejoramiento de la playa en el área de ZOFEMAT y zona marina adyacente, cumpliendo de este modo con lo dispuesto en el presente artículo (**Figura III_ 1**).

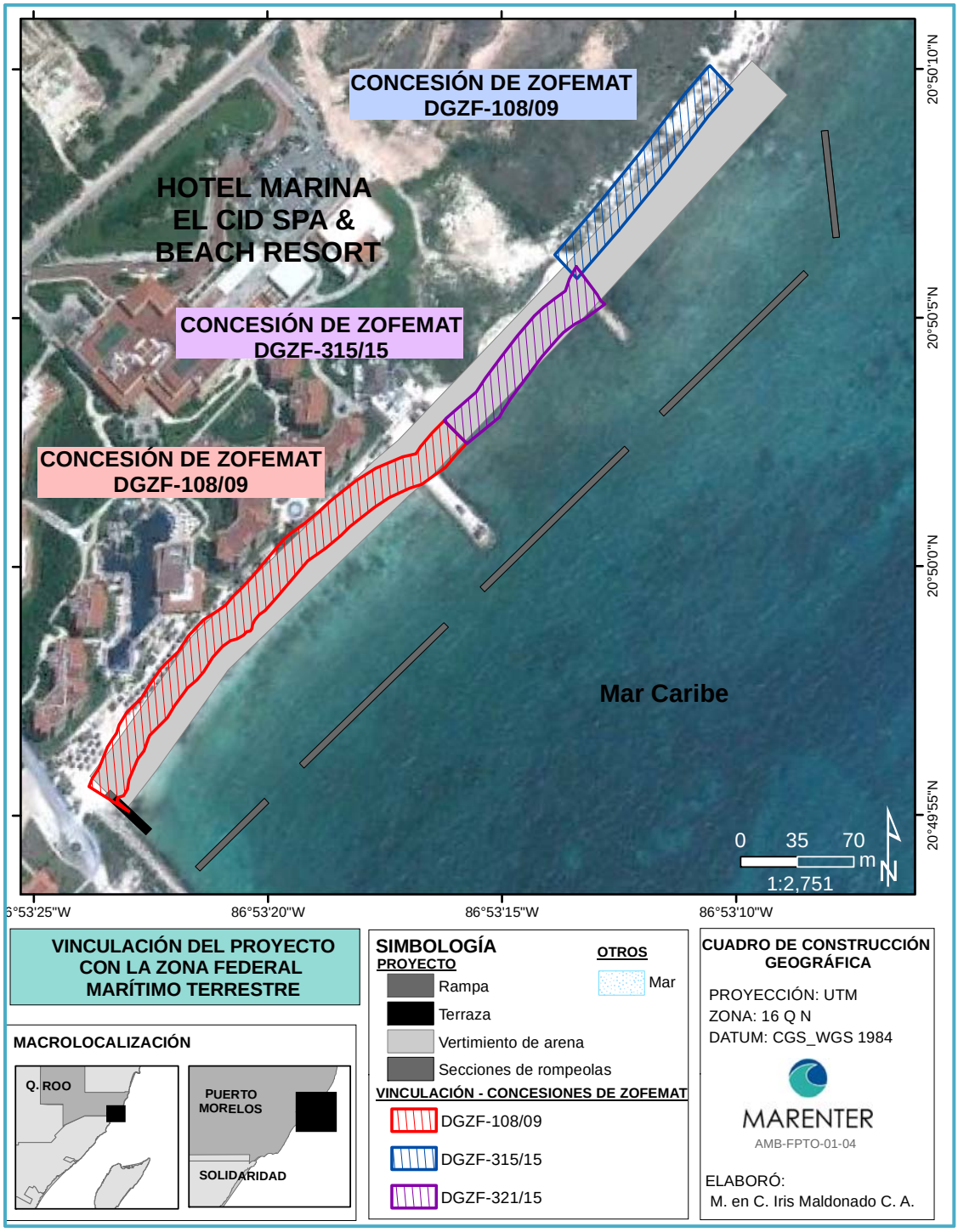


Figura III_ 1. Ubicación del proyecto en el área de ZOFEMAT.

***Artículo 7º**.- Las playas y la Zona Federal Marítimo Terrestre podrán disfrutarse y gozarse por toda persona sin más limitaciones y restricciones que las siguientes:*

I. La Secretaría dispondrá las áreas, horarios y condiciones en que no podrán utilizarse vehículos y demás actividades que pongan en peligro la integridad física de los usuarios de las playas, de conformidad con los programas maestros de control;
II. Se prohíbe la construcción e instalación de elementos y obras que impidan el libre tránsito por dichos bienes, con excepción de aquéllas que apruebe la Secretaría atendiendo las normas de desarrollo urbano, arquitectónicas y las previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; y
III. Se prohíbe la realización de actos o hechos que contaminen las áreas públicas de que trata el presente capítulo.

El presente estudio no contempla el ingreso de vehículos motorizados a la Zona Federal Marítimo Terrestre para la realización de las obras correspondientes al proyecto. Estas obras no pretenden ser ubicadas en sitios que impidan el libre tránsito de los paseantes. Se implementarán acciones para evitar la afectación por contaminantes a dicha zona; entre las medidas de mitigación se prevé el uso de contenedores de 200 litros para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos que se generen, cumpliendo de este modo con lo dispuesto en el presente artículo.

***Artículo 29.-** Los concesionarios de la Zona Federal Marítimo Terrestre, de los terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas, están obligados a:*

I. *Ejecutar únicamente el uso, aprovechamiento o explotación consignado en la concesión;*
II. Iniciar el ejercicio de los derechos consignados en la concesión, a partir de la fecha aprobada por la Secretaría;
III. Iniciar las obras que se aprueben, dentro de los plazos previstos en la concesión, comunicando a la Secretaría de la conclusión dentro de los tres días hábiles siguientes;
VII. Cumplir con los ordenamientos y disposiciones legales y administrativas de carácter federal, estatal o municipal;
VIII. Coadyuvar con la Secretaría en la práctica de las inspecciones que ordene en relación con el área concesionada;
IX. Realizar únicamente las obras aprobadas en la concesión, o las autorizadas posteriormente por la Secretaría;
XI. Cumplir con las obligaciones que se establezcan a su cargo en la concesión.

El proyecto pretende el mejoramiento de la playa adyacente al Hotel Marina El Cid Spa & Beach Resort, por lo cual será sometido a la evaluación ante la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales con el fin de obtener la autorización en materia de impacto ambiental a nivel federal, dando cumplimiento a lo aprobado por la Secretaría.

III.1.4. Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

Esta ley se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2000, texto vigente, cuya última reforma publicada en el DOF fue el 26 de enero de 2015. Con objeto de prevenir y mitigar los posibles impactos que el proyecto generara sobre las poblaciones o hábitats de las especies silvestres, se atiende a los siguientes artículos:

> ***"Artículo 4°.-*** *Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación".*

En el desarrollo de las actividades del proyecto no se contempla el aprovechamiento de especies silvestres. En el caso de encontrarse fauna de lento desplazamiento durante el desplante de las obras y la relocalización de arena, se llevará a cabo su reubicación a sitios que compartan las mismas características físicas que en el que se encontraron; reduciendo así el posible impacto que se pudiera tener sobre las especies silvestres.

> ***"Artículo 60 TER.-*** *Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.*
> *Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar".*

En el área del proyecto no se encuentra un sistema de manglar, por lo tanto, el *Artículo 60 Ter* no aplica. El ANP más cercana al proyecto es el Parque Nacional Arrecifes de Puerto Morelos, que se encuentra a una distancia de más de 450 m de las obras del proyecto.

La zona donde se realizará el proyecto no se encuentra dentro de áreas destinadas para la conservación de vida silvestre declaradas por la SEMARNAT, ni tampoco existen programas de manejo, prevención y restauración, que restrinjan las acciones que proponen.

III.1.5. Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas

Esta ley se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 17 de enero de 2014, es de jurisdicción federal y la interpretación de sus disposiciones corresponde, para efectos administrativos a la Secretaría de Marina.

"Artículo 3°.- *Es vertimiento en las zonas marinas mexicanas, cualquiera de los supuestos siguientes:*

I. Toda evacuación, eliminación, introducción o liberación en las zonas marinas mexicanas, deliberada o accidental, de desechos u otras materias incluyendo aguas de lastre alóctonas provenientes de buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones;
II. Hundimiento deliberado de buques, aeronaves, plataformas y otras construcciones, así como las que se deriven de
III. El almacenamiento de desechos u otras materias en el lecho del mar o en el subsuelo de éste desde buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones;
IV. El abandono de buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones, u otros objetos, incluyendo las artes de pesca, con el único objeto de deshacerse deliberadamente de ellas;
V. La descarga de cualquier tipo de materia orgánica como atrayente de especies biológicas, cuyo fin no sea su pesca;
VI. La colocación de materiales u objetos de cualquier naturaleza, con el objeto de crear arrecifes artificiales, muelles, espigones, escolleras, o cualquier otra estructura, y
VII. La resuspensión de sedimento, consistente en el regreso del sedimento depositado, a un estado de suspensión en el cuerpo de agua, por cualquier método o procedimiento, que traiga como consecuencia su sedimentación".

A fin de dar cumplimiento a la presente ley se solicitará a la SEMAR el permiso correspondiente (Formato#8 SMEDCM) una vez obtenida la autorización en materia de impacto ambiental a nivel federal.

III.2. Programas de Ordenamiento

III.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC)

Este programa fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre del 2012 y regula 203 Unidades de Gestión Ambiental clasificadas en Áreas Marinas y Áreas Regionales.

El Programa de Ordenamiento Ecológico considera un modelo con lineamientos ecológicos, unidades de gestión ambiental y una estrategia ecológica con objetivos específicos, acciones generales, específicas y criterios ecológicos de acuerdo a la UGA correspondiente.

El área del proyecto se ubicará en el área de ZOFEMAT y zona marina adyacente al Hotel El Cid, por lo que de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe abarcará las UGAS 138 y 178 (**Figura III_ 2**).

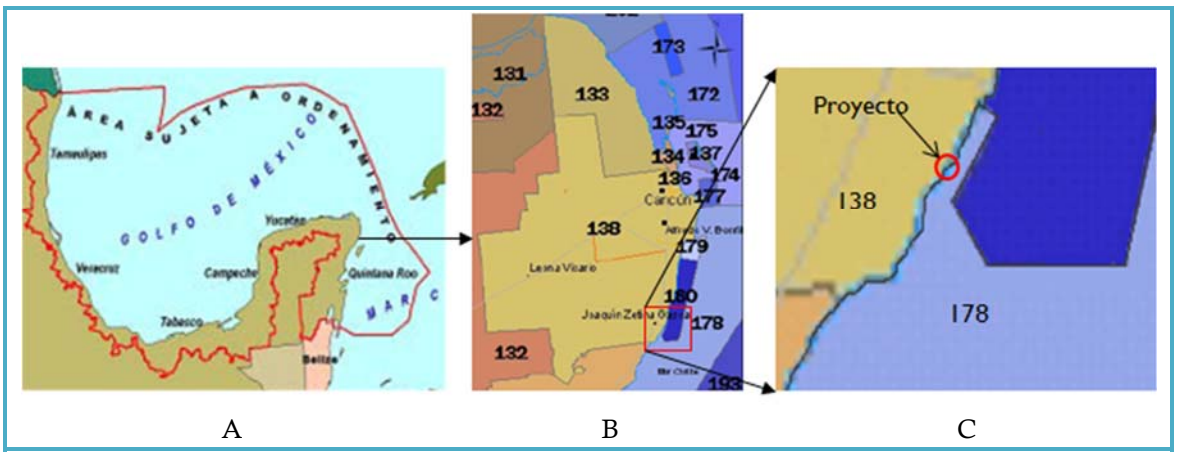


Figura III_ 2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.
A) Área Sujeta a Ordenamiento (ASO), B) UGAS 138 y 178 y C) Ubicación del proyecto.

Las Unidades de Gestión Ambiental aplicables al proyecto se describen de manera general en la **Tabla III_ 1.**

Tabla III_ 1. Descripción de las Unidades de Gestión Ambiental Aplicables.

Concepto	UGA-138	UGA 178
Tipo de UGA	Regional	Marina
Nombre	Benito Juárez	Zona Marina de Competencia Federal
Municipio	Benito Juárez	
Estado	Quintana Roo	Quintana Roo
Superficie	225.770 Ha	51,122.767 Ha.
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata (ZCI) Mar Caribe
Islas	--	Presentes: Aplicar criterios para islas.
Notas:	-	-
Acciones específicas (A):	05,06,07,08,09,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30, 31,32,33,37,38,40,44,46,48,49,50,51,52,53,54,55,57,58,59,60,61,62,63,64,65, 66,67,68,69,70,71,72,73, 74.	07, 13, 16, 18, 22, 25, 29, 33, 34, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 71, 73 y 74.
Criterios de islas presentes (IS):	__	(01 a 16)

III.2.1.1. Acciones Generales de las UGAS 138 y 178.

Las acciones generales de las UGA's 138 y 178 se describen y vinculan al proyecto en la **Tabla III_ 2**.

Tabla III_ 2. Acciones Generales del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe vinculado al proyecto.

Clave	Acciones Generales del POEMyRGMyMC	Vinculación con el proyecto
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.	Dada la naturaleza del proyecto, este no requiere de servicios de agua potable durante la operación, por lo que las presentes acciones no son aplicables.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	El proyecto no contempla la creación de UMA's, por lo que esta acción no es aplicable.
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	El proyecto no consiste en la realización de actividades extractivas de flora y fauna silvestre, por lo tanto, la presente acción no aplica.
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	Debido a la naturaleza del proyecto, la presente acción no aplica.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	Para la construcción del proyecto se requerirá de equipos menores como, taladros y bombas sumergibles. Se dará el debido mantenimiento a los equipos, por lo que se dará cumplimiento a la presente acción.
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.	Debido a la naturaleza del proyecto, que tiene como finalidad el mejoramiento de la playa, la presente acción no aplica.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	El proyecto se realizará en la playa y área marina, inmerso en una zona turística donde ya existen comunicaciones terrestres, por lo que no será necesario la apertura de estas.

Clave	Acciones Generales del POEMyRGMyMC	Vinculación con el proyecto
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	Debido a la naturaleza del proyecto, que tiene como finalidad el mejoramiento de la playa, la presente acción no aplica.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	El sitio del proyecto se encuentra inmerso en una zona con infraestructura turística, sin embargo, se llevarán a cabo las medidas pertinentes, las cuales se describen en el capítulo VI del presente documento, por lo que se cumple con la presente acción.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	Debido a la naturaleza del proyecto, que tiene como finalidad el mejoramiento de la playa y no consiste en parques industriales, ni introdución de especies invasoras, no se encuentra en rios, ni montañas, la presente acción no aplica.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	
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.	El objetivo del proyecto no es el descrito en esta acción, por lo cual 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.	El proyecto no consiste en el establecimiento de asentamientos humanos, por lo tanto, la presente acción no aplica.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	Dada la naturaleza del proyecto, la presente acción no es aplicable.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	Por el tipo de proyecto, estas acciones no le son aplicables, sin embargo,- no se realizarán acciones extractivas, sino el mejoramiento de la playa.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	En caso la implementación de alguna campaña de control de especies que puedan convertirse en plagas, la promovente coadyuvará a

Clave	Acciones Generales del POEMyRGMyMC	Vinculación con el proyecto
		dichas campañas, cumpliendo así con la presente acción.
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 afectar los suelos permeables del área de interés, por lo que esta acción no le es aplicable.
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo tanto, las presentes acciones no le son aplicables.
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	
G028	Promover el uso de energías renovables.	
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo tanto, las presentes acciones no le son aplicables.
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.	
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	
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.	
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.	
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.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo

Clave	Acciones Generales del POEMyRGMyMC	Vinculación con el proyecto
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	tanto, las presentes acciones no aplican.
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.	
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.	
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo tanto, las presentes acciones no aplican.
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.	
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	El promovente cumplirá con la presente acción, adaptándose a las campañas que realicen las autoridades competentes.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo tanto, las presentes acciones no aplican.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	Durante el desarrollo de las obras y actividades del proyecto, se llevarán a cabo pláticas a los trabajadores sobre el manejo adecuado de residuos sólidos, por lo que se estará cumpliendo con la presente acción.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo tanto, las presentes acciones no aplican.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	

Clave	Acciones Generales del POEMyRGMyMC	Vinculación con el proyecto
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	
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.	
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.	
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	
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.	Los residuos generados durante el proyecto serán dispuestos conforme al programa de manejo de residuos sólidos del Hotel que está debidamente registrado ante SEMA con clave: 23005-ADPMR-0085-2012, de acuerdo con lo establecido en la legislación vigente, por lo que cumplirá con la presente acción.
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	El proyecto no se encuentra dentro de un área natural protegida por lo tanto la presente acción no es aplicable.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	De acuerdo a la caracterización realizada, en el área donde se desarrollarán las obras del proyecto existen pastos marinos a manera de manchones, por lo que se implementarán medidas como la colocación de tubería sobre sacos de geotextil. Por lo que se cumplirá con la presente acción.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	Para las obras del proyecto consistentes en la relocalización de arena, habilitación de una terraza y desplante de rompeolas se emplearán materiales que no contaminen al medio ambiente. Para la habilitación de la terraza se empleará madera dura de la región obtenida de sitios autorizados.

Clave	Acciones Generales del POEMyRGMyMC	Vinculación con el proyecto
		Durante los trabajos de construcción se implementarán medidas de prevención y mitigación (ver capítulo VI) entre las cuales se encuentra el adecuado manejo de residuos y la limpieza del área tras la conclusión de la etapa constructiva, por lo que se cumplirá con esta acción.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo tanto, las presentes acciones no aplican.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	
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 dentro de un área natural protegida por lo tanto la presente acción no aplica.

III.2.1.2. Acciones específicas para la UGA 138

Las acciones específicas de la UGA 138 se describen y vinculan al proyecto en la **Tabla III_ 3.**

Tabla III_ 3. Acciones Específicas para la UGA 138 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe vinculada al proyecto.

Clave	Acciónes Específicas	Vinculación con el proyecto
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo tanto, las presentes acciones no aplican.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo tanto, la presente acción no aplica.
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	Se dará cumplimiento a lo estipulado en los presentes criterios

Clave	Acciónes Específicas	Vinculación con el proyecto
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	durante la temporada de anidación de quelonios.
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo tanto, la presente acción no aplica.
A012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	El proyecto no contempla la introducción de ningún tipo de especies, por lo que la presente acción no aplica.
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	Las obras del proyecto no se encuentran en humedales ni manglares, por lo que la presente acción no es aplicable.
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo tanto, la presente accion no aplica.
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	El área donde se encuentra el proyecto no corresponde a un ANP, por lo tanto, la presente acción no aplica.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	Dado que el proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, se cumple con la presente acción.
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).	De acuerdo a los estudios realizados en el área marina no se encontraron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo hay reportes del arribo de tortuga blanca y caguama por lo que se dará cumplimiento a lo establecido en la NOM 162, adicionalmente el Hotel se suma cada año a las actividades del Programa de Protección de Playas y Anidación de tortugas Marinas del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos.
A019	Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con	

Clave	Acciónes Específicas	Vinculación con el proyecto
	la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo tanto, la presente acción no aplica.
A021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	El área del proyecto no corresponde a zonas afectadas por hidrocarburos, por lo tanto, la presente acción no aplica.
A023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo tanto, las presentes acciones no aplican.
A024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	
A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	
A026	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	Todo el equipo necesario para la obra será almacenado en una bodega provisional ubicada fuera del área de ZOFEMAT, reduciendo en lo máximo posible la interacción en playa, por lo que se cumplirá con esta acción.
A028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas evite generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	En el área del proyecto no existe duna costera como tal que se pueda afectar, además las obras consisten en el desplante de rompeolas en el área marina, habilitación de una terraza de madera con rampa de acceso y relocalización de arena en la playa, por lo que no se generarán efectos negativos y se cumplirá con esta acción.
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 finalidad del proyecto es precisamente la recuperación de las condiciones originales de la playa, con el objeto de mitigar y remediar los efectos causados a la misma por los fenómenos meteorológicos que han afectado la zona en años

Clave	Acciónes Específicas	Vinculación con el proyecto
		anteriores por lo que se cumple con la presente acción.
A032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	Las obras contempladas tienen como finalidad el mejoramiento de la playa a través de la relocalización de arena desde sitios de disposición autorizados y la colocación de rompeolas paralelos segmentados que atenúan el oleaje permitiendo el paso de organismos y generando zonas de calma relativa que fomentan la permanencia de la arena relocalizada. La arena de la playa y los sitio de disposición tienen las mismas características físicas en cuanto a tamaño de grano y color con base en el análisis granulométrico realizado por el Laboratorio y Control de Obras. Por lo que se cumplirá con esta acción.
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo tanto, las presentes acciones no aplican.
A034	Promover mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo tanto, las presentes acciones no aplican.
A037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	
A038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas	
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	
A041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	
A042	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia de las actividades extractivas de especies marinas de captura comercial, especialmente aquellas que se encuentran en las categorías en deterioro o en su límite máximo de explotación.	

Clave	Acciónes Específicas	Vinculación con el proyecto
A043	Fomentar la creación, impulso y consolidación de una flota pesquera de altura para el manejo de los recursos pesqueros oceánicos.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo tanto, las presentes acciones no aplican.
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	
A045	Desarrollar e impulsar el uso de la fauna de acompañamiento, salvo las especies que se encuentran en algún régimen de protección, para la producción comercial de harinas y complementos nutricionales.	
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.	

Clave	Acciones específicas	Vinculación con el proyecto
A047	Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo tanto, las presentes acciones no aplican.
A048	Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.	
A049	Contribuir a la construcción, modernización y ampliación de la infraestructura portuaria de apoyo a la producción pesquera y turística para embarcaciones menores.	
A050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	
A052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	
A054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	

Clave	Acciones específicas	Vinculación con el proyecto
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	
A057	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo tanto, las presentes acciones no aplican.
A058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo tanto, las presentes acciones no aplican.
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados delas plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	
A066	Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.	
A067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	
A068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	Todos los residuos que se generen, serán canalizados al Hotel para ser

Clave	Acciones específicas	Vinculación con el proyecto
A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	atendidos bajo su programa de manejo de residuos.
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	
A071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	El proyecto espera rehabilitar una playa que se ha visto erosionada por el paso de fenómenos meteorológicos, lo que la ha llevado a perder su funcionalidad ecológica. Una vez restaurada la zona se espera que los procesos se reestablezcan, volviendo a servir como sitio de refugio, alimentación y anidación para la fauna. Las obras del proyecto se desarrollarán en un área destinada al turismo, es decir, es una zona que cuenta con equipamiento para actividades antropogénicas, por lo que no se generarán daños en los ecosistemas aledaños, cumpliendo así con la presente acción.
A072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	El presente proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, se presenta para su evaluación en materia de impacto ambiental por parte de la SEMARNAT, con lo cual se cumplirá con esta acción.
A073	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora), con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo tanto, la presente acción no aplica.
A074	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al tráfico comercial de mercancías (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora); con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo tanto, la presente acción no aplica.

III.2.1.3. Acciones específicas para la UGA 178

Las acciones específicas de la UGA 178 se describen y vinculan al proyecto en la **Tabla III_ 4**.

Tabla III_ 4. Acciones específicas de la Unidad de Gestión Ambiental Marina 178.

Acciones Especificas	Contenido	Vinculación con el Proyecto
A-007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	Dada la naturaleza del proyecto, consistente en el mejoramiento de la playa, esta acción no le es aplicable.
A-013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	El proyecto no contempla la introducción de especies invasoras por lo que no aplica esta acción.
A-016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	Dada la naturaleza del proyecto, consistente en el mejoramiento de la playa, esta acción no le es aplicable.
A-018	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).	Dado que en la zona se tienen registros de anidación de tortugas marinas, el promovente ha otorgado todo el apoyo a las diferentes autoridades responsables de la protección de tortugas marinas, mismo que se continuará otorgando a través de su participación en el Programa de Protección de Playas y Anidación de tortugas Marinas del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos.
A-022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	El área marina del proyecto no se encuentra afectada por hidrocarburos y dada la naturaleza del proyecto esta acción no le es aplicable.
A-025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	La habilitación del proyecto no prevé la generación de residuos peligrosos, no obstante en el caso de que se generaran, serán entregados para su disposición final a empresas que se encuentren autorizadas para tal fin por la SEMARNAT.
A-029	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	La finalidad del proyecto es la recuperación de las condiciones originales de la playa, con el objeto de mitigar y remediar los efectos causados a la misma por los diferentes fenómenos meteorológicos que han afectado la zona en años anteriores. Por lo que se cumplirá con la presente acción.

Acciones Especificas	Contenido	Vinculación con el Proyecto
	causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	
A-033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo que no aplica la presente acción.
A-034	A-034 Fomentar mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.	
A-040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, no se realizarán actividades de pesca ni actividades de extracción de especies marinas, por lo que estas acciones no son aplicables.
A-041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	
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.	
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	
A045	Desarrollar e impulsar el uso de la fauna de acompañamiento, salvo las especies que se encuentran en algún régimen de protección, para la producción comercial de harinas y complementos nutricionales.	
A-046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, no se realizarán actividades de pesca ni actividades de extracción de especies marinas, por lo que estas acciones no son aplicables.
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.	
A-048	Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados	

Acciones Especificas	Contenido	Vinculación con el Proyecto
	actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.	
A-071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	El proyecto pretende rehabilitar una zona de playa que se ha visto erosionada por el paso de fenomenos meteorológicos, lo que la ha llevado a perder su funcionalidad ecológica. Una vez restaurada la zona se espera que los procesos se reestablezcan, volviendo a servir como sitio de refugio, alimentación y anidación para la fauna por lo que se cumple con la presente acción.
A-073	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora), con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo que no aplica la presente acción.
A-074	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al tráfico comercial de mercancías (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora); con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo que no aplica la presente acción.

III.2.1.4. Criterios Generales de Zona Costera Inmediata para la UGA 178.

Los siguientes criterios responden en mucho a las características naturales de la franja costera por su riqueza en formación de arrecifes y al intenso uso turístico. Los criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe para la UGA 178 se describen y vinculan al proyecto en la **Tabla III_ 5.**

Tabla III_ 5. Criterios generales de Zona Costera Inmediata (ZCI) de la Unidad de Gestión Ambiental Marina 178.

Criterios Generales	Contenido	Vinculación con el 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.	Las zonas arrecifales ubicadas al Este del lugar donde se realizarán las obras, no serán afectadas por las actividades de este proyecto. Tampoco se contempla llevar a cabo actividades al interior de las mismas ni la construcción de infraestructura alguna por lo que se cumple con el presente criterio.
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.	De acuerdo a los estudios realizados en la zona marina del proyecto, existen pastos marinos a manera de manchones, por lo que entre las medidas de prevención y mitigación (capítulo VI) está la colocación de la tubería sobre sacos de geotextil. Los impactos ambientales han sido considerados en el capítulo V. Con el fin de dar cumplimiento a las disposiciones aplicables, tal como la presentación de esta MIA, se somete para su evalución en materia de impacto ambiental, cumpliendo lo dispuesto en este criterio.
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.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo que no aplican estos criterios.
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.	
ZMC-05	La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otros ecosistemas representativos, sólo podrá llevarse a cabo bajo las disposiciones aplicables de la Ley General de Vida Silvestre y demás normatividad aplicable.	El presente proyecto no contempla la recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos. Solo en el caso de encontrarse fauna de lento desplazamiento, se llevará a cabo la reubicación de ésta a sitios que compartan las mismas características físicas, por lo cual se cumplirá con este criterio.
ZMC-06	La construcción de estructuras promotoras de playas deberán estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios	Dada la naturaleza del proyecto no aplican estos criterios.

Criterios Generales	Contenido	Vinculación con el Proyecto
	técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.	
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.	
ZMC-08	Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, las obras y actividades se desarrollarán en un horario diurno, por lo que se dará cumplimiento a lo establecido en el presente criterio.
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.	Las zonas arrecifales ubicadas al Este del lugar donde se realizarán las obras, no serán afectadas por las actividades de este proyecto, tampoco se contempla llevar a cabo tareas al interior de las mismas ni la construcción de infraestructura alguna. El proyecto contempla la relocalización de arena para lo cual se someterá el presente estudio a la autoridad competente para obtener su debida autorización.
ZMC-10	Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo que no aplica este criterio.
ZMC-011	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.	Durante la construcción del proyecto se contempla el uso de mallas geotextiles antidispersión como medida para reducir el posible impacto generado por dichas actividades en la zona, cumpliendo de esta manera con el presente criterio.
ZMC-012	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	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo que no aplican estos criterios.

Criterios Generales	Contenido	Vinculación con el Proyecto
	transporte litoral y la calidad del agua marina, así como para evitar la afectación de comunidades marinas presentes en la zona.	
ZMC-013	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.	
ZMC-014	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.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo que no aplican estos criterios.

III.2.1.5. Criterio de Regulación para Islas aplicables a la UGA 178.

El POEMyRGMyMC establece que para la UGA 178 le sean aplicables los criterios de islas, los cuales establecen una serie de criterios de regulación para la conservación de

los recursos naturales de estas extensiones del territorio nacional en el Golfo de México y Mar Caribe. Dado que el proyecto se realiza en el Municipio de Puerto Morelos ubicado en la parte continental del País dichos criterios no le son aplicables.

III.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Corredor Turístico Cancún-Tulum.

Este programa fue publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 16 de noviembre de 2001.

La mayor parte del proyecto se localizará dentro de las UGA's número M2 que comprende actividades marinas, (**Figura III_ 3)**.

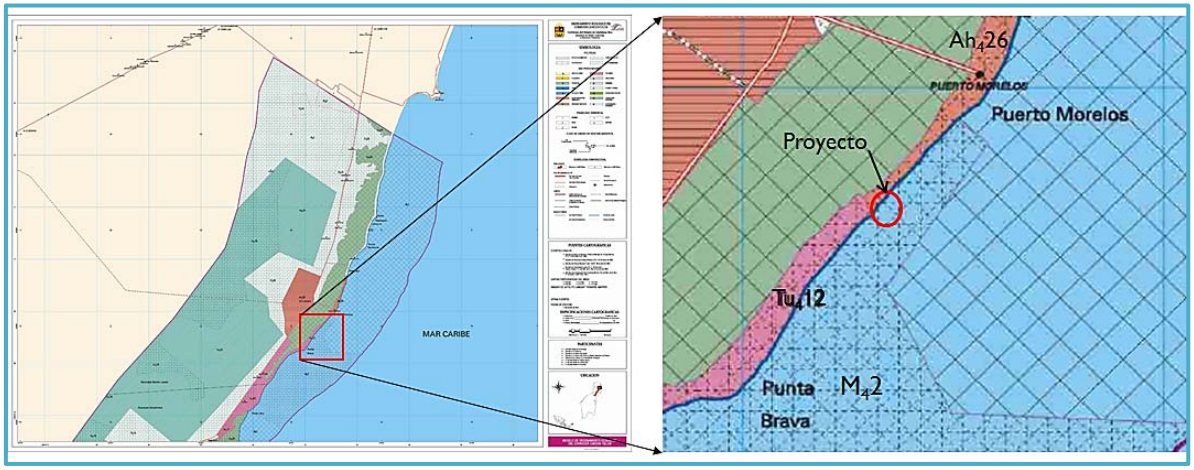


Figura III_ 3. Ubicación del área del proyecto en el POET Corredor Cancún-Tulum.

Las características de la unidad de gestión ambiental aplicable al proyecto se describe y vincula en la **Tabla III_ 6**.

Tabla III_ 6. Unidad de Gestión Ambiental, UGA M2.

UGA	M2
Nombre	Litoral Costero
Política / Fragilidad Ambiental	Conservación 3
Uso Predominante	Actividades Marinas
Usos Compatibles	-
Usos Condicionados	Flora y Fauna, Infraestructura, pesca y Turismo
Usos Incompatibles	Acuacultura

UGA		M2
Criterios	AH	_
	C	6
	EI	30, 31, 32, 33, 34, 50
	FF	3, 22, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 34
	MAE	2, 6, 56
	TU	6, 7, 8, 9, 19, 20, 22, 25, 28, 29, 30, 33, 34, 36, 37, 38, 40, 41, 42
	APS	1, 2

III.2.2.1. Criterios de la UGA M2.

Se describen los criterios de la UGA M2 aplicables al proyecto en la **Tabla III_ 7**.

Tabla III_ 7. Criterios de la Unidad de Gestión Ambiental M2.

UGA Marina 2 del POET Corredor Cancún-Tulum		
Criterio	**Contenido**	**Vinculación con el Proyecto**
Criterios de Construcción		
C-6	Durante las obras de canalización y dragado, se utilizarán mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos.	El proyecto prevé el uso de malla geotextil antidispersión por lo que se cumplirá con lo establecido en este criterio.
Criterios de Equipamiento e Infraestructura		
EI-30	La instalación de marinas está sujeta a la autorización de impacto ambiental.	El proyecto no contempla la instalación de una marina, por lo que este criterio no es aplicable.
EI-31	La instalación de marinas deberá garantizar el mantenimiento de los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina.	Por el tipo de obras del proyecto consistente en el mejoramiento de la playa, estos criterios no son aplicables.
EI-32	La instalación de marinas estará supeditada a los estudios batimétricos, topográficos, de mecánica de suelos y geohidrológicos.	
EI-33	La construcción de muelles estará sujeta a estudios geohidrológicos especiales y apego a normas internacionales.	
EI-34	La construcción de muelles permanentes, deberá garantizar el mantenimiento de los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina.	
EI-50	En las obras de infraestructura sobre áreas marinas o cuerpos de agua, se prohíbe el uso de aceite quemado y de	Para la habilitación de la terraza, se utilizará madera dura de la región sin tratamiento, la

UGA Marina 2 del POET Corredor Cancún-Tulum		
Criterio	**Contenido**	**Vinculación con el Proyecto**
	otras sustancias tóxicas en el tratamiento de la madera.	cual será obtenida de sitios autorizados, por lo que se cumplirá con el presente criterio.
Criterios de Flora y Fauna		
FF-3	Se prohíbe la captura de mamíferos marinos.	El proyecto no contempla la captura de mamíferos marinos, por lo tanto se cumplirá con este criterio.
FF-22	Se prohíbe la introducción de especies de flora y fauna exóticas invasivas.	No se introducirá ninguna especie de flora y fauna exótica en el desarrollo del proyecto.
FF-25	Se prohíbe la alteración y remoción de pastos del fondo marino.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo que no aplica este criterio. Durante las actividades de relocalización de arena se respetarán las zonas con presencia de pastos marinos a una distancia de 1 m.
FF-26	Se prohíbe el uso de explosivos, dragados y construcciones cercanas arrecifes y manglares.	No aplica toda vez que el proyecto no contempla el uso de lo mencionado en el presente proyecto.
FF-27	La ubicación y construcción de puntos de anclaje estará sujeta a estudios específicos.	Por la naturaleza de este proyecto este criterio no es aplicable.
FF-28	No se permitirá el anclaje de embarcaciones en un radio menor de 35 m inmediatos al arrecife.	Las embarcaciones que se utilizarán en el desarrollo del proyecto se ubicarán lejos de los arrecifes.
FF-29	El anclaje de embarcaciones solo se permitirán en zonas de arenales y ceibadales	
FF-30	No se permitirá la recolección, remoción o transplante de organismos vivos, muertos o materiales naturales, ni arrojar ningún tipo de desperdicios en los arrecifes.	El presente proyecto no contempla la recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos.
FF-31	Se prohíbe la construcción de estructuras promotoras de playa en forma de espigón.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa por lo que este criterio no es aplicable.
FF-34	En zonas donde exista la presencia de especies incluidas en la NOM ECOL-059-1994, deberán realizarse los estudios necesarios para determinar las estrategias que permitan minimizar el impacto negativo sobre las poblaciones de las especies aludidas en esta norma.	De acuerdo a los estudios realizados en el área del proyecto se registró la presencia de especies listadas en la NOM- 059-SEMARNAT-2010. En la zona se tienen registros de anidación de dos especies de tortugas marinas. *Caretta caretta* y *Chelonia mydas.*
Criterios de Manejo de Ecosistemas		
MAE-2	Las acciones tendientes a establecer medidas para el control de la erosión en la zona costera estarán sujetas a Manifestación de Impacto Ambiental, la que deberá analizar con detalle las implicaciones que éstas generen en los predios colindantes.	La MIA-P se realiza para obtener la autorización en materia de Impacto Ambiental. Dentro de las medidas de prevención (Ver Capítulo VI) se contempla el Programa de Control de Línea de Costa, con el cual se monitorearán los posibles cambios en el área del proyecto y predios colindantes, por lo

UGA Marina 2 del POET Corredor Cancún-Tulum		
Criterio	**Contenido**	**Vinculación con el Proyecto**
		que se cumplirá con lo establecido en este critrio.
MAE-6	Se prohíbe el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos no biodegradables.	Se cumplirá con lo establecido en este criterio, de tal manera que el equipo que se utilice se encuentre en perfectas condiciones para no causar derrames accidentales de cualquier producto.
MAE-56	Se prohíbe las actividades recreativas marinas en el período de anidación de tortugas desde el ocaso hasta el amanecer.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa por lo que este criterio no es aplicable.
Criterios de Turismo		
TU-6	La visita a las áreas arrecifales deberá estar sujeta a estudios específicos.	El proyecto no contempla lo descrito en estos criterios por lo tanto no son aplicables.
TU-7	Se prohíbe la utilización de embarcaciones motorizadas en caletas y cenotes costeros.	
TU-8	Las actividades náuticas deberán contar con un reglamento que minimice impactos ambientales.	
TU-9	No se permite el acuatizaje de hidroaviones.	
TU-19	No se permitirá la práctica de ningún tipo de deporte acuático motorizado a menos de 100 metros de distancia de las formaciones coralinas.	
TU-20	No se permitirá el uso de plataformas o embarcaciones para fines de buceo y esnorqueleo masivos.	
TU-22	En el desarrollo de los proyectos Turísticos, se deberán mantener los ecosistemas excepcionales tales como formaciones arrecifales, selvas subperennifolias, manglares, cenotes y caletas, entre otros; así como las poblaciones de flora y fauna incluidos en la NOM 059.	Los ecosistemas excepcionales como las formaciones arrecifales se localizan fuera del área de influencia del proyecto, a 270 m aproximadamente al Este del Sistema Ambiental. Por lo que se cumplirá con lo establecido.
TU-25	La práctica de cualquier tipo de deporte acuático motorizado, deberá contar con las autorizaciones correspondientes y garantizar la seguridad de los bañistas. Estableciendo las zonas de entradas y salidas de embarcaciones (entradas y rutas).	El proyecto no contempla lo descrito en estos criterios por lo tanto no son aplicables.
TU-28	Solo se permite la utilización de lagunas costeras y arrecifales para el aterrizaje de hidroaviones, con fines de inspección, vigilancia, investigación y emergencias.	El proyecto no contempla actividades en formaciones arrecifales por lo cual los presentes criterios no aplican.

UGA Marina 2 del POET Corredor Cancún-Tulum		
Criterio	**Contenido**	**Vinculación con el Proyecto**
TU-29	Se prohíbe tocar, pararse, dañar, alterar, asirse, sujetarse o recargarse de las formaciones arrecifales	
TU-30	En el buceo libre, autónomo y la natación se prohíbe el uso de guantes y cuchillo.	El proyecto no contempla lo descrito en estos criterios por lo tanto no son aplicables.
TU-33	En los canales de acceso a las lagunas arrecifales no se permiten ningún tipo de actividades recreativas, culturales, de esparcimiento, de superficie o subacuáticas diurnas o nocturnas.	
TU-34	Los prestadores de servicios turísticos o comerciales y los instructores o guías, deberán proporcionar a los usuarios las condiciones de seguridad necesarias para realizar las actividades para las cuales contraten sus servicios, de acuerdo a la legislación aplicable en la materia.	
TU-36	Deberán señalizarse los canales de acceso a las lagunas arrecifales.	
TU-37	Queda prohibido realizar el mantenimiento, limpieza, reparación de embarcaciones, abastecimiento de combustible y achicamiento de las sentinas, con excepción de casos de emergencia en la que se exponga la seguridad de vidas humanas.	
TU-38	Queda prohibida la navegación de embarcaciones de motor de 1.5 o más metros de calado en las lagunas arrecifales.	El presente proyecto no tiene como finalidad el uso de embarcaciones. No obstante se verificará que dichas embarcaciones realicen maniobras solamente en las áreas destinadas al proyecto, y en ningún caso se permitirá que se acerquen o naveguen sobre las zonas que presenten parches arrecifales, esto con la finalidad de prevenir daños mecánicos en este ecosistema producto de encallamientos, golpes o arrastre de anclas o alguna parte de la embarcación o motor, derrames de aceites y combustibles o suspensión de sedimentos.
TU-40	Se prohíbe dar alimento a la Fauna silvestre.	El proyecto se llevará a cabo en la zona de playa y área marina, donde no hay tránsito de fauna silvestre. Sin embargo, se cumplirá con lo establecido en este criterio, durante el desarrollo del proyecto se instruirá al personal que no alimente a ningún tipo de fauna.
TU-41	Se prohíbe el uso de motores de dos tiempos en actividades turísticas marítimas.	Las embarcaciones que se utilizarán durante la etapa de construcción emplearán motores de cuatro tiempos, no obstante el lapso requerido de maniobra es corto.

UGA Marina 2 del POET Corredor Cancún-Tulum		
Criterio	**Contenido**	**Vinculación con el Proyecto**
		Dado que el proyecto no tiene como finalidad realizar actividades turísticas marítimas, este criterio no le es aplicable.
TU-42	Se prohíbe el uso de plataformas marinas, o artefactos que funcionen como tales.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa y no contempla el uso de plataformas marinas, por lo cual este criterio no le es aplicable.
Criterios de Actividades pesqueras		
APS-1	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la SEMARNAT, así como el permiso de pesca correspondiente.	El proyecto no contempla actividades pesqueras, por lo tanto estos criterios no le son aplicables.
APS-2	Queda prohibido el uso de químicos o aparato electrónicos y mecánicos para la captura de animales marinos de ornato.	

III.2.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (POEL MBJQR)

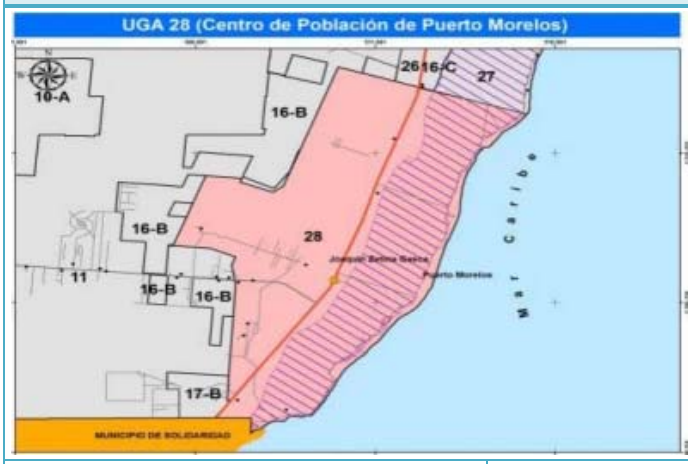
El 6 de enero del 2016 la XIV Legislatura del Congreso del Estado de Quintana Roo, decretó la creación del municipio de Puerto Morelos. El programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez 2014 (POEL BJ) se publicó en el Periódico Oficial del Gobierno de Quintana Roo el 27 de febrero de 2014. El POEL-BJ seguirá vigente en el nuevo Municpio Puerto Morelos hasta en tanto éste no cuente con un programa que defina las áreas sujetas a ordenamiento en unidades de gestión ambiental (UGA), a las que les asigna su política y uso de suelo, así como potencial de aprovechamiento de cada zona.

La zona de estudio se ubica en la Zona Federal Marítimo Terrestre y de acuerdo al POEL BJ, también se encuentra dentro de la UGA 28 que corresponde al Centro de Población de Puerto Morelos con política ambiental de aprovechamiento sustentable y parámetros de aprovechamiento sujetos a lo establecido en su Programa de Desarrollo Urbano vigente (Figura III_ 4).

Los lineamientos ambientales para el aprovechamiento del territorio municipal previstos en el POEL BJ en su UGA 28 se describen en la **Tabla III_ 8**.

Tabla III_ 8. Descripción de la Unidad de Gestión Ambiental número 28.

UGA 28 – Centro de Población de Puerto Morelos



Superficie: 5,740.85 ha	Política Ambiental: Aprovechamiento sustentable

Criterios de Delimitación:

Esta UGA se delimitó con base en la poligonal del Centro de Población de Puerto Morelos, de acuerdo al Programa de Desarrollo Urbano de 2009, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado.

Condiciones de la Vegetación y Uso de Suelo:

CLAVE	CONDICIONES DE LA VEGETACION	HECTAREAS	%
Ma	Manglar	1,912.70	33.32
VSA	Vegetación Secundaria Arbórea de selva Mediana Subperennifolia en buen estado	1,075.26	18.73
AH	Asentamiento Humano	659.07	11.48
SBS	Selva Baja Subcaducifolia	611.90	10.66
VS2	Vegetación Secundaria Arbórea de selva Mediana Subperennifolia en recuperación	566.06	9.86
VSa	Vegetación Secundaria Arbustiva de selva Mediana Subperennifolia	444.28	7.74
CA	Cuerpo de Agua	169.38	2.95
TU	Tular	164.21	2.86
SV	Sin Vegetación Aparente	99.98	1.74
MT	Matorral Costero	30.50	0.53
PZC	Pastizal cultivado	5.78	0.10
GR	Mangle Chaparro y graminoides	1.51	0.03
ZU	Zona Urbana	0.21	0.00
	TOTAL	**5,740.85**	**100.00**

% de UGA que posee vegetación en buen estado de conservación: 62.96 %	Superficie de la UGA con importancia para la recarga de acuíferos: 51.81%

Objetivo de la UGA:
Regular el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en las zonas de reserva para el crecimiento urbano, dentro de los límites del centro de población, con el fin de mantener los ecosistemas relevantes y en el mejor estado posible, así como los bienes y servicios ambientales que provee la zona, previo al desarrollo urbano futuro.

Problemática General:

UGA 28 – Centro de Población de Puerto Morelos		
Presión de los recursos naturales por incremento de asentamientos irregulares; expansión de la mancha urbana fuera de los centros de población; presión y riesgo de contaminación al acuífero por la expansión urbana y falta de servicios básicos; Incremento en la incidencia y de incendios Forestales; Carencia de servicios de recolección y disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos; Incompatibilidad entre instrumentos de planeación urbana y ambiental; necesidades de infraestructura en zonas urbanas de Cancún; cambios de Uso de Suelo no autorizados.		
Poblados o sitios importantes en esta UGA (habitantes): De acuerdo a INEGI (2010), esta UGA cuenta con 11 localidades, siendo la principal Puerto Morelos. La población total de esta UGA es de 9,256 habitantes. La red vial abarca un total de 58.14 km.		
Lineamientos Ecológicos: - Se contiene el crecimiento urbano dentro de los límites del centro de población, propiciando una ocupación compacta y eficiente del suelo urbano de tal manera que las reservas de crecimiento se ocupen hasta obtener niveles de saturación mayores al 70% de acuerdo a los plazos establecidos en el programa de desarrollo urbano de la ciudad de Puerto Morelos, para disminuir la tasa de deterioro de los recursos naturales. - Las autoridades competentes deben propiciar que el crecimiento urbano sea ordenado y compacto y estableciendo al menos 12 m^2 de áreas verdes accesibles por habitante, acorde a la normatividad vigente en la materia. - Las autoridades competentes deben propiciar el tratamiento del 100% de las aguas residuales domésticas, así como la gestión integral de la totalidad de los residuos sólidos generados en esta localidad. - Todos los centros de población deberán considerar un sitio de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en la modalidad de Parques de Tecnologías, adecuados para su capacidad futura de generación, en proyecciones de al menos 15 años. Los centros de población con menos de 50,000 habitantes que carezcan de relleno sanitario deberán considerar dentro de su PDU, la presencia de al menos un sitio de disposición temporal de los RSU, o terminal de trasferencia. - Se mantiene como áreas de conservación el 100% de los manglares que se encuentran dentro del PDU de Puerto Morelos, de acuerdo con la normatividad vigente.		
Recursos y Procesos Prioritarios: Suelo, Manglares, Vaso regulador de flujos, Biodiversidad.		
Parámetros de aprovechamiento: Sujeto a lo establecido en su Programa de Desarrollo Urbano vigente.		
Usos compatibles: Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano vigente.		
Usos incompatibles: Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano vigente.		
Recursos y procesos prioritarios	Clave	Criterios de Regulación Ecológica
Agua	URB	01, 02, 03, 04, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18.
Suelo y Subsuelo		19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28 y 29.
Flora y Fauna		30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 40, 41 y 42.
Paisaje		43,44,45,46,47,48,49,50,51,52, 53,54,55,56,57,58,59.

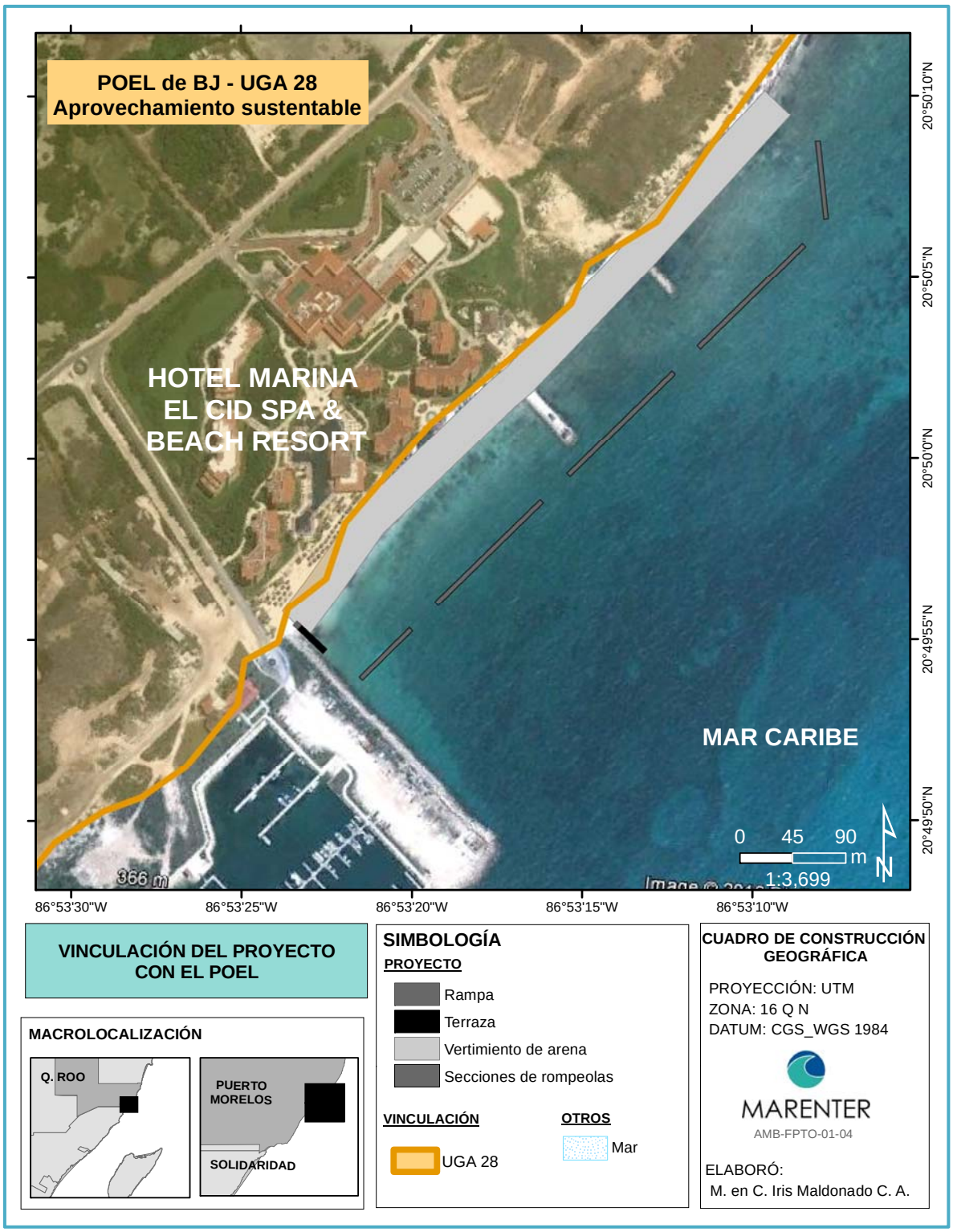


Figura III_ 4. Ubicación del proyecto en el POEL de Benito Juárez 2014.

Con el fin de demostrar que el proyecto no se contrapone a lo establecido en la UGA 28, se procede a vincular los criterios generales y específicos (**Tabla III_ 9 y Tabla III_ 10**).

Tabla III_ 9. Criterios Generales del Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Benito Juárez.

Criterio General	Criterios Ecológicos de Aplicación General del POEL Benito Juárez	Vinculación con el proyecto
CG-01	En el tratamiento de plagas y enfermedades de plantas en cultivos, jardines, áreas de reforestación y de manejo de la vegetación nativa deben emplearse productos que afecten específicamente la plaga o enfermedad que se desea controlar, así como los fertilizantes que sean preferentemente orgánicos y que estén publicados en el catálogo vigente por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa. Actualmente la única vegetación existente en la playa, son las áreas verdes (jardines) que mantiene el Hotel. En caso de requerir el uso de sustancias para controlar plagas, se utilizará fertilizantes orgánicos o los que estén publicados en la CICOPLAFEST, cumpliendo así con el presente criterio.
CG-02	Los proyectos que en cualquier etapa empleen agroquímicos de manera rutinaria e intensiva, deberán elaborar un programa de monitoreo de la calidad del agua del subsuelo a fin de detectar, prevenir y, en su caso, corregir la contaminación del recurso. Los resultados del Monitoreo se incorporarán a la bitácora ambiental.	En ninguna etapa del proyecto se emplearan agroquímicos, ya que el proyecto consiste en el mejoramiento de la playa por lo tanto, se cumple con el presente criterio.
CG-03	Con la finalidad de restaurar la cobertura vegetal que favorece la captación de agua y la conservación de los suelos, la superficie del predio sin vegetación que no haya sido autorizada para su aprovechamiento, debe ser reforestada con especies nativas propias del hábitat que haya sido afectado.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa y no se prevén actividades de desmonte, ni reforestación, por lo que este criterio no es aplicable.
CG-04	En los nuevos proyectos de desarrollo urbano, agropecuario, suburbano, turístico e industrial se deberá separa el drenaje pluvial del drenaje sanitario. El drenaje pluvial de techos, previo al paso a través de un decantador para separar sólidos no disueltos, podrá ser empleado para la captación en cisternas, dispuesto en áreas con jardines o en las áreas con vegetación nativa remanente de cada proyecto. El drenaje pluvial de estacionamientos públicos y privados así como de talleres mecánicos deberá contar con sistemas de retención de grasas y aceites.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo tanto, el presente criterio no aplica.
CG-05	Para permitir la adecuada recarga del acuífero, todos los proyectos deben acatar lo dispuesto en el artículo 132 de la LEEPA_QROO o la disposición jurídica que la sustituya.	Dada la naturaleza del proyecto y su ubicación en la zona federal y área marina, mantendrá las condiciones de permeabilidad del 100% por tanto, se cumple con el presente criterio.

Criterio General	Criterios Ecológicos de Aplicación General del POEL Benito Juárez	Vinculación con el proyecto
CG-06	Con la finalidad de evitar la fragmentación de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deberán agrupar las áreas de aprovechamiento preferentemente en áreas "sin vegetación aparente" y mantener la continuidad de las áreas con vegetación natural. Para lo cual, el promovente deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de la infraestructura planteada por el proyecto, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, cuyas obras se situarán en áreas desprovistas de vegetación. El sitio del proyecto corresponde a un área turística sin vegetación nativa y colindante a infraestructura urbana, por lo que no se fragmentará ningún ecosistema, ni aislará población alguna, por lo tanto el presente criterio no aplica.
CG-07	En los proyectos en donde se pretenda llevar a cabo la construcción de caminos, bardas o cualquier otro tipo de construcción que pudiera interrumpir la conectividad ecosistémica deberán implementar pasos de fauna menor (pasos inferiores) a cada 50 metros, con excepción de áreas urbanas.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo tanto, el presente criterio no aplica.
CG-08	Los humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes, cuerpos de agua superficiales, presentes en los predios deberán ser incorporados a las áreas de conservación.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por su ubicación no presenta humedales, rejolladas, petenes, cenotes o cuerpos de agua superficiales, por lo tanto, el presente criterio no aplica.
CG-09	Salvo en las UGA's urbanas, los desarrollos deberán ocupar el porcentaje de aprovechamiento o desmonte correspondiente para la UGA en la que se encuentre, y ubicarse en la parte central del predio, en forma perpendicular a la carretera principal. Las áreas que o sean intervenidas no podrán ser cercadas o bardeadas y deberán ubicarse preferentemente a lo largo del perímetro del predio en condiciones naturales y no podrán ser desarrolladas en futuras ampliaciones.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa y no contempla actividades de desmonte ni apertura de caminos, por lo tanto el presente criterio no aplica.
CG-10	Sólo se permite la apertura de nuevos caminos de acceso para actividades relacionadas a los usos compatibles, así como aquellos relacionados con el establecimiento de redes de distribución de servicios básicos necesarios para la población.	
CG-11	El porcentaje de desmonte que se autorice en cada predio, deberá estar acorde a cada uso compatible y no deberá exceder el porcentaje establecido en el lineamiento ecológico de la UGA, aplicando el principio de equidad y proporcionalidad.	
CG-12	En el caso de desarrollarse varios usos de suelo compatibles en el mismo predio, los porcentajes de desmonte asignados a cada uno de ellos solo serán acumulables hasta alcanzar el porcentaje definido en el lineamiento ecológico.	

Criterio General	Criterios Ecológicos de Aplicación General del POEL Benito Juárez	Vinculación con el proyecto
CG-13	En la superficie de aprovechamiento autorizada previo al desarrollo de cualquier obra o actividad, se deberá de ejecutar un programa de rescate de flora y fauna.	Según los estudios realizados, en el área donde se desplantarán las obras no hay vegetación terrestre que pueda ser afectada. En el área marina existen pastos marinos a manera de manchones, por lo que se implementarán medidas, tales como la colocación de tubería sobre sacos de geotextil y actividades de relocalización de fauna marina de lento desplazamiento, el cual será entregado una vez se haya autorizado el proyecto, por lo que se cumplirá con el presente criterio.
CG-14	En los predios donde no exista cobertura arbórea, o en el caso que exista una superficie mayor desmontada a la señalada para la unidad de gestión ambiental ya sea por causas naturales y/o usos previos, el proyecto sólo podrá ocupar la superficie máxima de aprovechamiento que se indica para la unidad de gestión ambiental y la actividad compatible que pretenda desarrollarse.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, la cual carece de cobertura arbórea, por lo tanto el presente criterio no aplica.
CG-15	En los ecosistemas forestales deberán eliminarse los ejemplares de especies exóticas considerados como invasoras por la Comisión Nacional para el Conocimiento Y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) que representen un riesgo de afectación o desplazamiento de especies silvestres. El material vegetal deberá ser eliminado mediante procedimientos que no permitan su regeneración y/o propagación.	No existen en el área del proyecto especies exóticas vegetales consideradas como invasoras por la CONABIO, por lo tanto el presente criterio no aplica.
CG-16	La introducción y manejo de palma de coco (*Cocus nucífera*) debe restringirse a las variedades que sean resistentes a la enfermedad conocida como "amarillamiento letal del cocotero".	Dada la naturaleza del proyecto este no contempla la introducción y manejo de palma de coco, no obstante en el área de playa del Hotel existen ejemplares de palma de coco en buenas condiciones.
CG-17	Se permite el manejo de especies exóticas cuando: La especie no esté catalogada como especie invasora por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y/0 la SAGARPA. La actividad no se proyecte en cuerpos naturales de agua, El manejo de fauna, en caso de utilizar encierros, se debe de realizar el tratamiento secundario por medio de biodigestores autorizados por la autoridad competente en la materia de aquellas aguas provenientes de la limpieza de los sitios de confinamiento. Se garantice el confinamiento de los ejemplares y se impida su dispersión o distribución al medio natural	

Criterio General	Criterios Ecológicos de Aplicación General del POEL Benito Juárez	Vinculación con el proyecto
	Deberán estar dentro de la Unidad de Manejo Ambiental o PIMVS.	
CG-18	No se permite la acuicultura en cuerpos de agua en condiciones naturales, ni en cuerpos de agua artificiales con riesgo de afectación a especies nativas.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo tanto los presentes criterios no aplican.
CG-19	Todos los caminos abiertos que estén en propiedad privada, deberán contar con acceso controlado, a fin de evitar posibles afectaciones a los recursos naturales existentes.	
CG-20	Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua deberán mantener inalterada su estructura geológica y mantener el estrato arbóreo, asegurando que la superficie establecida para su uso garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.	El área del proyecto no se localiza en cenotes, rejolladas inundables, ni presenta estrato arbóreo, por lo tanto el presente criterio no aplica.
CG-21	Donde se encuentren vestigios arqueológicos, deberá reportarse dicha presencia al Instituto nacional de Antropología e Historia (INAH) y contar con su correspondiente autorización para la construcción de la obra o realización de actividades.	En el área del proyecto no se encuentra vestigio arqueológico alguno, por lo tanto el presente criterio no aplica.
CG-22	El derecho de vía de los tendidos de energía eléctrica de alta tensión sólo podrá ser utilizado conforme a la normatividad aplicable, y en apego a ella no podrá ser utilizado para asentamientos humanos.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, no requiere de tendidos eléctricos, infraestructura eléctrica, reforestación de taludes de carretera, por lo que los presentes criterios no son aplicables.
CG-23	La instalación de infraestructura de conducción de energía eléctrica de baja tensión y de comunicación deberá ser subterránea en el interior de los predios, para evitar la contaminación visual del paisaje y afectaciones a la misma por eventos meteorológicos extremos y para minimizar la fragmentación de ecosistemas.	
CG-24	Los taludes de los caminos y carreteras deberán ser reforestados con plantas nativas de cobertura y herbáceas que limiten los procesos de erosión.	
CG-25	En ningún caso la estructura o cimentación de las construcciones deberá interrumpir la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, para lo cual será necesario el hincado de pilotes de madera en la zona marina (habilitación de terraza), estos no interrumpirán la hidrodinámica natural del área, cumpliendo así con el presente criterio.
CG-26	De acuerdo a lo que establece el Reglamento Municipal de Construcción, los campamentos de construcción o de apoyo y todas las obras en general deben: Contar con al menos una letrina por cada 20 trabajadores.	El proyecto no requiere de un campamento de construcción dado que las actividades solo se realizarán en horario diurno y los trabadores se retiran a su casa al atardecer.

Criterio General	Criterios Ecológicos de Aplicación General del POEL Benito Juárez	Vinculación con el proyecto
	Áreas específicas y delimitadas para la pernocta y/o para la elaboración y consumo de alimentos, con condiciones higiénicas adecuadas (ventilación, miriñaques, piso de cemento, correcta iluminación, lavamanos, entre otros). Establecer las medidas necesarias para almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos sólidos generados. Establecer medidas para el correcto manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos peligrosos.	Las áreas de comedor, sanitarios y cuarto de almacenamiento de residuos, serán proporcionados por el Hotel. Se prevén medidas de mitigación, entre las cuales está el adecuado manejo de residuos (ver Capítulo VI), por lo que se cumplirá con el presente criterio.
CG-27	En el diseño y construcción de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos se deberán colocar en las celdas para residuos y en el estanque de lixiviados, una geomembrana de polietileno de alta densidad o similar, con espesor mínimo de 1.5 mm. Previo a la colocación de la capa protectora de la geomembrana se deberá acreditar la aprobación de las pruebas de hermeticidad de las uniones de la geomembrana por parte de la autoridad que supervise su construcción.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo tanto el presente criterio no aplica.
CG-28	La disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o dragados sólo podrá realizarse en sitios autorizados por la autoridad competente, siempre y cuando no contengan residuos sólidos urbanos, así como aquellos que puedan ser catalogados como peligrosos por la normatividad vigente.	Los residuos se colocarán en contenedores de 200 litros los cuales diariamente serán llevados al área de almacenamiento temporal del Hotel para su posterior traslado a su destino final por medio del servicio municipal de colecta de basura, cumpliendo así con el presente criterio.
CG-29	La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.	La disposición final de los residuos derivados del proyecto estarán a cargo del servicio de colecta de basura autorizado por el Municipio de Puerto Morelos, cumpliendo así con el presente criterio.
CG-30	Los desechos biológicos infecciosos no podrán disponerse en el relleno sanitario y/o en depósitos temporales de servicio municipal.	Durante el proyecto no habrá generación de desechos biológicos infecciosos, por lo tanto el presente criterio no aplica.
CG-31	Los sitios de disposición final de RSU deberán contar con un banco de material pétreo autorizado dentro del área proyectada, mismo que se deberá ubicar aguas arriba de las celdas de almacenamiento y que deberá proveer diariamente del material de cobertura.	El presente criterio corresponde a proyectos para la disposición final de residuos, debido a que el proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, este criterio no aplica.
CG-32	Se prohíbe la quema de basura, así como su entierro o disposición a cielo abierto.	Durante la etapa de construcción del proyecto se prohibirá la quema de basura (medida establecida en el Capítulo VI) y su disposición final será

Criterio General	Criterios Ecológicos de Aplicación General del POEL Benito Juárez	Vinculación con el proyecto
		a través del servicio autorizado de colecta del Municipio de Puerto Morelos, cumpliendo así con el presente criterio.
CG-33	Todos los proyectos deberán contar con áreas específicas para el acopio temporal de residuos sólidos. En el caso de utilizar el servicio municipal de colecta, dichas áreas deben ser accesibles a la operación del servicio.	Se depositarán en contenedores de 200 litros con bolsas de plástico en su interior, y serán recolectados periódicamente del sitio del proyecto a los depósitos del Hotel, donde posteriormente será recogido por el servicio municipal de colecta de basura, cumpliendo así con el presente criterio.
CG-34	El material pétreo, sascab, piedra caliza, tierra negra, tierra de despalme, madera, materiales vegetales y/o arena, que se utilice en la construcción de un proyecto deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados.	La madera dura de la región que se utilizará provendrá de empresas que cuenten con las autorizaciones pertinentes, cumpliendo así con el presente criterio.
CG-35	En la superficie en la que por excepción la autoridad competente autorice la remoción de la vegetación, también se podrá retirar el suelo, subsuelo y las rocas para nivelar el terreno e instalar los cimientos de las edificaciones e infraestructura, siempre y cuando no se afecten los ríos subterráneos que pudieran estar presentes en los predios que serán intervenidos.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa y no se realizará ninguna de las actividades mencionadas en estos criterios, por lo que no son aplicables.
CG-36	Los desechos orgánicos derivados de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales deberán aprovecharse en primera instancia para la recuperación de suelos, y/o fertilización orgánica de cultivos y áreas verdes, previo composteo y estabilización y ser dispuestos donde lo indique la autoridad competente en la materia.	
CG-37	Todos los proyectos que impliquen la remoción de la vegetación y el despalme del suelo deberán realizar acciones para la recuperación de la tierra vegetal, realizando su separación de los residuos vegetales y pétreos, con la finalidad de que sea utilizada para acciones de reforestación dentro del mismo proyecto o donde lo disponga la autoridad competente en la materia, dentro del territorio municipal.	
CG-38	No se permite la transferencia de densidades de cuartos de hotel, residencias campestres, cabañas rurales y/o cabañas ecoturísticas de una unidad de gestión ambiental a otra.	
CG-39	El porcentaje de desmonte permitido en cada UGA que impliquen el cambio de uso de suelo de la vegetación forestal, solo podrá realizarse cuando la autoridad competente expida por excepción las	

Criterio General	Criterios Ecológicos de Aplicación General del POEL Benito Juárez	Vinculación con el proyecto
	autorizaciones de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales.	

Tabla III_ 10. Criterios ecológicos de aplicación urbana específicos para la UGA 28 del POEL Benito Juárez.

Criterio	Es aplicación urbana_ UGA 28	Vinculación
	Agua	
URB-01	En tanto no existan sistemas municipales para la conducción y tratamiento de las aguas residuales municipales, los promoventes de nuevos proyectos, de hoteles, fraccionamientos, condominios, industrias y similares, deberán instalar y operar por su propia cuenta, sistemas de tratamiento y reciclaje de las aguas residuales, ya sean individuales o comunales, para satisfacer las condiciones particulares que determinen las autoridades competentes y las normas oficiales mexicanas aplicables en la materia.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo tanto los presentes criterios no aplican.
URB-02	A fin de evitar la contaminación ambiental y/o riesgo a la salud pública y sólo en aquellos casos excepcionales en que el tendido de redes hidrosanitarias no exista, así como las condiciones financieras, socioeconómicas y/o topográficas necesarias para la introducción del servicio lo ameriten y justifiquen, la autoridad competente en la materia podrá autorizar a persona físicas el empleo de biodigestores para que en sus domicilios particulares se realice de manera permanente un tratamiento de aguas negras domiciliarias. Estos sistemas deberán estar aprobados por la autoridad ambiental competente.	
URB-03	En zonas que ya cuenten con el servicio de drenaje sanitario el usuario estará obligado a conectarse a dicho servicio. En caso de que a partir de un dictamen técnico del organismo operador resulte no ser factible tal conexión, se podrán utilizar sistemas de tratamiento debidamente certificados y contar con la autorización para la descarga por la CONAGUA.	
URB-04	Los sistemas de producción agrícola intensiva (invernaderos, hidroponía y viveros) que se establezcan dentro de los centros de población deben reducir la pérdida del agua de riego, limitar la aplicación de agroquímicos y evitar la contaminación de los mantos freáticos.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo tanto el presente criterio no aplica.
URB-05	En el caso de los campos de golf o usos de suelo similares que requieran la aplicación de riegos con	

Criterio	Es aplicación urbana_ UGA 28	Vinculación
	agroquímicos y/o aguas residuales tratadas, deberán contar con la infraestructura necesaria para optimización y reciclaje del agua. Evitando en todo la contaminación al suelo, cuerpos de agua y mantos freáticos.	
URB-06	Los proyectos de campos deportivos y/o de golf, así como las áreas ajardinadas de los desarrollos turísticos deberán minimizar el uso de fertilizantes y/o pesticidas químicos para evitar riesgos de contaminación.	
URB-07	No se permite la disposición de aguas residuales sin previo al tratamiento hacia los cuerpos de agua, zonas inundables y/o al suelo y subsuelo, por lo que se promoverá que se establezca un sistema integral de drenaje y tratamiento de aguas residuales.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo tanto el presente criterio no aplica.
URB-08	En las zonas urbanas y sus reservas del Municipio de Benito Juárez se deberán establecer espacios ajardinados que incorporen elementos arbóreos y arbustivos de especies nativas.	
URB-09	Para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en las zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, deben existir parques y espacios recreativos que cuenten con elementos arbóreos y arbustivos y cuya separación no será mayor a un km entre dichos parques.	
URB-10	Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua presentes en los centros de población deben formar parte de las áreas verdes, asegurando que la superficie establecida para tal destino del suelo garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.	Dada la naturaleza del proyecto y su ubicación, el presente criterio no aplica.
URB-11	Para el ahorro del recurso agua, las nuevas construcciones deberán implementar tecnologías que aseguren el ahorro y uso eficiente del agua.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa y no prevé las actividades descritas en criterios, por lo que no son aplicables.
URB-12	En las plantas de tratamiento de aguas residuales y de desactivación de lodos deberán implementarse procesos para la disminución de olores y establecer franjas de vegetación arbórea de al menos 15 m de ancho que presten el servicio de barreras dispersantes de malos olores dentro del predio que se encuentren dichas instalaciones.	
URB-13	La canalización del drenaje pluvial hacia espacios verdes, cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, debe realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de	

Criterio	Es aplicación urbana_ UGA 28	Vinculación
	grasas y sólidos, u otros que garanticen la retención de sedimentos y contaminantes. Dicha canalización deberá ser autorizada por la Comisión Nacional del Agua.	
URB-14	Los crematorios deberán realizar un monitoreo y control de sus emisiones a la atmósfera.	
URB-15	Los cementerios deberán impermeabilizar paredes y piso de las fosas, con el fin de evitar contaminación al suelo, subsuelo y manto freático.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo tanto los presentes criterios no aplican.
URB-16	Los proyectos en la franja costera dentro de las UGA's urbanas deberán tomar en cuenta la existencia de las bocas de tormenta que de manera temporal desaguan las zonas sujetas a inundación durante la ocurrencia de lluvias extraordinarias o eventos ciclónicos. Por ser tales sitios zonas de riesgo, en los espacios públicos y privados se deben de realizar obras de ingeniería permanentes que en una franja que no será menor de 20 m conduzcan y permitan el libre flujo que de manera natural se establezca para el desagüe.	
URB-17	Serán susceptibles de aprovechamiento los recursos biológicos forestales, tales como semilla, que generen los árboles urbanos, con fines de propagación por parte de particulares, mediante la autorización de colecta de recursos biológicos forestales.	El lugar donde se desarrollarán las obras no presenta recursos biológicos forestales, ni será un sitio de disposición final de residuos, por lo que estos criterios no son aplicables.
URB-18	Adicional a los sitios de disposición final autorizados de RSU, se debe contar con un área de acopio y retención de Residuos Especiales, en caso de contingencia, a fin de evitar que se introduzcan en la(s) celda(s).	
Suelo y Subsuelo		
URB-19	La autorización emitida por la autoridad competente para la explotación de bancos de materiales pétreos deberá sustentarse en los resultados provenientes de estudios de mecánica de suelos y geohidrológicos que aseguren que no existan afectaciones irreversibles al recurso agua, aun en los casos de afloramiento del acuífero para extracción debajo del manto freático. Estos estudios deberán establecer claramente cuáles serán las medidas de mitigación aplicables al proyecto y los parámetros y periodicidad para realizar el monitoreo que tendrá que realizarse durante todas las etapas del proyecto, incluyendo las actividades de la etapa de abandono.	El proyecto no prevé explotación de bancos de materiales pétreos, por lo que el presente criterio no aplica.
URB-20	Con el objeto de integrar cenotes, rejolladas, cuevas y cavernas a las áreas públicas urbanas, se permite realizar un aclareo, poda y modificación de	En el área del proyecto no existen cenotes, rejolladas, cuevas ni cavernas,

Criterio	Es aplicación urbana_ UGA 28	Vinculación
	vegetación rastrera y arbustiva presente, respetando en todo momento los elementos arbóreos y vegetación de relevancia ecológica, así como la estructura geológica de estas formaciones.	por lo tanto el presente criterio no aplica.
URB-21	Los bancos de materiales autorizados deben respetar una zona de amortiguamiento que consiste en una barrera vegetal alrededor del mismo, conforme lo señala el Decreto 36, del Gobierno del Estado; y/o la disposición jurídica que la sustituya.	El proyecto no prevé explotación de bancos de materiales pétreos, por lo que el presente criterio no aplica.
URB-22	Para evitar la contaminación del suelo y subsuelo, en las actividades de extracción y exploración de materiales pétreos deberán realizarse acciones de acopio, separación, utilización y disposición final de cualquier tipo de residuos generados, en el marco de lo que establezcan las disposiciones jurídicas aplicables.	
URB-23	Para reincorporar las superficies afectadas por extracción de materiales pétreos a las actividades económicas del municipio, deberá realizarse la rehabilitación de dichas superficies en congruencia con los usos que prevean los instrumentos de planeación vigentes para la zona.	
URB-24	Los generadores de Residuos de Manejo Especial y los Grandes Generadores de Residuos Sólidos Urbanos deberán contar con un plan de manejo de los mismos, en apego a la normatividad vigente en la materia.	Los residuos derivados del proyecto son mínimos, por lo que entrarían en la categoría de pequeños generadores, por lo tanto, el presente criterio no aplica.
URB-25	Para el caso de fraccionamientos habitacionales, el fraccionador deberá construir a su cargo y entregar al Ayuntamiento por cada 1000 viviendas previstas en el proyecto de fraccionamiento, parque o parques públicos recreativos con sus correspondientes áreas jardinadas y arboladas con una superficie mínima de 5,000 metros cuadrados, mismos que podrán ser relacionados a las áreas de donación establecidas en la legislación vigente en la materia. Tratándose de fracciones en el número de viviendas previstas en el fraccionamiento, las obras de equipamiento urbano serán proporcionales, pudiéndose construir incluso en predios distintos al fraccionamiento.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa por lo que los presentes criterios no aplican.
URB-26	En las etapas de crecimiento de la mancha urbana considerada por el PDU, para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en las zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, favorecer la función de barrera contra ruido, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, los fraccionamientos deben	

Criterio	Es aplicación urbana_ UGA 28	Vinculación
	incorporar áreas verdes que contribuyan al Sistema Municipal de Parques, de conformidad con la normatividad vigente en la materia.	
URB-27	La superficie ocupada por equipamiento en las áreas verdes no deberá exceder de un 30% del total de la superficie cada una de ellas.	
URB-28	Para evitar las afectaciones por inundaciones, se prohíbe el establecimiento de fraccionamientos habitacionales así como de infraestructura urbana dentro del espacio excavado de las sascaberas en desuso y en zonas en donde los estudios indiquen que existe el riesgo de inundación (de acuerdo al Atlas de Riesgos del municipio y/o del estado).	
URB-29	En la construcción de fraccionamientos dentro de las áreas urbanas, se permite la utilización del material pétreo que se obtenga de los cortes de nivelación dentro del predio. El excedente de los materiales extraídos que no sean utilizados deberá disponerse en la forma indicada por la autoridad competente en la materia.	
Flora y Fauna		
URB-30	En zonas inundables, se deben mantener las condiciones naturales de los ecosistemas y garantizar la conservación de las poblaciones silvestres que la habitan. Por lo que las actividades recreativas de contemplación deben ser promovidas y las actividades de aprovechamiento extractivo y de construcción deben ser condicionadas.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa. No tiene áreas destinadas a la conservación, espacios públicos jardinados, zonas industriales, ni se eliminará cobertura vegetal de predios, por lo que estos criterios no son aplicables.
URB-31	Las áreas destinadas a la conservación de la biodiversidad y/o del agua que colinden con las áreas definidas para los asentamientos humanos, deberán ser los sitios prioritarios para ubicar los ejemplares de plantas y animales que sean rescatados en el proceso de eliminación de la vegetación.	
URB-32	Deberá preverse un mínimo de 50% de la superficie de los espacios públicos ajardinados para que tengan vegetación natural de la zona y mantener todos los árboles nativos que cuenten con DAP mayores de 15 cm, en buen estado fitosanitario y que no representen riesgo de accidentes para los usuarios.	
URB-33	Deberán establecerse zonas de amortiguamiento de al menos 50 m alrededor de las zonas industriales y centrales de abastos que se desarrollen en las reservas urbanas. Estas zonas de amortiguamiento deberán ser dotados de infraestructura de parque público.	

Criterio	Es aplicación urbana_ UGA 28	Vinculación
URB-34	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, aprobado por la autoridad ambiental competente.	
URB-35	No se permite introducir o liberar fauna exótica en parques y/o áreas de reservas urbanas.	En las actividades del proyecto no se introducirá o liberará fauna exótica, cumpliendo así con el presente criterio.
URB-36	Las áreas con presencia de ecosistemas de manglar dentro de los centros de población deberán ser consideradas como Áreas de Preservación Ecológica para garantizar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales que proveen por lo que no podrán ser modificadas, con el fin de proporcionar una mejor calidad de vida para los habitantes del municipio; con excepción de aquellas que cuenten previamente con un plan de manejo autorizado por la autoridad ambiental competente.	En el sitio donde se realizarán las obras del proyecto no hay ejemplares de manglar, por lo que este criterio no es aplicable.
URB-38	Las áreas verdes de los estacionamientos descubiertos públicos y privados deben ser diseñadas en forma de camellones continuos y deberá colocarse por lo menos un árbol por cada dos cajones de estacionamiento.	No se contempla la construcción de estacionamientos, por lo que este criterio no es aplicable.
URB-40	En las previsiones de crecimiento de las áreas urbanas colindantes con las ANPs se deberán mantener corredores biológicos que salvaguarden la conectividad entre los ecosistemas existentes.	El proyecto no consiste en el crecimiento de áreas urbanas, ni desarrollos habitacionales, por lo cual estos criterios no son aplicables.
URB-41	Los proyectos urbanos deberán reforestar camellones y áreas verdes colindantes a las ANPs y parques municipales deberán reforestar con especies nativas que sirvan de refugio y alimentación para la fauna silvestre, destacando el chicozapote (*Manilkara zapota*), la guaya (*Talisia olivaeriformis*), capulín (*Muntingia calabura*), Ficus spp, entre otros.	
URB-42	Los desarrollos turísticos y/o habitacionales deberán garantizar la permanencia del hábitat y las poblaciones de mono araña *Ateles geoffroyi*, mediante la regulación de los horarios de usa del sitio, mantenimiento de la disponibilidad natural de alimento y sitios de pernocta y de reproducción, así como con otras acciones que sean necesarias.	
Paisaje		
URB-43	Las áreas verdes y en las áreas urbanas de conservación, deberán contar con el equipamiento adecuado para evitar la contaminación por	El Hotel Marina El Cid cuenta con la infraestructura necesaria (cámaras de residuos), por lo que éste proporcionará los servicios de sanitarios y

Criterio	Es aplicación urbana_ UGA 28	Vinculación
	residuos sólidos, ruido, aguas residuales y fecalismo al aire libre.	almacenamiento temporal de residuos durante el desarrollo de las obras, por lo que se cumplirá con el este criterio.
URB-44	Las autoridades municipales para el uso del suelo en los predios colindantes a la Zona Federal Marítimo Terrestre y las concesiones de Zona Federal Marítimo Terrestres otorgadas por la Federación, deberán ser congruentes con los usos de suelo de la zona que expida el Estado o Municipio.	El proyecto ocupará parte de la Zona Federal Marítimo Terrestre, la cual cuenta con títulos de concesión DGZF-108/09 DGZF- 327/15 y DGZF-321/15 todas ellas con uso fiscal general, por lo que se cumple con lo establecido en este criterio.
URB-45	Para recuperar el paisaje y compensar la pérdida de vegetación en las zonas urbanas, en las actividades de reforestación designadas por la autoridad competente, se usarán de manera prioritaria especies nativas acordes a cada ambiente.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, por lo que este criterio no aplica.
URB-46	El establecimiento de actividades de la industria concretera y similares debe ubicarse a una distancia mínima de 500 metros del asentamiento humano más próximo y debe contar con barreras naturales perimetrales para evitar la dispersión de polvos.	El proyecto consistente en el mejoramiento de la playa los presentes criterios no le son aplicables.
URB-47	Se establecerán servidumbres de paso y accesos a la zona federal marítimo terrestre y el libre paso por la zona federal a una distancia máxima de 1000 metros entre estos accesos, de conformidad con la Ley de Bienes Nacionales y el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.	
URB-48	En las áreas de aprovechamiento proyectadas se debe mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, áreas verdes, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.	
URB-49	Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el período de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías.	Si bien durante el desarrollo del proyecto se implementarán medidas como horarios de trabajo diurno (8:00 a 18:00 hrs), colocación de letreros señalando el cuidado al medio ambiente (ver Capítulo VI). Además el promovente cumplirá con las medidas establecidas por el Hotel en el "*Programa de Manejo de Tortuga, El Cid de Cancún, Puerto Morelos, Quintana Roo*", mismas que fueron reconocidas en el 2015 por el Comité Estatal de Tortugas Marinas de Quintana Roo y el Parque Nacional de Arrecifes de Puerto Morelos – CONANP.

Criterio	Es aplicación urbana_ UGA 28	Vinculación
URB-50	Las especies recomendadas para la reforestación de dunas son: Plantas rastreras: *Ipomea pes-caprae, Sesuvium portulacastrum,* herbáceas: *Ageratum littorale, Erythalis fruticosa* y arbustos: *Tournefortia gnaphalodes, Suriana marítima, Coccoloba uvifera* y Palmas *Thrinax radiata, Coccothrinax readii.*	No se realizarán actividades de reforestación de duna, por lo que este criterio no es aplicable.
URB-51	La selección de sitios para la rehabilitación de dunas y la creación de infraestructura de retención de arena deberá tomar en cuenta los siguientes criterios: Que haya evidencia de la existencia de dunas en los últimos 20 años. Que los vientos prevalecientes soplen en dirección a las dunas. Que existan zonas de dunas pioneras (embrionarias) en la playa en la que la arena esté constantemente seca, para que constituya la fuente de aportación para la duna. Las cercas de retención deberán ser biodegradables, con una altura aproximada de 1.2 m y con 50% de porosidad y ubicadas en paralelo a la costa. Las dunas rehabilitadas deberán ser reforestadas.	No se realizarán actividades de reforestación de duna, por lo que este criterio no es aplicable. No se realizarán actividades de reforestación de duna, por lo que este criterio no es aplicable.
URB-52	En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias: • Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación. • Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación. • Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías. • Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina. • Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las	Para las actividades de manejo de las tortugas marinas, el promovente cumplirá con las acciones precautorias y las establecidas por el Hotel en el "*Programa de Manejo de Tortuga, El Cid de Cancún, Puerto Morelos, Quintana Roo*", mismas que fueron reconocidas en el 2015 por el Comité Estatal de Tortugas Marinas de Quintana Roo y el Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos – CONANP.

Criterio	Es aplicación urbana_ UGA 28	Vinculación
	siguientes medidas para la mitigación del impacto: • Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas. • Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente. • Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión. • Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal doméstico que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.	
URB-53	Las obras y actividades que son susceptibles de ser desarrolladas en las dunas costeras deberán evitar la afectación de zonas de anidación y de agregación de especies, en particular aquellas que formen parte del hábitat de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	No existen dunas costeras en el sitio del proyecto, por lo que estos criterios no son aplicables. Entre las obras del proyecto se prevé la habilitación de una terraza, la cual se colocará sobre pilotes de madera que no estarán cimentados, por lo que no serán permanentes, toda vez que ante cualquier evento meteorológico como tormenta o huracán pueden ser retirados.
URB-54	En las dunas no se permite la instalación de tuberías de drenaje pluvial, la extracción de arena, no ser utilizadas como depósitos de la arena o sedimentos que se extraen de los dragados que se realizan para mantener la profundidad en los canales de puertos, bocas de lagunas o lagunas costeras.	
URB-55	La construcción de infraestructura permanente o temporal debe quedar fuera de las dunas pioneras (embrionarias).	
URB-56	En las dunas primarias podrá haber construcciones de madera o material degradable y piloteadas (p.e. casas tipo palafito o andadores), detrás de la cara posterior del primer cordón y evitando la invasión sobre la corona o cresta de estas dunas. El pilotaje deberá ser superficial (hincado a golpes), no cimentado y deberá permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda que tenga al menos un metro de elevación respecto al nivel de la duna. Esta recomendación deberá revisarse en regiones donde hay fuerte incidencia de huracanes, ya que en estas áreas constituyen un sistema importante de protección, por lo que se	

Criterio	Es aplicación urbana_ UGA 28	Vinculación
	recomienda, después de su valoración específica, dejar inalterada esta sección del sistema de dunas.	
URB-57	La restauración de playas deberá realizarse con arena que tenga una composición química y granulometría similar a la de la playa que se va a rellenar. El material arenoso que se empleará en la restauración de playas deberá tener la menor concentración de materia orgánica, arcilla y limo posible para evitar que el material se consolide formando escarpes pronunciados en las playas por efecto del oleaje.	Los análisis granulométricos presentados en el Capítulo IV, muestran que la arena tanto de la playa como la que se pretende relocalizar es compatible en cuanto a origen, color y tamaño de grano, por lo tanto, se cumple con el presente criterio.
URB-58	Se prohíbe la extracción de arena en predios ubicados sobre la franja litoral del municipio con cobertura de matorral costero.	En el área del proyecto no existe matorral costero y no se realizará extracción de arena en predio, por lo tanto, el presente criterio no aplica.
URB-59	En las áreas verdes los residuos vegetales producto de las podas y deshierbes deberán incorporarse al suelo después de su composteo. Para mejorar la calidad del suelo y de la vegetación.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa y no se prevé la generación de residuos vegetales, por lo tanto, el presente criterio no aplica.

III.2.4. Actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos

El Centro de Población de Puerto Morelos está regulado por el Programa de Desarrollo Urbano (PDU) de este municipio creado mediante el decreto 342 del Congreso de Quintana Roo, que fue publicado el 6 de noviembre del 2015. La ubicación del proyecto con respecto a este instrumento se presenta en la **Figura III_ 5**.

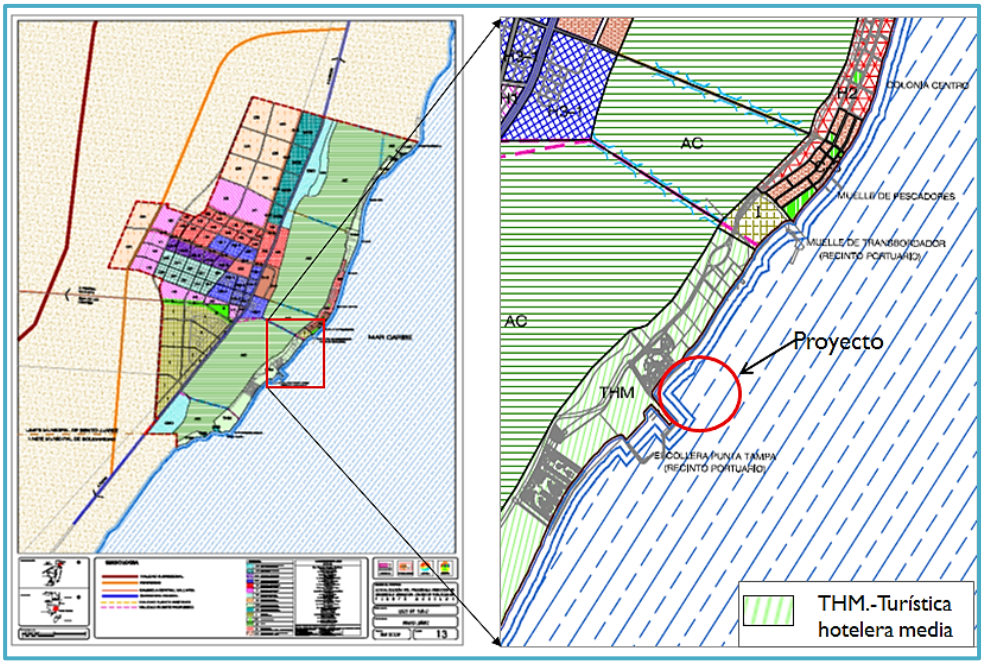


Figura III_ 5. Ubicación del proyecto en el PDU de Puerto Morelos.

El proyecto colinda con el Hotel Marina El Cid Spa & Beach Resort cuyo uso de suelo corresponde a la clave THM (Turística hotelera media) con una densidad de 50 cuartos /ha.

Debido a que este instrumento no contempla la regulación en la Zona Federal Marítimo Terrestre y a que las obras y actividades del presente proyecto se desarrollarán en la playa y zona marina adyacente, el PDU no es aplicable.

III.3. Normas Oficiales Mexicanas

III.3.1. NOM-059-SEMARNAT-2010

Esta Norma Oficial Mexicana establece el listado de especies nativas de México de flora y fauna silvestres, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio.

La presente norma 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.

En el sitio del proyecto se tienen registros de anidación de tortuga marina de las especies *Chelonia mydas y Caretta caretta*, ambas enlistadas en la Norma bajo estatus de peligro de extinción.Sin embargo, en dado caso de que las obras y actividades del proyecto se

lleguen a realizar en la temporada de anidación (mayo a octubre), las actividades exclusivamente serán diurnas, para no entorpecer el proceso de anidación de las hembras ovígeras, que es durante la noche.

III.3.2. NOM-162-SEMARNAT-2012

Esta norma establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación, con reforma publicada en el Diario oficial de la Federación el 1 de febrero del 2013 y un acuerdo publicado en el DOF el 8 de marzo del 2013, que adiciona párrafos a la especificación 6.3.

El Hotel El Cid realiza a acciones para la conservación de las tortugas marinas a través de su "*Programa de Manejo de Tortuga, El Cid de Cancún, Puerto Morelos, Quintana Roo*", mismas que fueron reconocidas en el 2015 por el Comité Estatal de Tortugas Marinas de Quintana Roo y el Parque Nacional de Arrecifes de Puerto Morelos – CONANP (anexos). En el presente año en el área del proyecto se registraron cuatro nidos, tres de tortuga blanca (*Chelonia Mydas*) y uno de tortuga caguama (*Caretta caretta*).

Durante la habilitación de las obras del proyecto como medida de mitigación y compensación el promovente coadyuvará en las acciones que realice el Hotel El CID a través de su *Programa de Manejo de Tortuga*, cumpliendo así con lo estipulado en la NOM-162-SEMARNAT-2012, misma que se vincula en la **Tabla 1**. Se prevé que al finalizar las obras del proyecto se logre una playa más apta para la anidación de tortugas, contribuyendo así en la conservación y preservación de dichas especies.

Tabla 1.Vinculación con la NOM-162-SEMARNAT-2012

Nº	Especificaciones de la norma	Vinculación con el proyecto
5	Especificaciones generales	
5.1	Las personas físicas o morales que realicen actividades de aprovechamiento no extractivo en el hábitat de anidación de tortugas marinas, deben cumplir con lo establecido en las siguientes especificaciones:	Con el desarrollo del proyecto se espera que la playa sea más apta para la anidación de tortugas, por lo que el promovente cumplirá con lo estipulado en la presente norma.
5.2	El cumplimiento de las especificaciones de la presente Norma Oficial Mexicana, no exime el procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental, en los casos en que resulte aplicable.	El promovente someterá a evaluación la MIA-P para obtener la autorización en materia de impacto ambiental, por lo que se cumple con esta especificación.
5.3	Los accesos al hábitat de anidación, tratándose de Áreas Naturales Protegidas, quedan sujetos a lo dispuesto en los Programas de Manejo correspondientes o, en su caso a los accesos que establezca la Dirección del Área Natural Protegida.	El proyecto se encuentra fuera de un ANP, por lo que la presente especificación no aplica.

Nº	Especificaciones de la norma	Vinculación con el proyecto
5.4	En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias:	Durante la temporada de tortugas, el promovente cumplirá con las medidas precautorias estipuladas que le apliquen.
5.4.1	Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el área de anidación.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa, no realizará actividades que afecten la vegetación nativa, ni manejo de especies exóticas, cumpliendo con la presente prohibición.
5.4.2	Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación	El proyecto no contempla acciones sobre la comunidad vegetal nativa, pero si favorecerá la dinámica de acumulación de arena en la playa, cumpliendo con la presente prohibición.
5.4.3	Retirar de la playa, durante la temporada de anidación cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar o enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías.	Al finalizar el día laboral se retirará de la playa cualquier objeto que afecte a las tortugas marinas, cumpliendo con la presente prohibición.
5.4.4	Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación, o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.	Las actividades del proyecto se realizan en horario diurno, por lo que no se requiere el uso de equipos o instalaciones que generen luz, cumpliendo con la presente prohibición.
5.4.5	Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto: a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas. b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente. c) Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.	
5.4.6	Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.	Durante los trabajos del proyecto no se contempla el ingreso de vehículos motorizados a la Zona Federal Marítimo Terrestre, cumpliendo con la presente prohibición.
6	Especificaciones de manejo	
6.1	Las personas físicas o morales que realicen actividades de manejo con tortugas marinas y sus derivados en el hábitat de anidación, deben tramitar previamente la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre correspondiente ante la Secretaría de acuerdo a lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento, sin perjuicio de las demás disposiciones jurídicas aplicables.	El proyecto consiste en el mejoramiento de la playa y no se realizará actividades de manejo de las tortugas marinas.

Nº	Especificaciones de la norma	Vinculación con el proyecto
6.2	Las actividades de manejo de tortugas marinas en playas de anidación dentro de Áreas Naturales Protegidas, deben apegarse al Decreto y al Programa de Manejo correspondientes.	El proyecto se encuentra fuera de un ANP, por lo que la presente especificación no aplica.
6.3	Las personas físicas o morales que realicen actividades de manejo con tortugas marinas (…) podrán solicitar la intervención de las autoridades competentes cuando la emisión de ruido proveniente de fuentes antropogénicas, en las playas o cercanas a las playas, sobrepase" los 58 decibeles de 7:00 a 13:59 horas, los 60 decibeles de 14:00 a 19:00 horas, o los 55 decibeles de 19:00 a 6:59 horas.	Las actividades del proyecto no excederán los niveles de ruido mencionado en esta especificación, por lo que el promovente cumplirá con lo establecido.
6.4	La incubación en las playas de anidación sólo puede realizarse de dos formas: *a)* Natural o *in situ* b) Vivero o Corral (por excepción)	En caso que durante la habilitación de las obras del proyecto anide una tortuga marina en la playa, se dará aviso inmediato al personal del Hotel El Cid, cumpliendo con lo establecido en las presentes especificaciones.
6.5	En las playas de anidación la incubación debe darse de manera natural (*in situ*), y sólo por excepción (depredación, saqueo, inundación fuera de control) se realizará la reubicación de nidadas en vivero o corral. En caso de riesgo inminente (eventos meteorológicos extraordinarios y contaminación), se aplicará lo previsto en las medidas de contingencia del Plan de Manejo, en cumplimiento con la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre otorgada por la Secretaría.	
6.6	En las playas de anidación de tortugas marinas se deben establecer las siguientes medidas:	
6.7	Incubación natural o *in situ*	
6.8	Incubación en vivero o corral (por excepción)	
6.9	Observación de tortugas marinas en su hábitat de anidación.	

III.4. Áreas Naturales Protegidas

El proyecto no se encuentra dentro de ningún Área Natural Protegida. En la **Figura III_6** se puede apreciar la ubicación del proyecto en relación al polígono de ANP "Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos" que también es un Sitio RAMSAR cuyo límite se localiza a mas de 450 m al Este del área propuesta para los rompeolas y a aproximadamente 60 m del Sistema Ambiental. El proyecto no se contrapone con lo establecido en esta ANP.

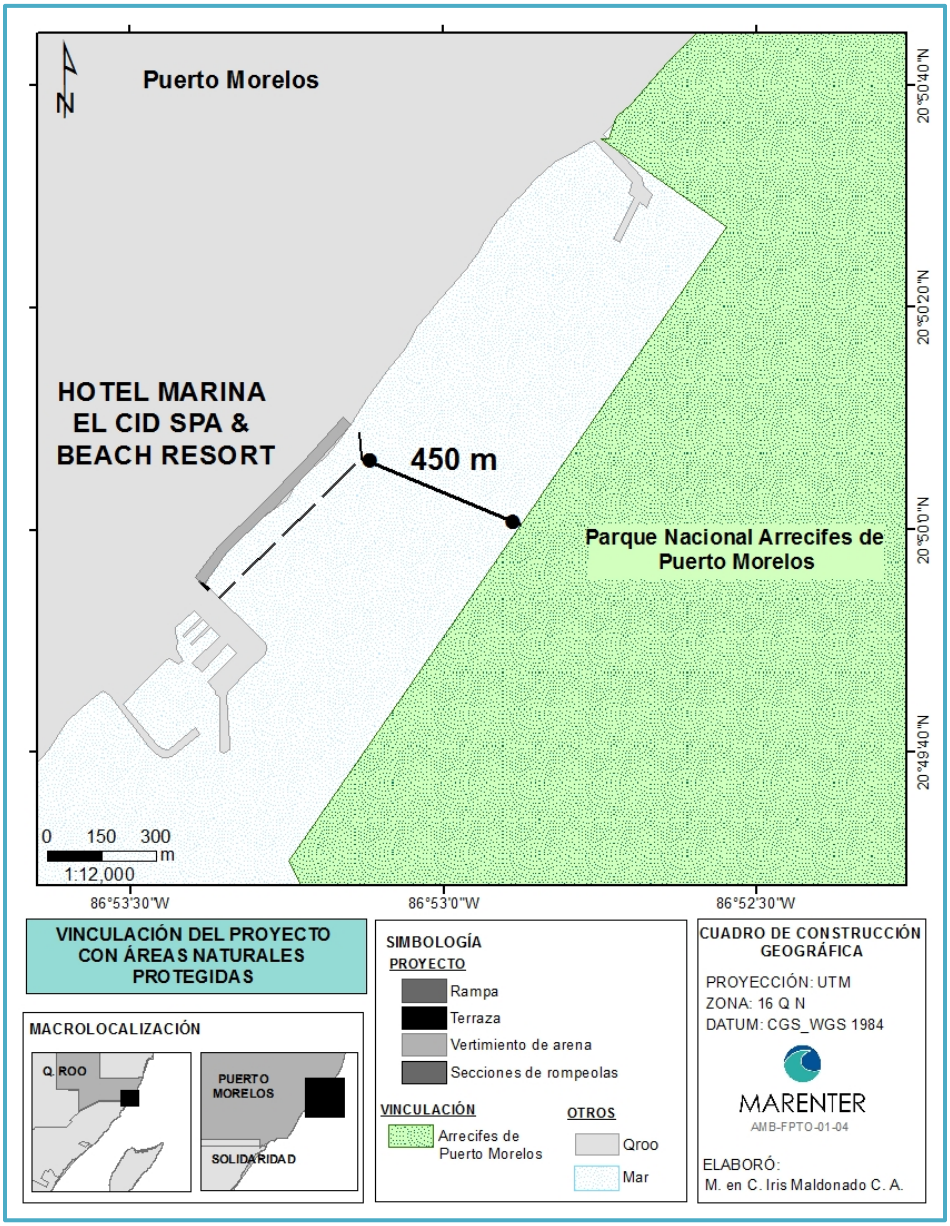


Figura III_ 6. Ubicación del proyecto en relación al ANP más cercana.

III.5. Áreas de importancia para la conservación de las aves

En México existen 230 Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS), el Sistema Ambiental del proyecto incide en el AICA SE-32 cuya ficha técnica se presenta en la **Tabla III_ 11**.

El AICA SE-32 cruza el sistema ambiental del proyecto y las obras se encuentran al Sur, fuera del área ésta **(Figura III_ 7)**. Se considerá que el proyecto no contribuye con la problemática del Área de la Importancia de la Conservación de las Aves ya que se

desarrollará en la zona de playa y área marina, no obstante se tomarán las medidas de mitigación y prevención necesarias por los impactos que el proyecto pudiera causar al ambiente.

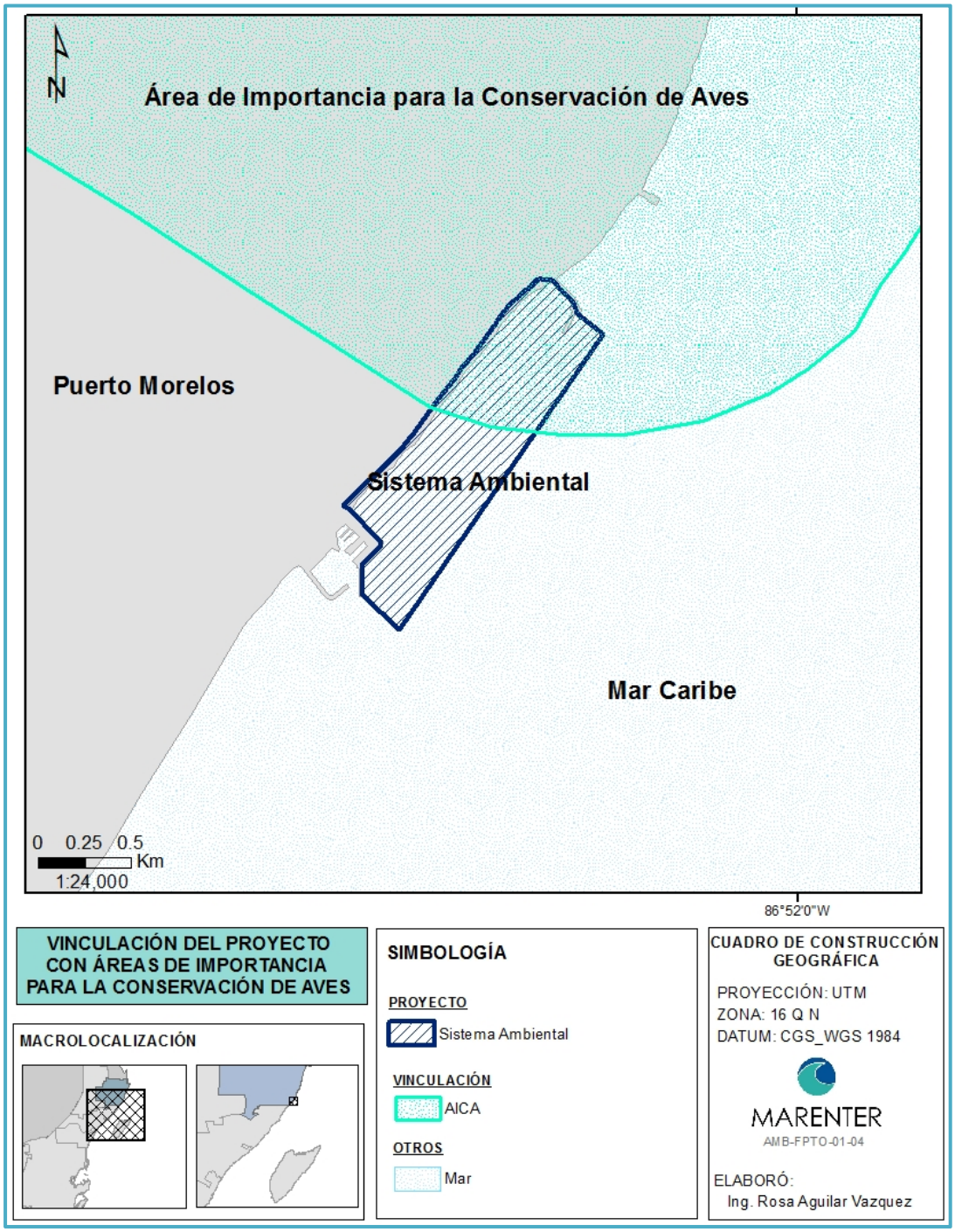
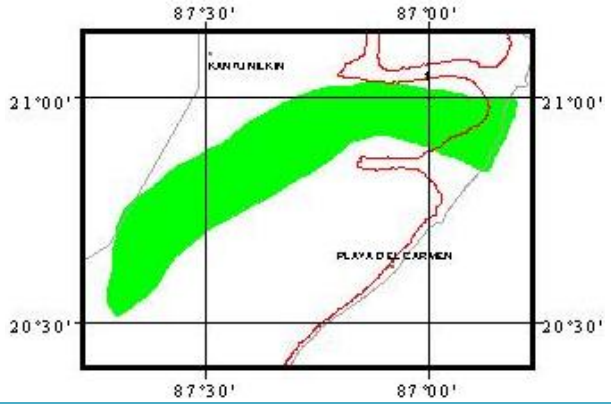


Figura III_ 7. Área de Importancia para la conservación de las aves (AICAS).

Tabla III_ 11. Área de importancia para la conservación de las aves SE-32.

AICA Corredor Central Vallarta-Punta Laguna	
Estado	Quintana Roo
Tenencia de la tierra	Ejidal y privada
Uso de la tierra y cobertura	Ganadería , forestal, turismo, y agricultura
Amenazas	Deforestación, agricultura ganadería, turismo e introducción de especies exóticas.
Descripción	Es una zona de remanentes de selvas medianas subperennifolias y Akalchés (selvas inundables) continuos. Es el área de ocurrencia de especies incluidas en la NOM-059 y CIPAMEX con registros recientes, como *Ciccaba nigrolineata.*
Justificación	Funciona como un corredor de enlace entre la Reserva de Sian Ka'an en Quintana Roo y el estado de Yucatán. La porción más occidental de este tipo de vegetación funciona como reserva ejidal reconocida regionalmente y está propuesta para ser incluida en el SINAP. En la zona existen colonias del mono araña (población restringida a Punta Laguna). Actualmente se llevan a cabo estudios de comportamiento en el área.
Vegetación:	Según Rzedowski (1970) Bosque tropical perennifolio, subcaducifolio.
Categorías a las que aplica:	G-2 *Icterus auratus, Agriocharis ocellata, Amazona xantholora.* MEX-1 *Sarcoramphus papa, Amazona xantholora, Geranospiza caerulescens, Dendrocyncla anabatina.*
Ubicación:	

III.6. Regiones Prioritarias

III.6.1. Regiones Hidrológicas Prioritarias

La zona terrestre donde se ubica el proyecto se encuentra en la Región Prioritaria Hidrológica 105 Corredor Cancún – Tulum (**Figura III_ 8**) cuyas características principales se presentan en la

Tabla III_ 12.

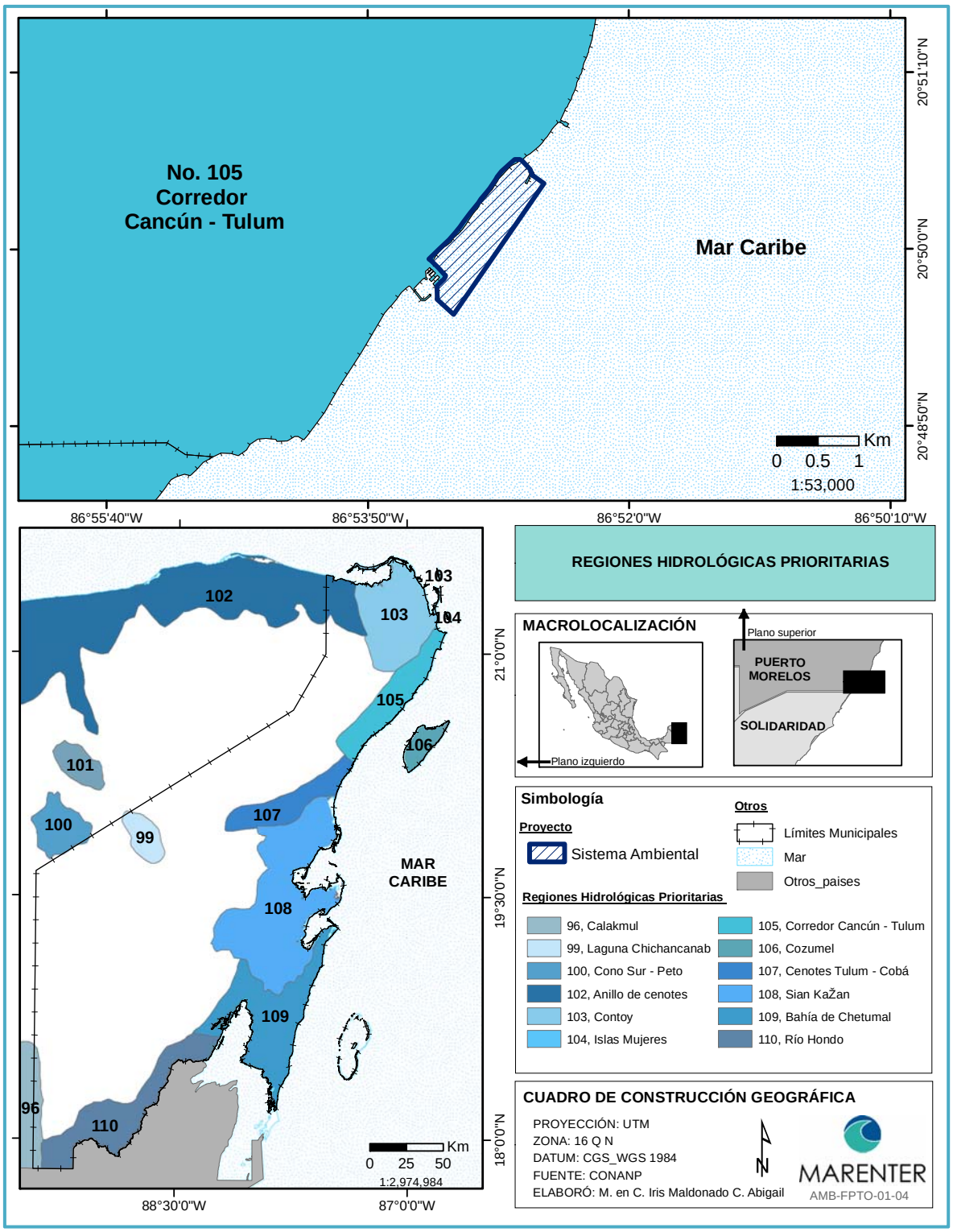


Figura III_ 8. Regiones Hidrológicas Prioritarias.

Tabla III_ 12. Ficha técnica de la Región Hidrológica Prioritaria 105.

Región Prioritaria Hidrológica 105 Corredor Cancún – Tulum	
Estado:	Quintana Roo
Extensión:	1,715 km^2
Polígono:	Latitud 21°10'48" - 20°20'24" N Longitud 87°28'12" - 86°44'24" W
Recursos hídricos principales	
Lénticos:	Lagunas de Chakmochuk y Nichupté, cenotes, estuarios, humedales
Lóticos:	Aguas subterráneas
Limnología básica:	ND
Geología/Edafología:	Suelos tipo Litosol, Rendzina y Solonchaks. Los suelos se caracterizan por poseer una capa superficial abundante en humus y fértil, que descansa sobre roca caliza.
Características varias:	Clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 26-28 ºC. Precipitación total anual 1000-2000 mm.
Principales poblados:	Cancún, Playa del Carmen, Pto. Morelos, Tulum, Akumal, Xel-Ha
Actividad económica principal:	Turismo, forestal y pecuaria
Indicadores de calidad de agua:	ND
Biodiversidad:	Tipos de vegetación: selva mediana subperennifolia, selva baja perennifolia, selva baja inundable, manglar, sabana, palmar inundable y vegetación de dunas costeras. Diversidad de hábitats: estuarios, humedales, dunas costeras, caletas, cenotes y playas.
Flora característica:	*Acacia globulifera,* tasiste *Acoelorrhaphe wrightii, Annona glabra, Atriplex cristata, Bactris balanoidea,* ramón *Brosimum alicastrum*, *Bucida buceras,* chaca…. etc.
Fauna característica:	Crustáceos como el misidáceo *Antromysis (Antromysis) cenotensis*; el anfípodo *Tulumella unidens*; el palemónido *Creaseria morleyi;* los decápodos *Typhlatya mitchelli* y *T. pearsei*; los copépodos *Arctodiaptomus dorsalis, Eucyclops agilis, Macrocyclops albidus, Mastigodiaptomus texensis, etc.*
Aspectos económicos:	Pesquerías de caracol y langosta. Cultivo de peces en la laguna de Nichupté. Turismo y ecoturismo. Porcicultura en Pto. Morelos.
Problemática:	-Modificación del entorno: perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, desforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales. - Contaminación: aguas residuales y desechos sólidos. - Uso de recursos: pesca ilegal en la laguna de Chakmochuk y plantaciones de coco *Cocos nucifera tasiste*.
Conservación:	Se necesita restaurar la vegetación, frenar la contaminación de acuíferos y dar tratamiento a las aguas residuales. Se desconoce la influencia de afloramientos de agua en la zona de la laguna de Nichupté. Están considerados Parques Nacionales Punta Cancún, Punta Nizuc y Tulum. El Parque Nacional Tulum está siendo afectado por la construcción urbana, el saqueo de material vegetal, la construcción de un tren turístico, la presencia de puestos comerciales de artesanías para los turistas y la gran

Región Prioritaria Hidrológica 105 Corredor Cancún – Tulum	
	cantidad de basura arrojada a las zonas de manglar y de selva mediana subperennifolia.
Grupos e instituciones:	El Colegio de la Frontera Sur; PRONATURA; DUMAC; Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN; Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM; Universidad Autónoma de Yucatán; Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán; Instituto Nacional de Ecología, Comisión Nacional del Agua, SEMARNAT.

El proyecto no contribuye con la problemática de la Región Hidrológica Prioritaria 105 ya que se desarrollará en la zona de playa y área marina, no obstante se tomarán las medidas de mitigación y prevención necesarias por los impactos que el proyecto pudiera causar al ambiente.

III.6.2. Región Marina Prioritaria

La zona donde se ubica el proyecto pertenece a la región marina prioritaria número 63 Corredor Punta Maroma-Punta Nizuc (**Figura III_ 9**) cuyas características principales se muestran en la **Tabla III_ 13**. Tiene una extensión de 1,005 km² su problemática, según se refiere a la modificación del entorno por tala de manglar, relleno de áreas inundables (pérdida de permeabilidad de la barra), remoción de pastos marinos, construcción sobre bocas, modificación de barreras naturales; daño al ambiente por embarcaciones pesqueras, contaminación por descargas urbanas, así como falta de condiciones de salubridad (Arriaga *et. Al.*, 1998).

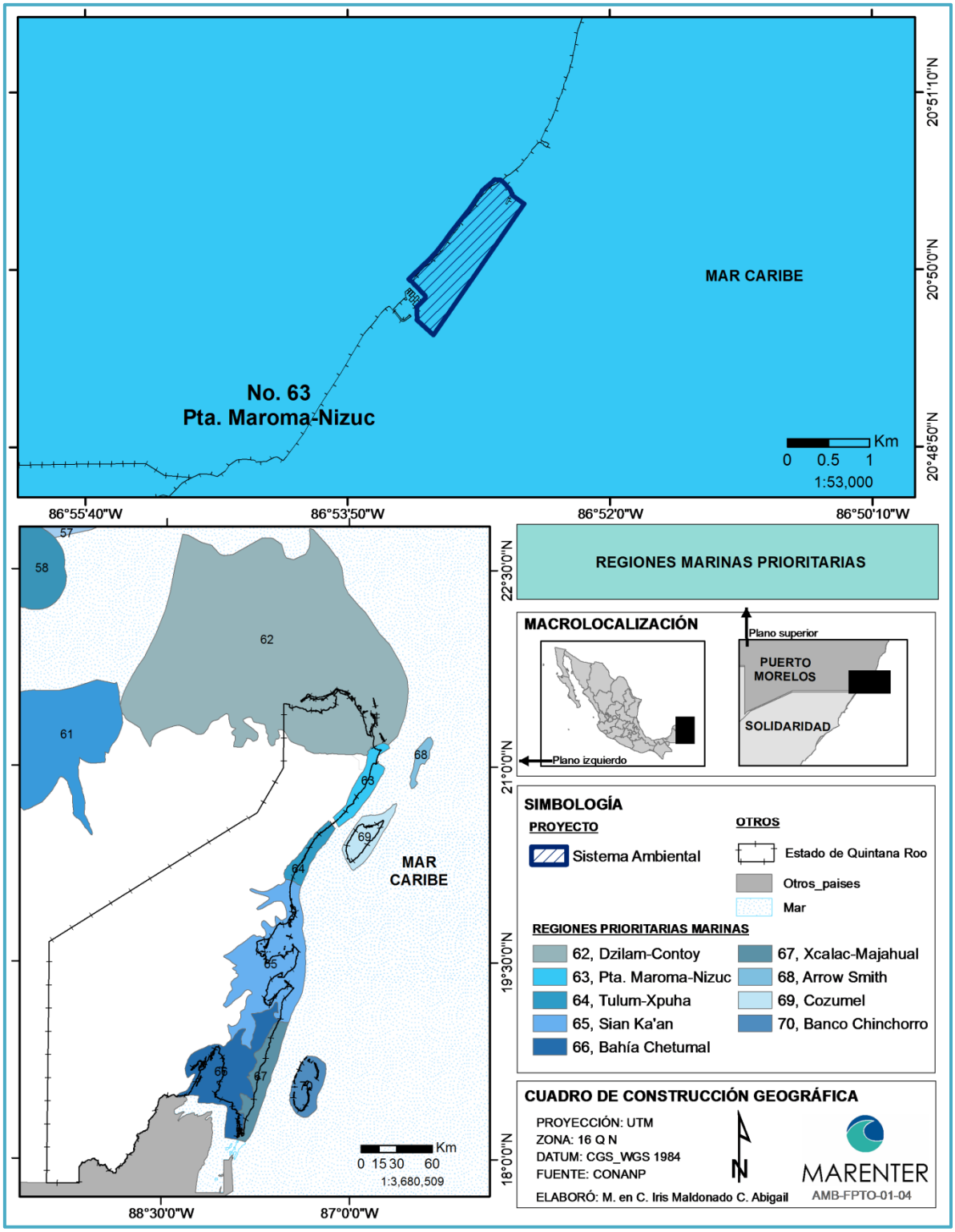


Figura III_ 9. Regiones Marinas Prioritarias.

Tabla III_ 13. Ficha técnica de la Región Marina Prioritaria.

Región Marina Prioritaria 63 Punta Maroma-Punta Nizuc	
Estado:	Quintana Roo
Extensión:	1 005 km^2
Polígono:	Latitud. 21°11'24" a 20°32'24" Longitud. 87°7'48" a 86°40'12"
Clima:	Cálido subhúmedo con lluvias en otoño. Temperatura media anual 22-26°C. Ocurren tormentas tropicales, huracanes, nortes.
Geología:	Placa de Norteamérica, rocas sedimentarias, plataforma amplia.
Descripción:	Arrecifes, lagunas, playas, dunas costeras, estuarios.
Oceanografía:	Predomina la corriente de Yucatán. Oleaje variable. Aporte de agua dulce por lagunas. Hay giros y contracorriente.
Biodiversidad:	Moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, esponjas, corales, artrópodos, tortugas, peces, aves, mamíferos marinos, manglares, selva baja inundable. Zona de reproducción de tortugas y merostomados.
Aspectos económicos:	Zona de poca pesca organizada en cooperativas y libres. Se explotan crustáceos y peces. Crianza de peces en la laguna Nichupté. Turismo de alto impacto, ecoturismo y buceo. Hay porcicultura en Puerto Morelos, Quintana Roo.
Problemática:	~ Modificación del entorno: por tala de manglar, relleno de áreas inundables (pérdida de permeabilidad de la barra), remoción de pastos marinos, construcción sobre bocas, modificación de barreras naturales. Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras, mercantes y turísticas. Existe desforestación (menor retención de agua) e impactos humanos (Cancún y otros desarrollos turísticos). Blanqueamiento de corales. ~ Contaminación: por descargas urbanas y falta de condiciones de salubridad. ~ Uso de recursos: presión sobre peces (boquinete) y langostas. Pesca ilegal en la laguna Chakmochuk; campamentos irregulares en el área continental del Municipio de Isla Mujeres. ~ Especies introducidas de *Cassuarina* spp y *Columbrina* spp.
Conservación:	Ya están protegidos los arrecifes de Puerto Morelos; se recomienda dar impulso a su plan de manejo y a su bonificación. La laguna de Nichupté debería estar sujeta a normas de uso y protección.
Grupos e instituciones:	UNAM (ICMyL-Pto. Morelos), INP (CRIP-Pto. Morelos), IPN (Cinvestav-Mérida), Ecosur, CICY, Amigos de Sian Ka´an A.C, Gema.

Al respecto el proyecto no contribuye con la problemática de estas áreas en ninguna de sus etapas, ya que el proyecto no se encuentra en áreas de manglar ni modificará barreras naturales. Por otra parte se tomarán las medidas de mitigación y prevención necesarias para no contribuir a la problemática que la región marina presenta, así como prevenir y mitigar los impactos que el proyecto pueda causar al medio ambiente. Estas medidas se pueden observar en el Capítulo VI del presente estudio de impacto ambiental.

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

El propósito de este apartado es reflejar el comportamiento de las interacciones de las actividades y tendencias del proyecto, así como su influencia en el Sistema Ambiental, utilizando los sistemas de información geográfica.

El sitio donde se realizarán las actividades de recuperación de playa, se encuentra ubicado a un costado de la Marina El Cid y en la zona infralitoral frente al hotel del mismo nombre.

Estudios realizados en la zona del proyecto demostraron que la desviación del transporte litoral ha sido causado por dos grandes obras, el Muelle fiscal y la Marina El Cid, debido a que han provocado que se produzcan corrientes de retorno que impiden la distribución de sedimentos formadores de playa a lo largo de la línea costera, modificando el patrón de circulación dispersión y depósito de sedimentos finos (Desarrollo Turístico Morelos S.A. de C.V.,2005) Las condiciones del sitio aumentan la energía del oleaje que llega a la costa propiciando condiciones erosivas y dejando al descubierto la roca calcárea en la parte cercana a la costa.

El motivo de este proyecto es mejorar la playa, se relocalizará arena mediante bombeo hidráulico y se estabilizará por medio de rompeolas que mitigarán la incidencia del oleaje; de esta manera se conseguirá una zona que cuente con condiciones similares a las que se encontraba antes de la construcción de infraestructura (muelle y marina) y del paso de huracanes.

IV.1. Delimitación del área de estudio

Un Sistema Ambiental (SA) se define como un conjunto estructurado de componentes variables dentro del espacio geográfico conformado por un ecosistema o conjunto de ecosistemas, comprendidos como unidades funcionales, cuya interacción comprende los subsistemas culturales, económicos y sociales operando como un todo.

Para efecto de la delimitación del sistema ambiental, existen diversos criterios y metodologías aplicadas entre los que se encuentran:

1. Ecosistemas homogéneos.
2. Zonificaciones de instrumentos de política ambiental (UGA's), en caso de que existan programas de ordenamientos ecológicos.
3. Límites de uso del suelo existentes y fronteras de perturbación antrópica.
4. Comportamiento del patrón hidrológico superficial en la conformación de cuencas, subcuencas y microcuencas.

5. Alcance del efecto de un impacto ambiental significativo o relevante.
6. Cumplimiento de disposiciones normativas en materia ambiental que definen áreas geográficas de estudio.

La delimitación del **Sistema Ambiental (SA)**, incluyó los criterios anteriores y se consideró determinarlo con base a la identificación de fronteras de perturbación antropogénicos (Muelle Fiscal y la Marina El Cid) debido a que de alguna manera son limitantes de la disposición de arena en el área del proyecto y a las condiciones ambientales similares que existen en esta zona (**Figura IV_ 1**).

Los límites del SA son los siguientes:

1. Noreste el Muelle fiscal.
2. Este: Mar Caribe, a una distancia de la playa de aproximadamente 500 m.
3. Suroeste: por la Marina El Cid.
4. Oeste: Linderos de predios colindantes con la playa.

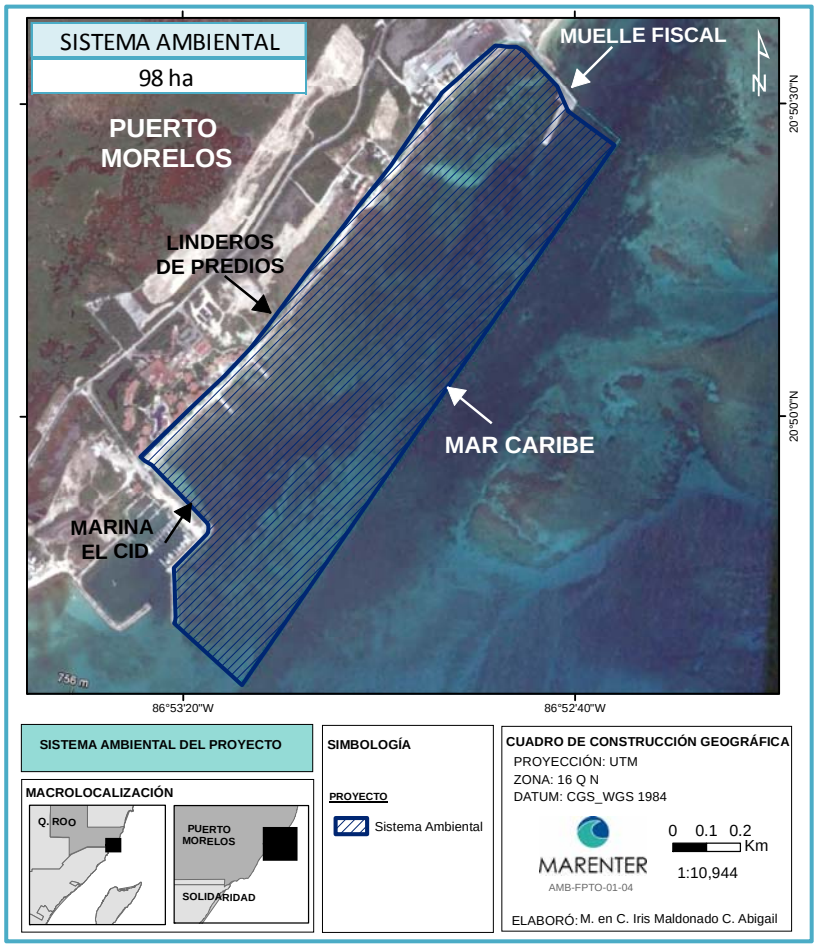


Figura IV_ 1. Delimitación del Sistema Ambiental del proyecto.

El SA ocupa una superficie de **98 ha**, dentro de ésta, el proyecto tendrá su influencia y además será el marco de referencia para la identificación y evaluación de los impactos generados en las actividades de cada una de las etapas, así como la propuesta de medidas de mitigación, asegurando que con su implementación se reduzcan sus efectos.

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental

IV.2.1. Aspectos abióticos

IV.2.1.1. Clima

El clima de la localidad donde se desarrollará el proyecto es Aw0 (x'), de acuerdo a la clasificación de Köppen (modificada por García, 1982) es un clima cálido subhúmedo (**Figura IV_ 2**).

El estado de Quintana Roo se ubica en una zona intertropical de baja altitud y sujeto a la influencia de los vientos alisios que favorecen el ingreso continuo de humedad desde el Mar Caribe, por lo que su temperatura es de tipo tropical y las precipitaciones abundantes. Asimismo, su situación latitudinal lo hace proclive a la influencia de las masas de aire frío continental, que en los meses de invierno descienden desde el Norte.

Temperatura

La zona del proyecto se ubica en la isoterma de los 26ºC con respecto a la temperatura media anual (**Figura IV_ 3**). La oscilación diaria entre temperaturas máximas y mínimas es de algunos grados durante casi todos los meses del año. La temperatura en invierno es menor a los 20ºC y en el verano se han registrado temperaturas extremas hasta de 39ºC.

Precipitación

La precipitación se registra durante todo el año con valores máximos de 200-230 mm (promedio mensual) en los meses de junio, julio, agosto y septiembre. La precipitación mínima corresponde a los meses de marzo y abril, con un promedio mensual de 30-45 mm. El Sistema Ambiental del proyecto se ubica en la isoyeta de 1100 mm (). Durante la mayor parte del año el cielo se encuentra medio nublado con formaciones columbiformes (de desarrollo vertical) que generan chubascos frecuentes.

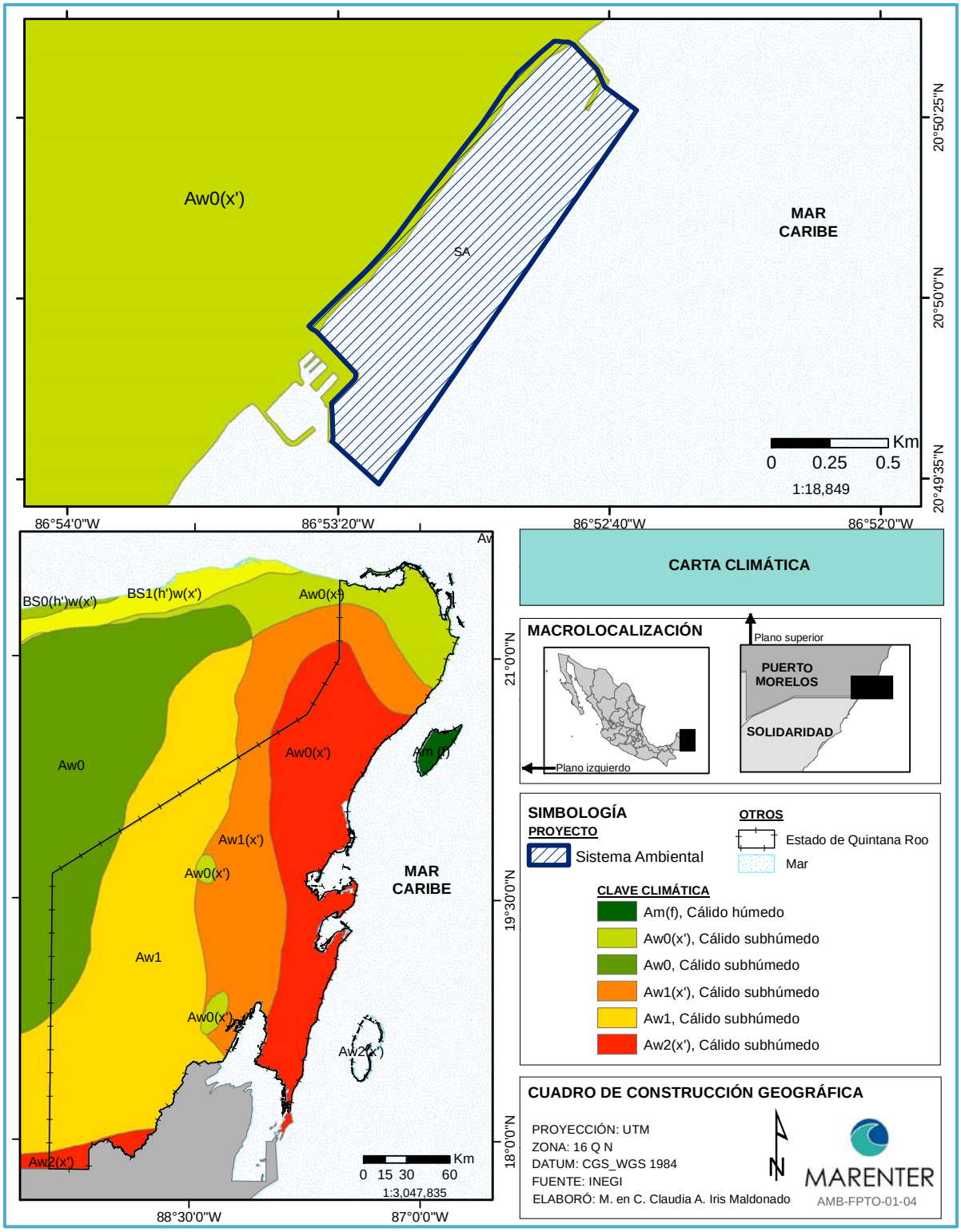


Figura IV_ 2. Clima del Sistema Ambiental del proyecto.

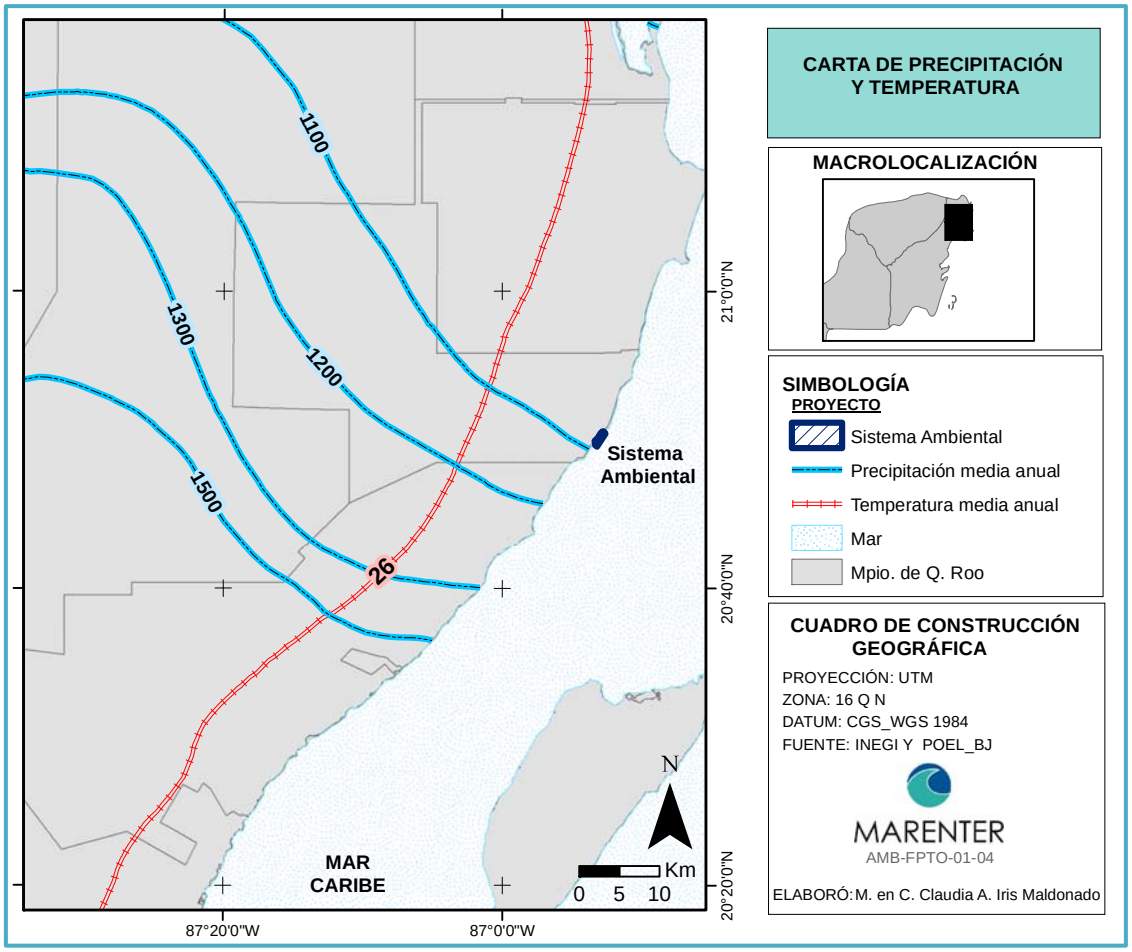


Figura IV_ 3. Temperatura y precipitación media anual del Sistema Ambiental del proyecto.

Vientos predominantes

En el Caribe los vientos dominantes son los alisios que se presentan casi todo el año con dirección del Este al Oeste o Suroeste con velocidades entre 15 y 20 nudos. Durante los meses de invierno, el área comprendida entre el Golfo de México y la parte occidental del Caribe, se ve afectada por líneas frontales de baja temperatura que generan vientos del Noroeste, lluvias moderadas y disminución en la temperatura. La intensidad de los vientos provoca marejadas considerables y alteraciones al patrón de circulación marina, fenómenos que tienden a generar erosión de playas.

La brisa terrestre se presenta por una disminución en la velocidad de los vientos alisios durante la noche y en las primeras horas de la mañana. Durante el día se manifiesta una aceleración en la velocidad del viento. Ocasionalmente se presentan vientos del Oeste

después del paso de un frente frío o cuando se aproxima alguna perturbación ciclónica tropical (SEMAR, 2013).

La zona costera de Quintana Roo por su ubicación geográfica está expuesta regularmente a la incidencia de eventos meteorológicos periódicos, los principales fenómenos son los nortes, las tormentas tropicales y los huracanes.

La temporada de huracanes y tormentas tropicales 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 hasta marzo se presentan los nortes que son masas de aire polar que atraviesan la Península de Yucatán, con velocidades promedio de hasta 20 Km/h, pudiendo superarla y alcanzar los 100 Km/h por breves períodos de tiempo. Estos fenómenos hacen que la temperatura descienda y generalmente son acompañados de lluvias de intensidad variable pero inferiores a las lluvias de verano.

IV.2.1.2. Geología y geomorfología

El área del proyecto pertenece a la provincia fisiográfica de la Península de Yucatán. El terreno en la península es predominante plano. Su altitud promedio es menor a 50 msnm y solo en el centro-sur pueden encontrarse elevaciones hasta de 350 msnm (INEGI, 2008).

Esta provincia a su vez se divide en tres subprovincias:

1. Karso Yucateco: Es una llanura con piso rocoso o cementado y con hondonadas someras.
2. Karso y Lomeríos de Campeche: compuesta por lomeríos bajos con hondonadas.
3. Costa Baja de Quintana Roo que se define como una llanura inundable con piso cementado y salino.

El sistema ambiental se localiza dentro del karso yucateco (**Figura IV_ 4**) que es una planicie formada por una losa calcárea con ligera pendiente descendente hacia el Oriente, tiene una altura media de 5 msnm y 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.

La región inició su desarrollo geomorfológico durante el terciario superior con la emersión de una secuencia carbonatada que dio origen a un terreno rocoso, suavemente ondulado, caracterizado por la existencia de numerosos cenotes y cavernas de disolución.

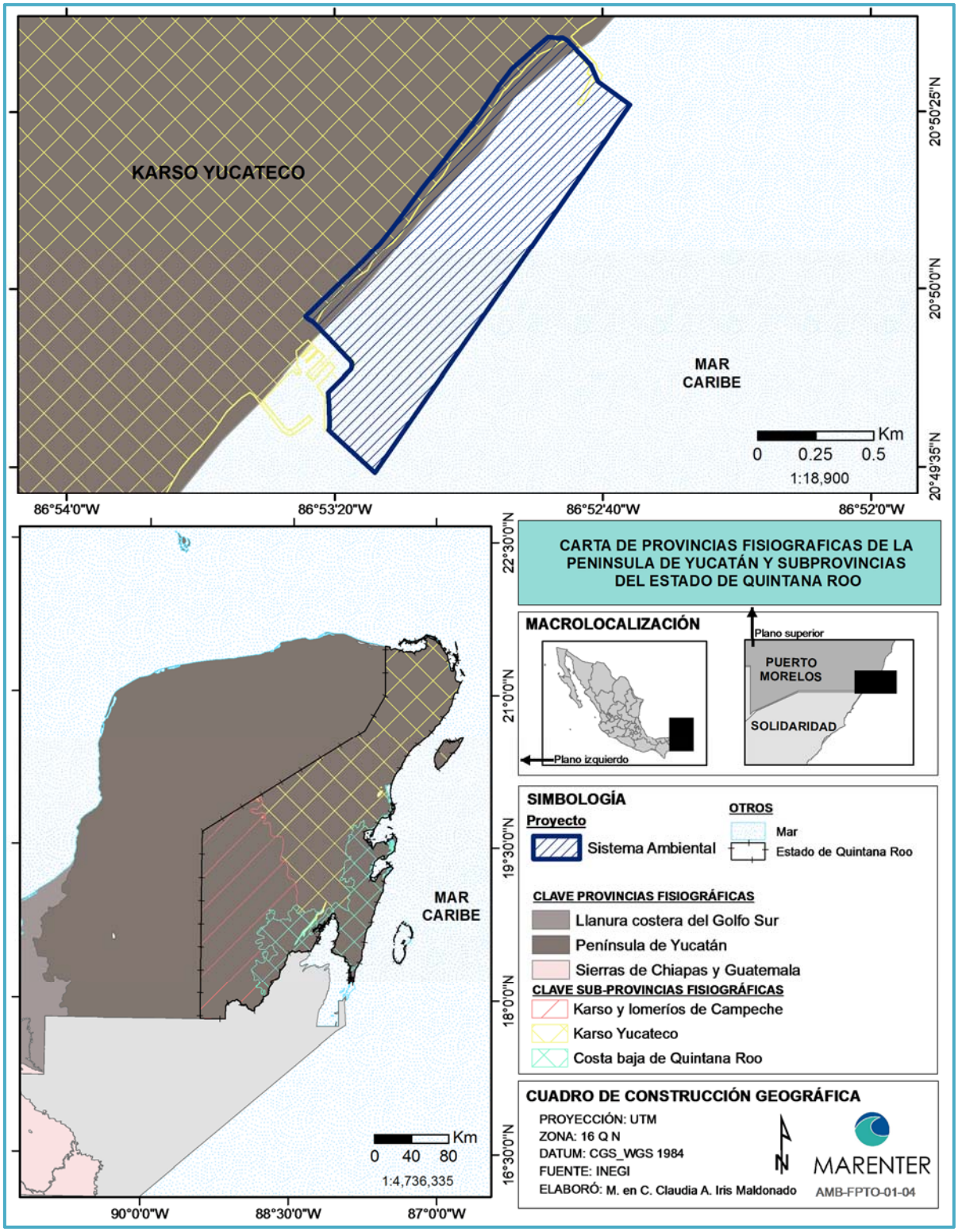


Figura IV_ 4. Provincias y subprovincias fisiográficas de la Península de Yucatán y Sistema Ambiental del proyecto.

Relieve

La zona costera de Puerto Morelos se caracteriza por presentar un relieve muy escaso y por la ausencia de ríos superficiales, resultado de la naturaleza kárstica del terreno. La zona costera está delimitada hacia la parte terrestre por bermas del pleistoceno de aproximadamente 10 m de altura, y hacia el mar por una barra arenosa de 2-3 m de altura con un ancho de 100-200 m que constituye la línea de costa actual, la cual se ha modificado, hacia el Norte llega a 50 m, sin embargo al Sur del muelle fiscal ha disminuido considerablemente.

IV.2.1.3. Suelos

El grado de erosión del suelo en la Península es alto, no se encuentra bien consolidado por lo tanto es muy inestable. Durante la temporada de lluvias el terreno es percolado hacia los niveles interiores, dejando al descubierto zonas de laja o de saascab comprimido.

Puerto Morelos presenta el tipo de suelo Litosol como primario, mientras que en la porción Oriental donde existen ecosistemas costeros y de manglar, los suelos presentes son: litosol con redzina, solonchack órtico, solonchack gléyico, gleysol mólico y regosol carcárico.

Los tipos de suelo presentes en el Sistema Ambiental corresponden a la asociación I+Rc+E/2, litosol, regosol calcárico y redzina de textura media (**Figura IV_ 5**).

IV.2.1.4. Hidrología superficial

En el estado de Quintana Roo existen dos Regiones Hidrológicas (RH) la 32 Yucatán Norte y la 33 Yucatán Este que se distribuyen sobre los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán (INEGI, 2002).

La RH 32 Yucatán Norte abarca parte de Quintana Roo, Yucatán y Campeche con un total de 56,443 km². Presenta dos cuencas denominadas: 32A Quintana Roo y 32 B Yucatán, siendo en la primera cuenca donde se encuentra el área de estudio.

Como ocurre en casi toda la península no existen corrientes de agua superficiales en esta porción del estado, con excepción del Río Hondo. Debido a la gran capacidad de infiltración y mínima pendiente topográfica, alrededor del 80% de la precipitación pluvial se infiltra y el otro 20% en su mayoría es absorbido por las plantas y suelos. La acumulación de aguas pluviales en la matriz rocosa de la península, ocasiona una diferencia de niveles hidrostáticos que determina un flujo subterráneo de tierra al mar.

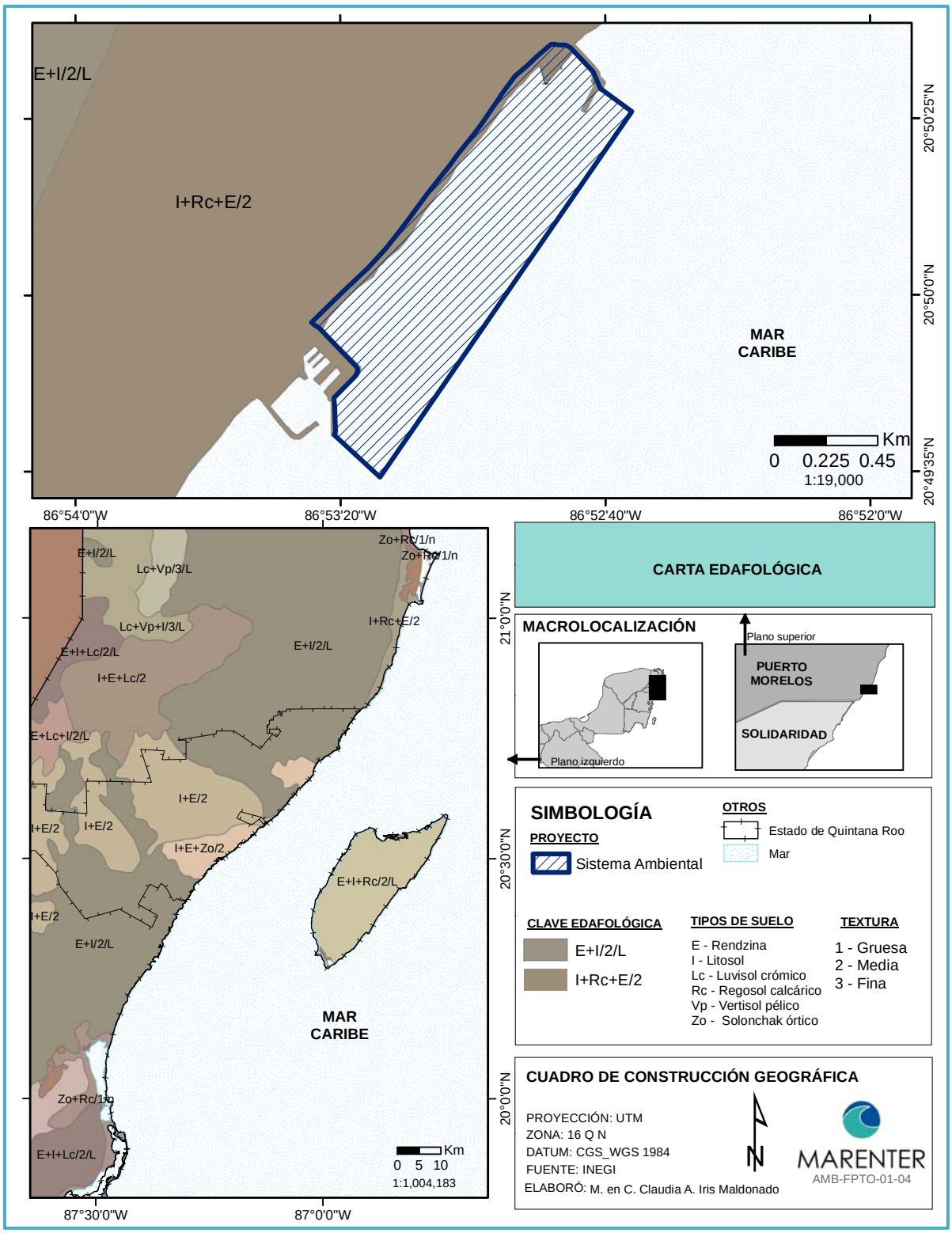


Figura IV_ 5. Tipos de suelo de la Península de Yucatán y del Sistema Ambiental del proyecto.

IV.2.1.5. Hidrología subterránea

En el estado de Quintana Roo de acuerdo con la división nacional existen tres acuíferos para la administración del agua, pero para fines prácticos se considera como uno solo del cual se extrae 100% de agua subterránea para todos los usos.

El acuífero de Quintana Roo es de tipo freático, tiene poca profundidad y tiene características hidráulicas heterogéneas; se encuentra en rocas calizas del Terciario - Cuaternario y depósitos de mineral de este último periodo; presenta permeabilidad alta en material consolidado en la mayor parte de la entidad, excepto en la parte Sureste y una pequeña franja al Norte con material no consolidado que son de permeabilidad media (INEGI 2002).

Existen cuatro zonas geohidrológicas propuestas en la reglamentación del acuífero en el estado de Quintana Roo las cuales son: Cerros y Valles, Cuencas Escalonadas, Planicie Interior y Costas Bajas. A su vez se clasifican en dos grupos: consolidados y no consolidados.

La zona de Costas Bajas abarca el 27.1% de la superficie del estado y está compuestas por calizas del Mioceno, Terciario Superior y del Cuaternario; incluye depósitos recientes sin consolidar, tales como arenas de playa. Estas zonas son de alta permeabilidad, lo que se manifiesta en la formación de una delgada capa de agua dulce sobre la salada.

El proyecto se localiza en la zona hidrológica de Costas Bajas, perteneciente al grupo de unidad de material no consolidado con posibilidades bajas, esta unidad de material se encuentra distribuida en las costas del estado, así como también en los municipios de Othón P. Blanco y Felipe Carrillo Puerto. Está compuesta por depósitos detríticos cuaternarios formados por arcillas, limos, arenas, gravas, materia orgánica y lodo calcáreo. Sus espesores son reducidos por lo que no son capaces de conformar acuíferos, por lo que esta unidad sobreyace a las rocas calcáreas que funcionan como acuíferos de tipo libre.

IV.2.1.6. Descripción general de zona marina

El medio marino de las costas de Quintana Roo, está dominado por la Corriente de Yucatán que fluye paralela a la costa proveniente del Sur. Las aguas costeras tienen carácter oceánico, con bajos niveles de nutrientes (son oligotróficas), gran estabilidad vertical y alta transparencia (Merino & Otero, 1991).

La zona costera del Estado de Quintana Roo constituye una franja litoral de 865.22 km de longitud, con una escasa amplitud de entre 40 y 400 m. Sus límites son al Este con el Mar Caribe y al Oeste con humedales. Esta franja constituye un complejo de barreras y

planicies, en donde las barreras se encuentran paralelas al litoral y están constituidas por arenas y gravas acumuladas por efecto del viento, oleaje y mareas.

De manera particular, la zona de estudio cuenta con una barrera estrecha de arena y afloramiento de laja calcárea debido a factores erosivos. El Norte del Estado y por ende el Sistema Ambiental, poseen una costa básicamente erosiva que se caracteriza por presentar una plataforma consolidada y por tener zonas con arenas finas y salientes rocosas.

IV.2.1.7. Corrientes marinas y costeras

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.

Esta corriente está caracterizada por aguas cálidas y salinas, que al pasar por el Canal de Yucatán reciben el nombre de Corriente de Yucatán (**Figura IV_ 6**). 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). Dicho flujo de agua es la fuente principal que irriga al Golfo de México y da origen a la Corriente de Lazo que sale al Atlántico Norte por el Estrecho de Florida como la Corriente del Golfo.

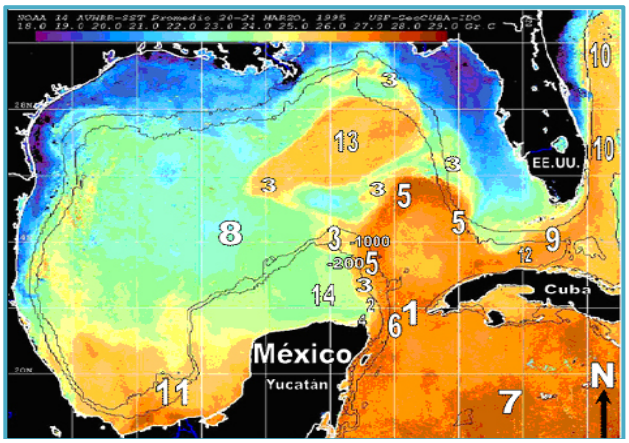


Figura IV_ 6. Imágen térmica de procesos oceanográficos mediante AVHRR-NOAA.

La Corriente de Yucatán (**Figura IV_ 7**) no presenta inversiones y es controlada parcialmente por la topografía de la zona (Maul, 1977).

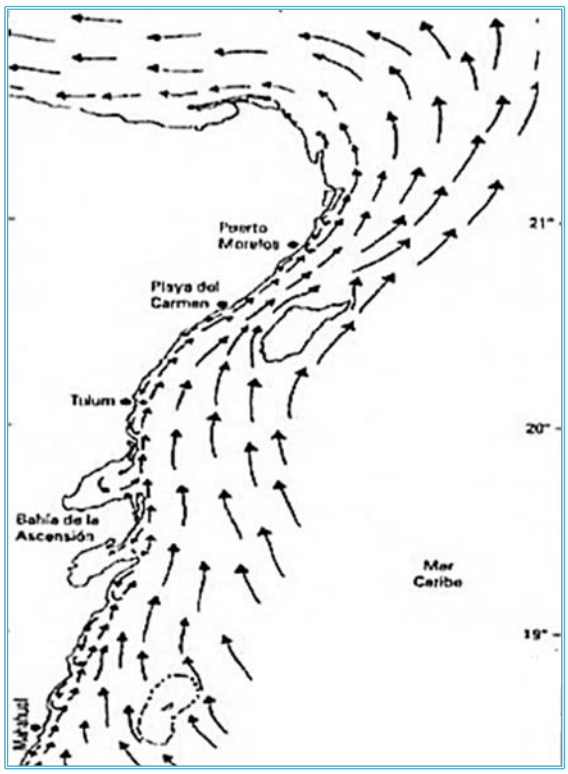


Figura IV_ 7. Corriente de Yucatán.

El núcleo de la Corriente de Yucatán se caracteriza por tener velocidades mayores a los 0.6 m s-1 y un ancho entre 50 y 100 km aproximadamente, presentando su máxima velocidad en superficie, decreciendo paulatinamente hasta los 800 m de profundidad (Badan *et. al.,* 2005).

Cerca de la costa, las velocidades son variables y dependen en gran medida del viento dominante. Las corrientes profundas o de fondo presentan la misma dirección que la corriente dominante, aunque, presentan velocidades diferentes, en algunas ocasiones mayores y en otras menores, dependiendo básicamente de la configuración del fondo marino.

Corrientes en el área de estudio

Debido a la importancia del comportamiento de las corrientes en la zona costera donde se ubicará el proyecto, se realizó un estudio de las mismas mediante plumas de dispersión, para lo cual se marcó un punto en el programa de hidrografía y se arrojó polvo colorante (usado en la pastelería, totalmente inofensivo). Se esperó un lapso de 10 minutos para que la corriente lo desplazara y se colocó la lancha con antena del GPS justo sobre la mancha para registrar una segunda lectura. En el postproceso se midió la distancia

recorrida por la mancha colorante y se tomó el tiempo entre las dos marcas, obteniendo de esta manera una distancia y un tiempo, con lo cual se calculó la velocidad en m/seg. El procedimiento fue repetido varias veces en diferentes puntos, los resultados se muestran en la **Tabla IV_ 1**.

Tabla IV_ 1. Resultados del monitoreo de corrientes en la zona de estudio.

Pluma	Distancia (m)	Tiempo (min:seg)	Velocidad (m/s)	Dirección
A	23	03:00	0.1278	SO
B	23	01:15	0.3067	SO
C	10	03:30	0.0476	SO
D	0	09:00	0	Estacionaria
E	23	05:00	0.0767	SO
F	122.65	07:19	0.2794	E
G	47.02	07:45	0.1011	NE
H	24.71	06:37	0.0622	S
I	47.4	09:15	0.0854	S
J	102.59	06:53	0.2484	S
K	14.17	09:49	0.0241	N
L	55.8	09:16	0.0959	S
M	116.58	09:42	0.2003	E
N	99.66	09:34	0.1736	NE
O	161.26	10:20	0.2601	NE
P	123.3	08:19	0.2471	NE
Q	26.8	09:42	0.046	N

Con base en los resultados obtenidos se concluye que en la zona del proyecto las corrientes dominantes provienen del Suroeste, sin embargo, en la parte Oeste (más cerca de la costa) las corrientes provienen del Noreste y algunas se dividen en dos al llegar a los espacios donde no hay formaciones arrecifales aisladas y se crea una zona de transición.

Las plumas en la orilla muestran una corriente proveniente del Noreste a todo lo largo de la zona estudiada que comprende 5,250m de costa; desde poco antes del centro de Puerto Morelos hasta Punta Brava.

IV.2.1.8. Sistema de transporte de litoral

El transporte litoral es un proceso natural de remoción y depósito de arena en las playas. Este movimiento de material es paralelo a la costa y ocurre a lo largo de la playa. Los factores que lo determinan son las corrientes, la energía del oleaje (ocasionados por vientos) y los eventos de tormenta. En general el viento del Sur induce el transporte litoral hacia el Norte, mientras que el viento del Norte tiende a transportar la arena hacia el Sur.

En las costas de la parte Norte del estado de Quintana Roo este transporte tiene una dirección de Sur a Norte y aunque bascula hacia el Sur, según los vientos del momento, hay un balance neto a favor de la dirección Norte.

Estudios previos realizados para la zona del presente proyecto concluyen que las funciones forzantes que influyen sobre la dinámica de las aguas, los atributos de mezcla y transporte litoral en la zona intermedia entre el Muelle de APIQROO Puerto Morelos y el espigón de la Marina El Cid (**Figura IV_ 8**), han variado espacial y temporalmente debido a que dichas estructuras provocaron un "encajonamiento" que modifica el patrón de circulación, dispersión y disposición de finos, lo que a su vez ha desencadenado procesos erosivos costeros en una porción de este espacio que abate la calidad de la playa restándole valor turístico.

Figura IV_ 8. Área del proyecto "encajonada" entre grandes estructuras.

Estudios realizados en el año 2008 concluyen también que la zona en estudio carece de acarreo litoral debido a la presencia de las 2 estructuras masivas presentes (muelle fiscal al Norte y la Marina El Cid al Sur), las cuales bloquean el acarreo de arena en ambos sentidos Noreste y Suroeste (documento anexo).

Con la finalidad de tener datos para un mejor entendimiento la dinámica costera en el entorno del proyecto, se efectúo un estudio de modelaje del comportamiento hidrodinámico y evolución morfológica en el frente marítimo del área del proyecto, simulando los efectos del oleaje; estos trabajos estuvieron a cargo de la empresa PROCOMAR quienes como base, usaron las curvas batimétricas. Se obtuvo un rango de las condiciones de oleaje que inciden sobre la costa y se analizaron estadísticamente para identificar las más representativas en condiciones normales y de tormenta.

Utilizando esta información, se definió la influencia de las condiciones morfológicas del sitio, el comportamiento de las corrientes, las zonas de azolve y erosión y el tiempo de permanencia del material, con base en la modelación se concluye que la playa del área del proyecto está erosionada presentando rocas expuestas como resultado del transporte de los sedimentos hacia otras zonas de la playa debido a la influencia de las grandes estructuras al Norte y Sur que afectan la dinámica de las corrientes marinas; esto significa un problema de retroceso de la línea de costa que afecta la funcionalidad de la playa como sitio recreativo. Dado lo anterior es necesario revertir esta situación a través de las siguientes soluciones:

1. Relocalización de la arena perdida por nortes, huracanes y falta de depositación.
2. Colocación de elementos geotextiles temporales rellenos con arena para evitar la fuga prematura del sedimento relocalizado.

IV.2.1.9. Mareas

La marea es el cambio periódico del nivel del mar producido principalmente por las fuerzas gravitacionales que ejercen la Luna y el Sol. La marea astronómica del área donde se realizará el proyecto es de tipo mixto predominantemente semidiurna (SEMAR, 2013).

El fenómeno denominado marea astronómica se da cuando el nivel del mar varía en una forma regular y con cierta periodicidad debido a la fuerza de atracción sobre la tierra del sol y la luna principalmente.

El tipo de mareas para Quintana Roo es del tipo mixta semidiurna, presenta dos valores máximos y dos valores mínimos durante el día, conocidos localmente como creciente y vaciante, respectivamente. Los rangos máximos de mareas son del orden de 20 cm. Sólo durante la época de lluvias (tormentas y huracanes) se da un incremento en el nivel medio del mar por efecto del oleaje y viento.

La variación del nivel del mar, debido a la marea en la zona particular de estudio, no es muy amplia, varia de 20 a 40 cm durante el año, pero sí está relacionada con el impacto visual del paisaje y con la superficie que estará en contacto con la ola disipando la energía. Se determinaron los niveles mínimos y máximos y su distribución en el tiempo para definir el criterio adecuado en el diseño de las obras. Los datos finales fueron referidos al nivel bajamar media (NBM), es decir, la situación más crítica en cuestión de navegación y diseño.

Las mareas de cada día de levantamiento se apoyaron en los modelos de predicción de mareas de la Oficina Hidrográfica del Reino Unido (UKHO) dentro del paquete Total Tide y en las cartas de predicción de mareas de la Secretaría de Marina (**Tabla IV_ 2**).

Tabla IV_ 2. Tabla de Mareas.

Mes	Pleamar máxima superior (PMS)	Pleamar mínima inferior (PMI)	Nivel medio del mar (NMM)	Pleamar media inferior (PMI)	Pleamar mínima inferior
Enero	0.2	0.2	0.12	0.1	-0.01
Febrero	0.2	0.2	0.12	0.1	-0.01
Marzo	0.2	0.2	0.12	0.1	-0.01
Abril	0.2	0.2	0.12	0.1	-0.01
Mayo	0.3	0.2	0.12	0.1	-0.01
Junio	0.3	0.2	0.12	0.1	-0.01
Julio	0.3	0.2	0.12	0.1	0
Agosto	0.3	0.2	0.12	0.1	0
Septiembre	0.3	0.2	0.12	0.1	0.1
Octubre	0.3	0.2	0.12	0.1	0
Noviembre	0.3	0.2	0.12	0.1	0
Diciembre	0.3	0.2	0.12	0.1	-0.1
Promedio	0.27	0.2	0.12	0.1	0.005

Los niveles máximos y mínimos registrados aparecen solo dos o tres veces en un mes y no son necesarios para el diseño en condiciones dominantes. La diferencia entre los niveles de pleamar media superior y pleamar medio inferior es de 0.32 m por lo que los cambios de marea no son significativos.

IV.2.1.10. Oleaje

El sistema de alta presión es una zona donde la presión es mayor que en los alrededores y los vientos giran en el sentido de las manecillas del reloj en el hemisferio Norte y en sentido contrario de las manecillas del reloj en el hemisferio Sur, saliendo del centro del sistema, caracterizándose por provocar buen tiempo y ausencia general de mantos nubosos.

La influencia de este sistema genera que el oleaje en el mar Caribe se incremente, previendo oleaje máximo de 1.75 m cuando el promedio normal para el litoral Atlántico es de 0.50 m, según el boletín informativo de oleaje no. 3 para el océano Atlántico del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) de Guatemala.

El régimen medio anual del oleaje en aguas profundas correspondiente a las direcciones en la zona del proyecto, considerando las diversas fuentes de medición de oleaje realizadas por FONATUR y la UNAM, así como la base de datos de la SCT y CFE, se observa en la **Tabla IV_ 3**.

Tabla IV_ 3. Porcentaje de ocurrencia de oleaje en aguas profundas.

H_s (m)	% de ocurrencia	T_s (seg)
0.25-0.50	31.51	4.5
0.50-0.75	29.90	5.5
0.75-1.00	14.70	6.5
1.00-1.25	13.60	7.0
1.25-1.50	7.00	7.2
1.50-1.75	1.90	7.5
1.75-2.00	0.90	7.6
<2.00	0.49	80

Efectuando la transformación del oleaje hacia aguas intermedias con una profundidad de referencia de 5 m, se obtienen los valores presentados en la **Tabla IV_ 4**.

Tabla IV_ 4. Porcentaje de ocurrencia de oleaje en aguas intermedias

H_s	% de ocurrencia	T_s (seg)
0.20	31.51	4.5
0.34	29.90	5.5
0.51	14.70	6.5
0.69	13.60	7.0
0.80	7.00	7.2
0.85	1.90	7.5
0.90	0.90	7.6
<2.00	0.49	80

De acuerdo con el análisis del posible oleaje incidente realizado para la zona del proyecto, se concluyó que las alturas de ola varían entre 1.20, 0.90, 0.85 y 0.81 m, con un porcentaje anual de ocurrencia que suma un total de 10.29% y que las únicas direcciones que pueden incidir son: Noreste 13.15%, Este 13.70%, Sureste 2.96% y las calmas suman 18.99%, lo que significa que el porcentaje anual total del oleaje que puede provocar efectos de erosión llega al 29.81%.

IV.2.1.11. Análisis del paso de huracanes

Por su situación geográfica, la costa de Quintana Roo tiene una gran incidencia de fenómenos meteorológicos de distintos tipos e intensidades. Los huracanes, que son el fenómeno más catastrófico, se forman a partir de una tormenta tropical y afectan a las costas de Quintana Roo en dos matrices: una en el Mar Caribe frente a las costas de Venezuela y Trinidad y la otra en el Atlántico Oriental, que después de atravesar América Central y las Antillas Menores, doblan hacia el Norte para dirigirse a las costas de Florida. La temporada de estos eventos abarca desde junio a noviembre, siendo septiembre el mes más crítico.

Para determinar la ola de mayor altura que se pueda presentar, se analizaron las tormentas y huracanes que han pasado por la zona en el periodo desde el año 1970 hasta el año 2008. De acuerdo a los datos obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y Centro Nacional de Huracanes de (NHC) de E.U.A. se determinó que de las tormentas tropicales y huracanes que han tocado al estado de Quintana Roo, cinco han sido huracanes de gran intensidad con categorías 4 y 5 (**Tabla IV_ 5)**.

Tabla IV_ 5. Huracanes de gran intensidad.

Año	Nombre	Categoría	Lugar de entrada a tierra (en impacto)	Vientos Max
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 Tulúm, Q.Roo	215
2007	Dean	H5	Puerto Bravo, Q. Roo	260

De todos los huracanes que han impactado al Estado de Quintana Roo, Gilberto ha sido el de mayor intensidad generando un oleaje intenso durante su paso. Las mediciones del monitoreo de este fenómeno tienen como altura máxima del oleaje 11.05 m con intervalos de 13 segundos (**Figura IV_ 9**).

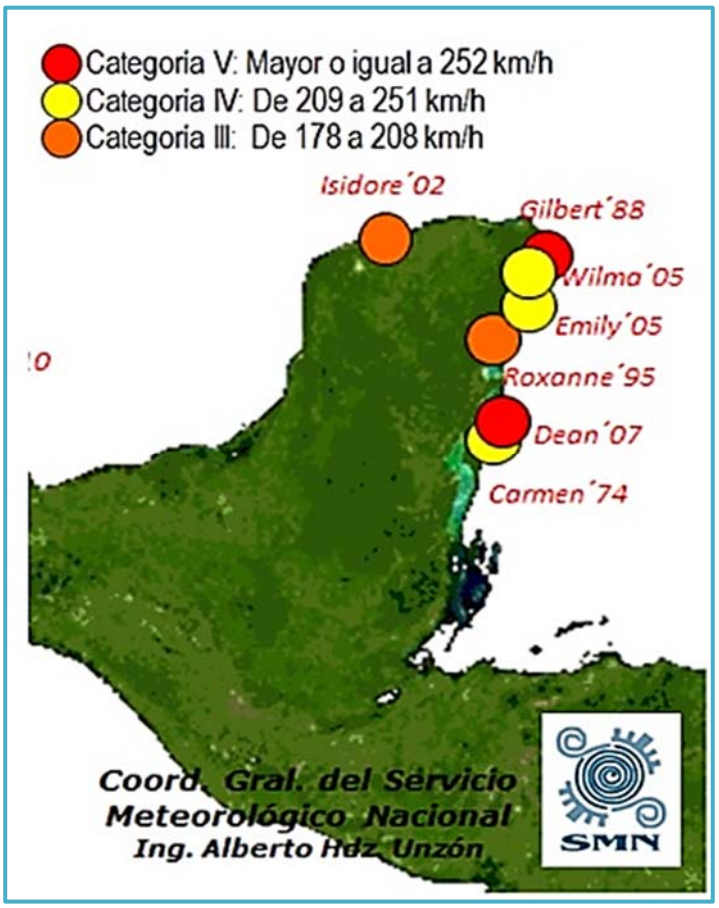


Figura IV_ 9. Huracanes intensos desde 1970.

IV.2.1.12. Topobatimetría

La batimetría es necesaria para conocer las profundidades y el relieve bajo todo tipo de masa de agua, de manera que su importancia radica en el levantamiento del relieve de las superficies subacuáticas, el cual permite plantear diferentes soluciones a un problema, que facilitan la toma de decisiones.

Para el área del proyecto se realizó un modelo batimétrico y geomorfológico digital tridimensional, que es el método tradicional para obtener modelos batimétricos y geomorfológicos digitales en tercera dimensión en ecosistemas marinos por medio de elevamientos batimétricos directos en campo, utilizando ecosondas y combinando la información obtenida con modelación por métodos geoestadísticos (Hogrefe *et. al.*, 2008). Esta aproximación requiere comúnmente de trabajo de campo intensivo y proporciona modelos con una resolución espacial horizontal media (se anexa la memoria topobatimétrica realizada por la empresa PROCOMAR).

IV.2.1.12.1 Metodología

Una vez que se definieron las zonas de estudio y se planteó la división en la etapa de planeación, con base a las imágenes digitales y con la información recopilada debidamente analizada en gabinete, se procedió a realizar el reconocimiento de la zona mediante recorridos de campo empleando un sistema satelital de navegación GPS de tipo submétrico o Sbas, que no requieren de base GPS (navegador profesional de precisión de submétrica < a 1 m.), donde se le precargaron todas las imágenes y bases digitales de AutoCAD como fondos de pantalla y algunos detalles (forma general de la playa, línea de rompiente, las obras de protección, etc.).

Durante el recorrido se marcaron puntos denominados waypoints de los que se obtuvieron las coordenadas geográficas y de tipo UTM, a los que se les asignaron atributos o notas descriptivas para contemplarlos durante el levantamiento de detalle y para su representación en planta. En este recorrido se ubicaron los siguientes elementos:

- Línea real de costa y área de playa.
- Área correspondiente a los espigones.
- Límites de predios.
- Caminos y muelles adyacentes a la zona del proyecto.
- Área correspondiente a la batimetría general.
- Ubicación general de las mojoneras de control geodésico.
- Localización de los puntos de control local y de apoyo terrestre.

En la zona de playa se definió la línea base paralela al cordón litoral o línea de costa y con esto se obtuvo la dirección de los transectos del frente marítimo. Se definió la ubicación de los puntos de control geodésico para apoyo del control altimétrico y horizontal, tanto de los trabajos topográficos como de los batimétricos. La ubicación se realizó con base en las cartas digitalizadas de la colectora portátil del GPS, donde se tomaron coordenadas preliminares sobre detalles del terreno a fin de iniciar la georreferencia de las imágenes con una precisión submétrica (< a 1.00).

De esta manera se localizaron los puntos de control que posteriormente se posicionaron con equipos GPS de doble banda en modo estático debidamente ligados a la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA) del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) seleccionando las estaciones de Mérida y Chetumal, además de la estación mareográfica de la Secretaría de Marina (SEMAR) ubicada en la Isla de Cozumel a la cual se accedió para toma de referencias. La digitalización de la información se realizó con el software Map Source de Garmin y el Power Nav de Stonex.

De la combinación de datos de las posiciones (X, Y) obtenidos de la RGNA y de las elevaciones (Z) tomadas de la caseta mareográfica de Cozumel, se definió el punto base geodésico marítimo PBGM (**Tabla IV_ 6**).

Tabla IV_ 6. Datos del punto de control de referencia local

Ubicación	Placa en Punta Sam
Vector	BN 170102 hacia MRT01=7.3 km
Descripción	Modelo Geoidal GGM06
Clave	MRT01
Elevación NBMI	1.302 m NBMI

Con estas bases se procedió a realizar el mapeo cartográfico de precisión que involucra el levantamiento planimétrico que se empleó para definir las zonas seguras de navegación (**Figura IV_ 10**). El proceso de la información se realizó con el software Power Nav y el GNSS Solutions V3.16 y en conjunto con el programa SDE28 dando archivos de salida del tipo ASCII.

Una vez concluido el mapeo cartográfico y ubicados todos los detalles topográficos a representar, se realizó la inspección física de las condiciones generales de la playa.

A partir de los puntos de control, se levantaron las secciones transversales con intervalos de 25 m en una franja que abarcó 50 m de ancho de la zona de playa, a una profundidad de (-) 1 m y hacia tierra según lo permitieron las condiciones topográficas y la existencia de vegetación cercana a la línea de playa.

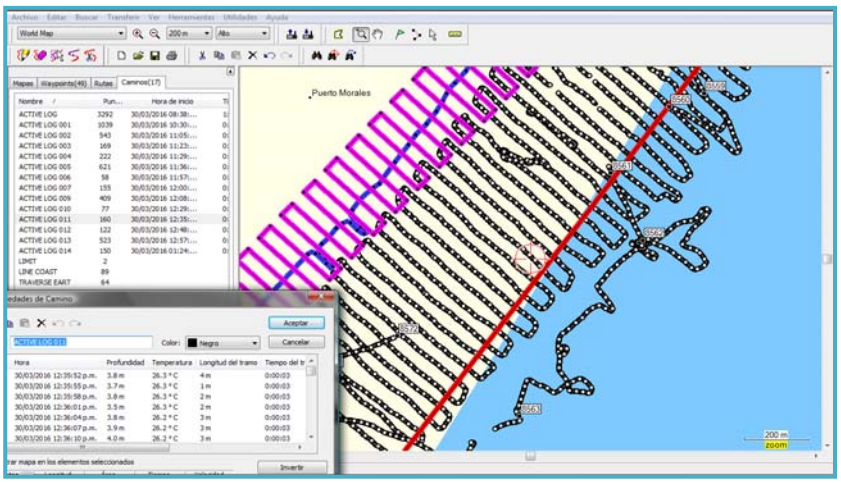


Figura IV_ 10. Transectos batimétricos y áreas de mapeo analizados con Power Nav GNSS.

Trabajo en gabinete

Para obtener las curvas batimétricas del frente marítimo se utilizó el programa Terramodel Surfer y Autodeskland, para la elaboración de los planos se utilizó el programa de diseño AutoCad (**Figura IV_ 11**) y se obtuvo el modelo tridimensional.

IV.2.1.12.2 Perfil topobatimétrico

La profundidad en el área donde se habilitarán los rompeolas del proyecto es de (-) 1.5 m en promedio, mientras que para las zonas de disposición de arena va de (-) 8 hasta (-) 13 m aproximadamente (**Figura IV_ 12**).

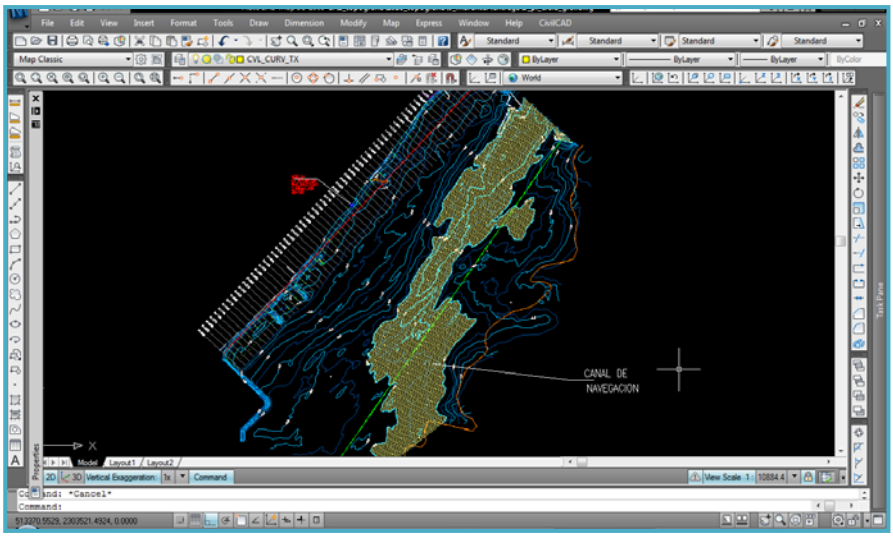


Figura IV_ 11. Topobatimetría procesada en la playa.

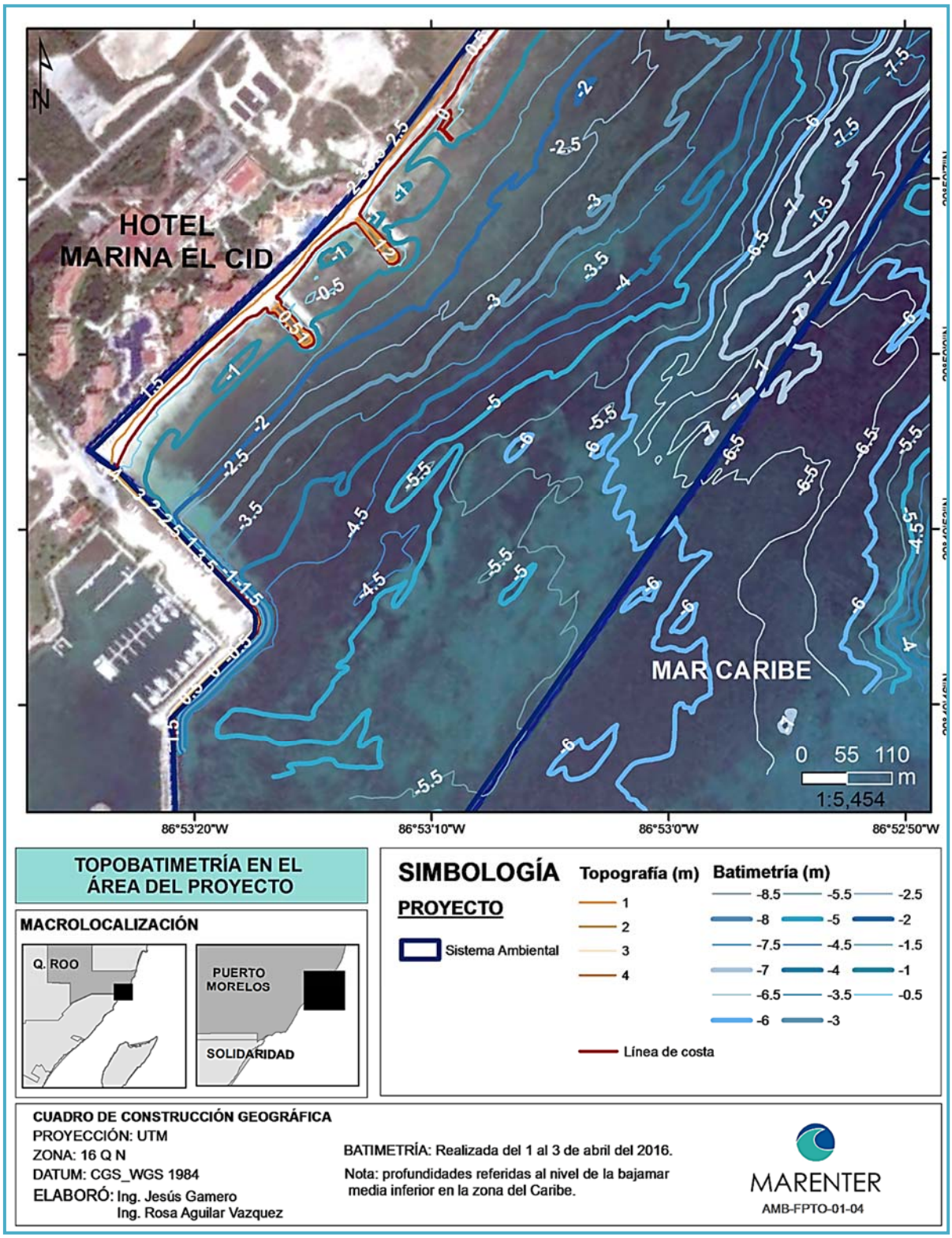


Figura IV_ 12. Topobatimetría en el área del proyecto.

IV.2.1.13. Arena y granulometría

Uno de los objetivos de este proyecto es la relocalización de arena, misma que será tomada de zonas cercanas al sitio de interés, por lo que con la finalidad de conocer el tamaño de grano de la arena de la zona de disposición y compararla con la de la playa, se tomaron muestras de arena de la playa seca y de las zonas de disposición de arena, las cuales fueron analizadas por la empresa "Laboratorio y control de obras".

Las **Figura IV_ 13** y **Figura IV_ 14** muestran los resultados del análisis con los porcentajes de arena filtrada en función de las diferentes medidas de amplitud de malla del tamiz. Las muestras de arena de la zona de disposición y la playa, son similares ya que presentaron en más del 90% del volumen analizado un tamaño de grano de 0.25 a 2 mm.

El análisis demuestra que la arena carece de organismos asociados y que es compatible, ya que es similar en cuanto a su composición, origen y tamaño de grano, por lo tanto, la arena de las zonas de disposición muestreadas es apropiada para el proyecto.

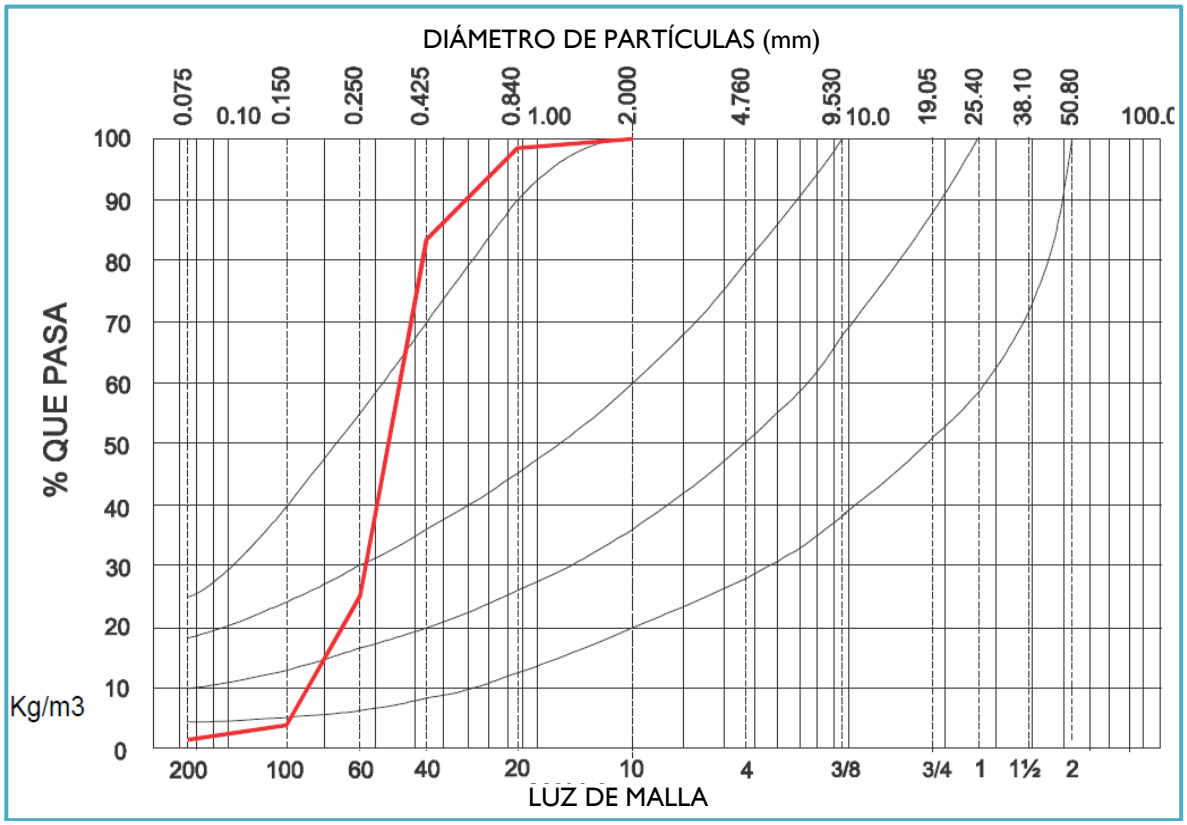
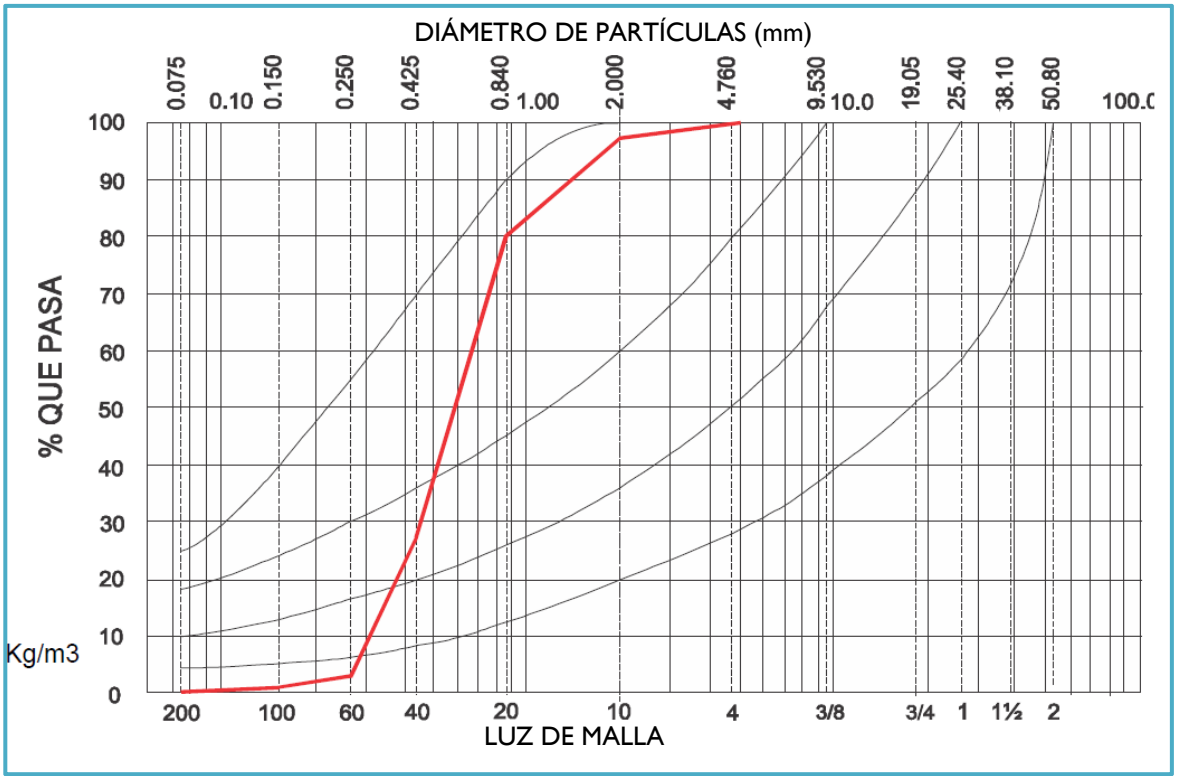


Figura IV_ 13. Análisis de la granulometría de las muestras de arena en la playa.



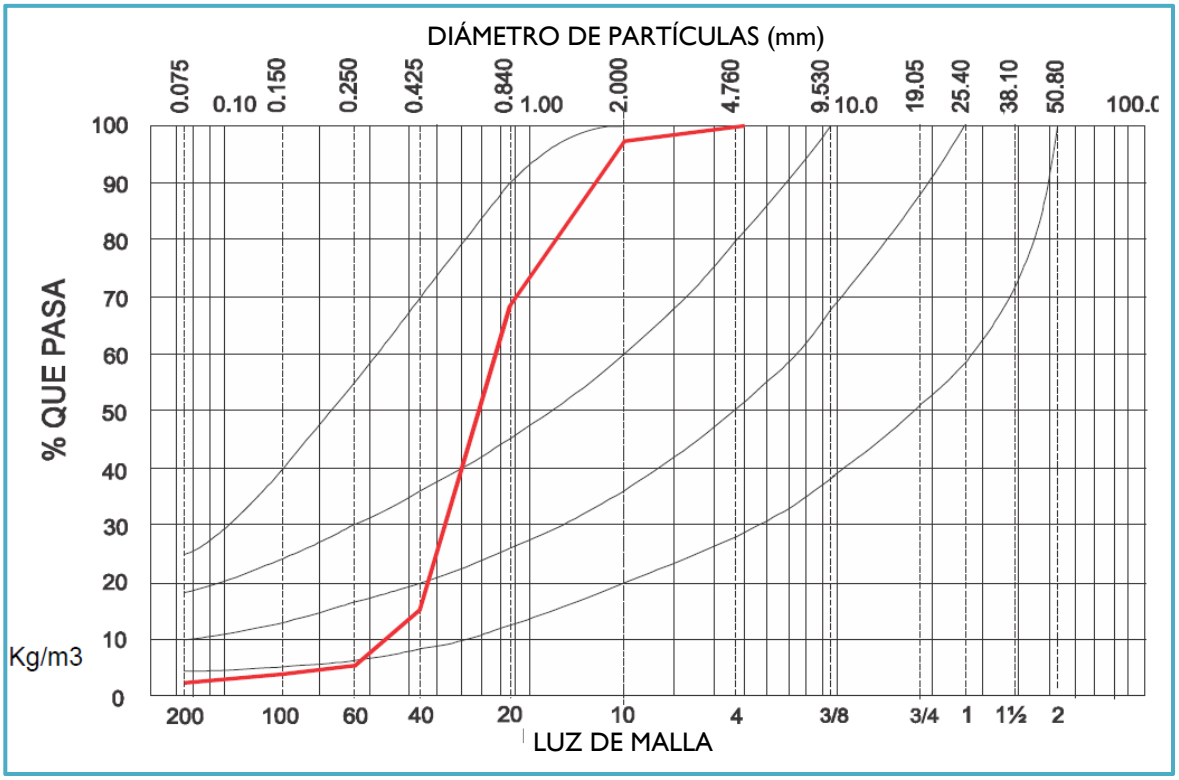


Figura IV_ 14. Análisis de la granulometría de las muestras de arena en el banco.

IV.2.1.14. 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, es aún muy limitada y solamente se tienen registros aislados en períodos muy cortos (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 (37 PSU), de origen subtropical. La salinidad menor se registra en febrero (32.3 PSU) y la mayor en junio (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°C y 28°C. En la zona arrecifal frente a la porción central de Quintana Roo, se han registrado valores medios de temperatura variables (25-31°C), con promedios menores en febrero (25.5°C) y un incremento en marzo-mayo (24.5ºC). Los mayores valores ocurren en junio y julio (30.5ºC).

A continuación se muestran los resultados de un estudio de parámetros fisicoquímicos en el área de interés (**Tabla IV_ 7)**. La red de muestreo de temperatura, oxígeno disuelto, salinidad y conductividad del agua misma, estuvo formada por 14 estaciones (**Figura IV_ 15**) distribuidas en la zona.

Tabla IV_ 7. Parámetros fisicoquímicos del agua marina.

Estaciones	Temperatura (ºC)	Oxígeno Mg/l	Salinidad %	Conductividad Ms
1	26.9	6.085	36.95	56.5
2	26.9	5.55	37.1	57.8
3	26.7	5.27	36.9	55.7
4	26.7	5.47	36	56.9
5	27.4	6.24	36.9	58.2
6	27.6	6.82	36.7	58.1
7	27	6.54	36.9	57.8
8	27	5.37	37	58
9	27.1	5.47	37	58.1
10	27	5.34	37	58
11	27.4	6.7	37.1	58.7
12	27.6	6.8	37.2	58.8
13	27.3	5.56	37.1	58.4
14	27.4	5.6	37.1	58.5
Media	27.14	5.92	36.93	57.82
Desv. Est.	0.29	0.57	0.28	0.84

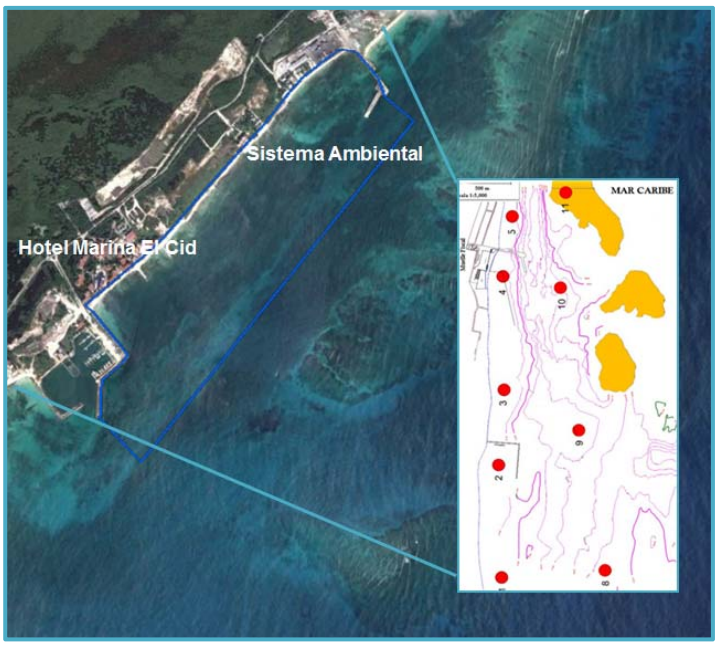


Figura IV_ 15. Localización de las estaciones de muestreo de los parámetros fisicoquímicos del agua marina.

En cuanto a los nutrientes disueltos, los resultados se muestran en la **Tabla IV_ 8**.

Tabla IV_ 8. Concentración de los nutrientes disueltos en el agua marina.

Estación	Salinidad ‰	Ph	Amonio Mg/l	Nitritos Mg/l	Nitratos Mg/l	Fosfatos Mg/l	Silicatos Mg/l
1	36.089	8.13	0.029	0.002	0.013	0.015	0.657
2	35.022	8.25	0.020	0.006	0.008	0.011	0.636
3	35.884	8.23	0.016	0.002	0.012	0.005	1.121
4	35.449	8.22	0.021	0.002	0.012	0.009	1.454
5	35.382	8.27	0.024	0.015	0.062	0.002	1.317
6	35.014	8.26	0.010	0.004	0.008	0.004	0.650
7	36.097	8.23	0.016	0.002	0.015	0.003	0.660
8	36.105	8.22	0.021	0.002	0.005	0.006	0.650
9	36.034	8.29	0.017	0.003	0.023	0.005	1.017
10	36.101	8.27	0.026	0.003	0.018	0.002	0.876
11	36.026	8.24	0.011	0.008	0.020	0.008	0.917
12	36.078	8.21	0.012	0.001	0.005	0.005	0.692
Media	35.773	8.235	0.019	0.004	0.017	0.006	0.887
Desv. Est.	0.433	0.041	0.006	0.004	0.015	0.004	0.285

IV.2.2. Aspectos bióticos

El sitio donde se realizarán las actividades de mejoramiento de playa se encuentra ubicado entre el Muelle Fiscal de Puerto Morelos y la Marina El Cid, frente a las inmediaciones del Hotel Marina El Cid Spa & Beach Resort. Esta área se ha modificado desfavorablemente por la operación de los desarrollos en la zona costera en virtud de la erosión y consecuente pérdida de la arena, así como por el efecto de los huracanes.

Con la finalidad de obtener elementos que ayuden a determinar el efecto del proyecto sobre los aspectos bióticos, se realizaron trabajos de campo los días 24 y 30 de abril, y el 19 de agosto del 2016, estas actividades consistieron en la caracterización ambiental de cada uno de los ambientes existente dentro del SA, con énfasis en el área de relocalización de la arena, construcción de los rompeolas y los sitios de disposición de arena.

IV.2.2.1. Área de estudio

El área de estudio abarcó la zona marina del SA desde el muelle fiscal hasta la Marina El Cid y 500 m aproximadamente aguas adentro, incluyendo el canal de navegación situado de la playa de 500 m al Sur a 300 m al Norte.

IV.2.2.2. Metodología para la descripción de los componentes bióticos de la zona

Para este trabajo se llevó a cabo un análisis de la comunidad de la biota marina que se encuentra presente en el área de estudio, se determinó la composición específica, distribución y abundancia de los principales grupos taxonómicos observados, que fueron:

- Corales (escleractínios y octocorales)
- Invertebrados (anemonas, erizos, estrella, moluscos y esponjas).
- Peces
- Flora marina (algas y pastos marinos).

<u>Trabajo de campo</u>

Se utilizó un muestreo sistemático en un área representativa dentro del polígono de estudio, aplicando los métodos convencionales con los que se han caracterizado los arrecifes del Caribe Mexicano (García Salgado, *et. al.*, 2006, Gutiérrez, *et. al.*, 1993b, 1995; Lara, *et. al.*, 1994, Padilla, *et. al,*, 1994, 2005; Almada-Villela, *et. al.,* 2003) y realizando transectos lineales como referencia para el registro de datos (*sensu* Loya, 1972 y Porter, 1972), así como el uso de cuadrantes para el registro de organismos sésiles. Las

especies encontradas se identificaron utilizando las guías de Humann (1983) y Littler *et. al.,* (1989).

Se definieron 60 sitios de muestreo en función de los distintos ambientes (**Figura IV_ 16**). En cada área de muestreo se realizó un transecto lineal con ayuda de cinta métrica y GPS de 50 m de largo por 2 m de ancho. Adicionalmente se hicieron recorridos en los distintos tipos de ambiente para registrar las especies presentes.

Cada muestreo se realizó dependiendo de su profundidad mediante buceo libre o usando equipo autónomo, a pie desde la playa o con el apoyo de una embarcación. El material y equipo empleado fue:

- Cinta métrica de 50 m
- Cámara subacuática GoPro Hero +3
- GPS marca Garmin Etrex 10
- Tablas de acrílico
- Plomos
- Equipo libre de buceo (snorquel, visor y aletas).
- Equipo scuba
- Embarcación

Trabajo de gabinete

El reconocimiento de la biota marina se realizó a partir de censos visuales, fotografías y videotransectos. Su identificación taxonómica se determinó *in situ* y en gabinete, para los corales; se utilizaron las claves y guías de campo Smith (1972), Greenberg y Greenberg (1977), Castañares y Soto (1982), Zlatarsky y Martinez (1982), Colin (1988) y Humann (1993a), para peces; se emplearon las claves de Chaplin (1972), Greenberg y Greenberg (1977) y Stokes (1984) y para algas se usó la clave de Littler *et. al.* (1989) y la de Humman (1993a).

Con base en las técnicas mencionadas, se elaboró el listado de la fauna y flora presente en el área, considerando los siguientes parámetros básicos de la comunidad:

- **Distribución:** para cada grupo taxonómico se obtuvo un listado de especies en donde se muestra la presencia por tipo de ambiente.
- **Riqueza:** en cada grupo taxonómico se determinó el número de especies observadas por grupo, ambiente y su interrelación.

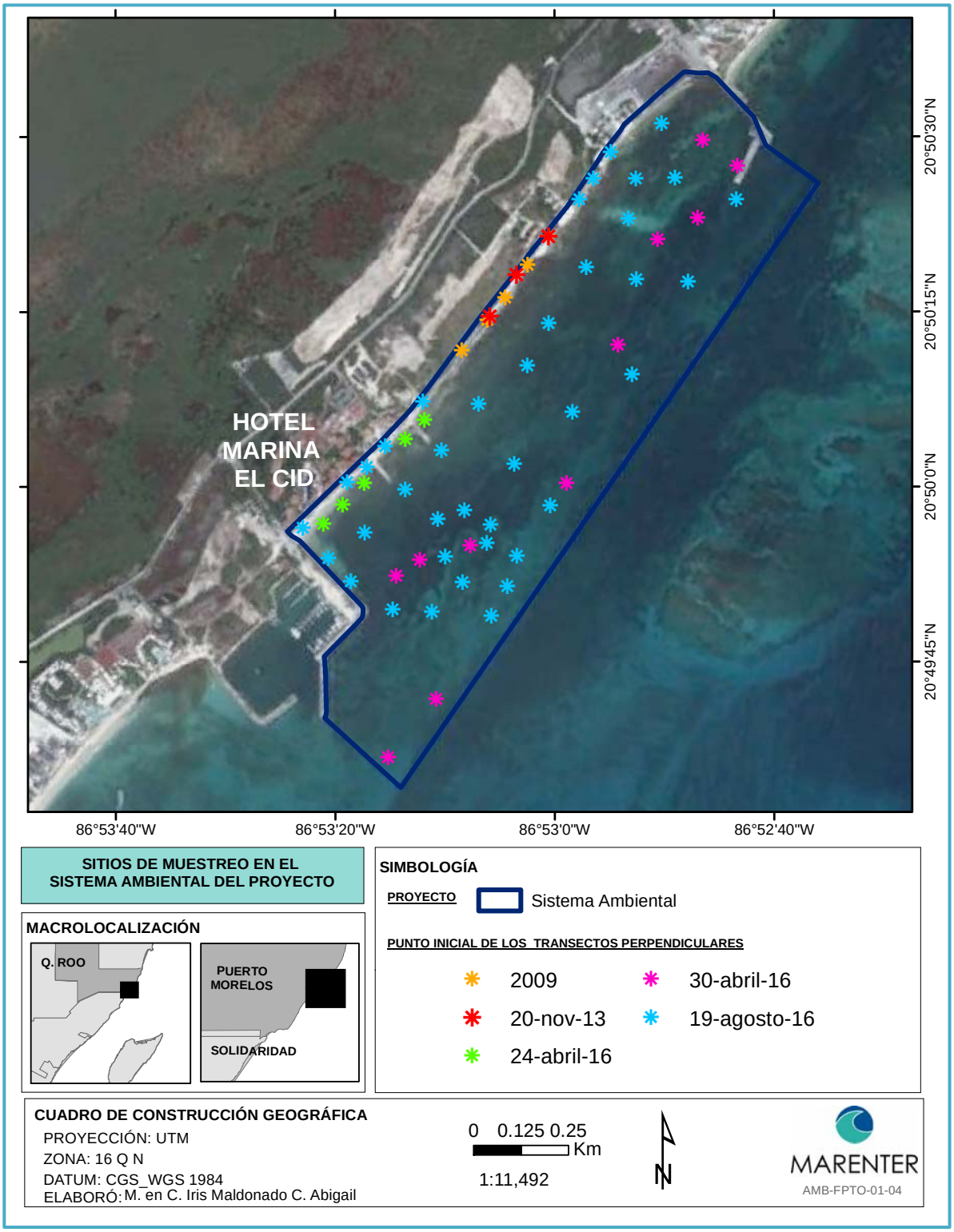


Figura IV_ 16. Sitios de muestreo.

IV.2.2.3. Descripción de la zona marina

El área del proyecto ha sido afectada por la incidencia de huracanes y procesos erosivos que como consecuencia ha resultado en la pérdida de arena de la playa seca, modificando el paisaje, lo que ha afectado la operación de los desarrollos en la zona costera.

La implementación de dos grandes obras a los extremos del SA ha generado la desviación del transporte litoral y provocado que de manera interna se produzcan corrientes de retorno que modifican el patrón de circulación, dispersión y disposición de sedimentos finos; como consecuencia los sedimentos formadores de playa no se redistribuyen a lo largo de la línea costera y propicia la fragmentación del hábitat.

IV.2.2.3.1 Descripción de ambientes marinos

El Sistema Ambiental del proyecto fue dividido con base en el muestreo en campo, en nueve ambientes: Arenal con parches, Arenal profundo, Blanquizales, Espigón, Playa, Playa rocosa, Zona de algas I y Zona de algas II. (**Figura IV_ 26**).

Para cada ambiente se calculó la superficie, características físicas y biológicas, las cuales se describen a continuación:

1) **Arenal con parches**.- Zonas ubicadas a los extremos Sur y Norte del SA a una distancia de 200 a 400 de la línea de costa y a una profundidad de -3 a -5 m. Cuenta con un área de 14 ha, lo que corresponde al 14% del SA (**Figura IV_ 26**). Se caracteriza por ser un ambiente homogéneo compuesto de arena de granos de tamaño mediano, parches aislados de pastos marinos y algas, corales aislados y poca presencia de invertebrados (**Figura IV_ 17**).

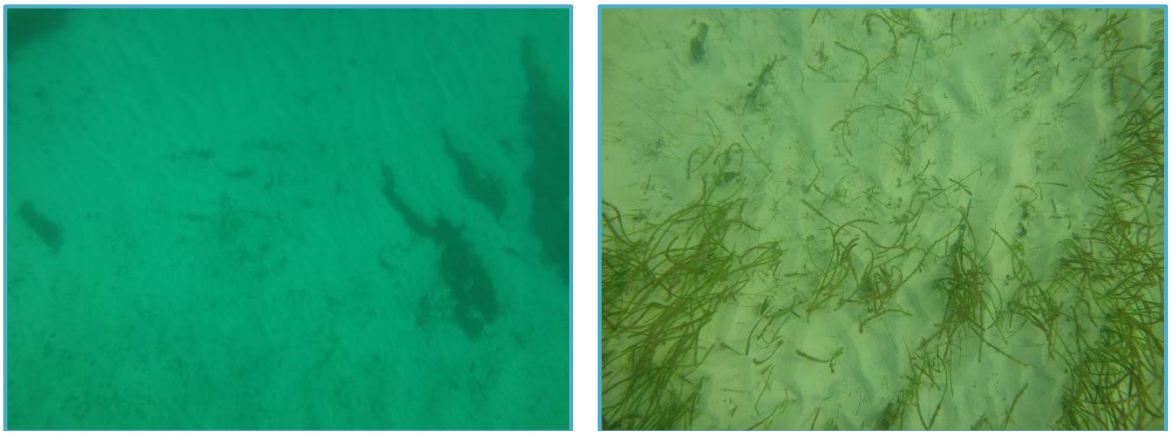


Figura IV_ 17. Vista típica del ambiente de Arenal con parches marinos.

2) **Arenal profundo**.- Zonas de arenas localizada a una distancia promedio de 400 metros de la línea de costa y a una profundidad mayor a -3.5 m, corresponde en su mayoría al canal de navegación. Cuenta con un área de 21 ha, lo que corresponde al 21% del SA (**Figura IV_ 26**). Se caracteriza por ser un ambiente homogéneo compuesto de arena de granos de tamaño mediano (**Figura IV_ 17**). En este ambiente esta bordeado en su mayoría por pastizales; dentro de su superficie encontramos especies de algas, pastos y corales aislados.

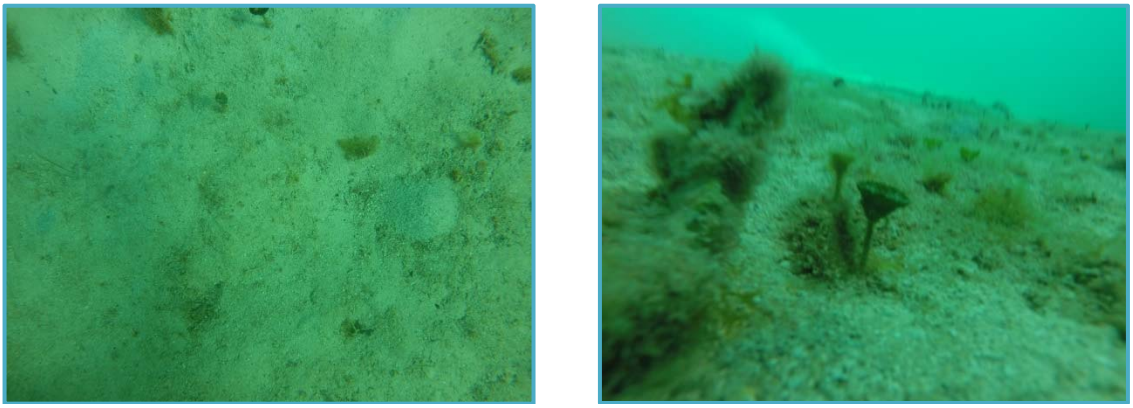


Figura IV_ 18. Vista típica del ambiente de Arenal Profundo

3) **Blanquizales**.- Zonas ubicadas a los extremos Sur y Norte del SA, a una distancia de 100 a 200m de la línea de costa y a una profundidad de -1 a -4 m, pegado al arenal con parches. Cuenta con un área de 3 ha, lo que corresponde al 3% del SA (**Figura IV_ 26**). Se caracteriza por ser un ambiente homogéneo compuesto de arena de granos de tamaño mediano (**Figura IV_ 17**). Este ambiente carece de pastos, algas y corales, solamente se registraron individuos del pez *Canthigaster rostrata* (escochin).

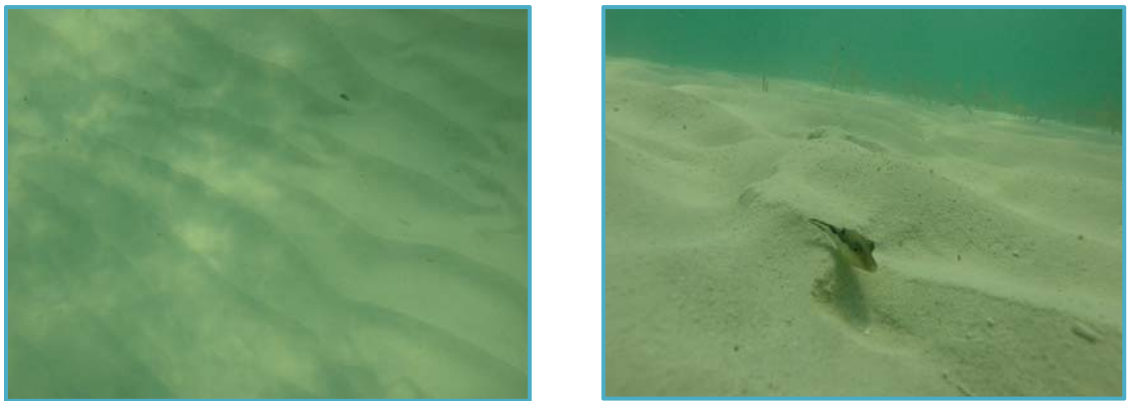


Figura IV_ 19. Vista típica del ambiente de Blanquizales.

4) **Espigón**.- Zona rocosa que conforma una estructura previamente instalada como en el caso de la parte Noreste de la Marina El Cid. Cuenta con un área de 1 ha, lo que corresponde al 1% del SA (**Figura IV_ 26**). Es un ambiente homogéneo donde solo se observó la presencia de turba de algas (**Figura IV_ 17**).

Figura IV_ 20. Vista típica del ambiente de Espigón.

5) **Playa**.- Como su nombre lo dice, conforma la zona contigua al hotel. Cuenta con un área de 4 ha, lo que corresponde al 4% del SA (**Figura IV_ 26**). Se caracteriza por ser un ambiente homogéneo alterado por el uso de paseantes e infraestructura como son camastros, sombrillas, etc. (**Figura IV_ 17**). En la parte húmeda de la playa se observaron algunas especies de algas y peces que se protegen en éstas.

Figura IV_ 21. Vista típica del ambiente de Playa.

6) **Playa rocosa**.- Zonas contigua a la playa y localizada a una profundidad entre -1 m a -2.5 m. Cuenta con un área de 10 ha, lo que corresponde al 10% del SA (**Figura IV_ 26**). Se caracteriza por ser un ambiente heterogéneo compuesto de rocas y laja (**Figura IV_ 17**). En este ambiente se observó una gran diversidad de algas y algunos corales dispersos.

Figura IV_ 22. Vista típica del ambiente de Playa rocosa.

7) **Pradera marina**.- Diversas zonas al Norte, centro y Este del SA, localizadas de 100 a 500 metros de la línea de costa y a una profundidad de -1.5 a -7 m. Cuenta con un área de 24 ha, lo que corresponde al 24% del SA (**Figura IV_ 26**). Se caracteriza por ser un ambiente homogéneo de pastos marinos (**Figura IV_ 17**). Por la dominancia de los pastos, presenta poca diversidad de algas, corales e invertebrados.

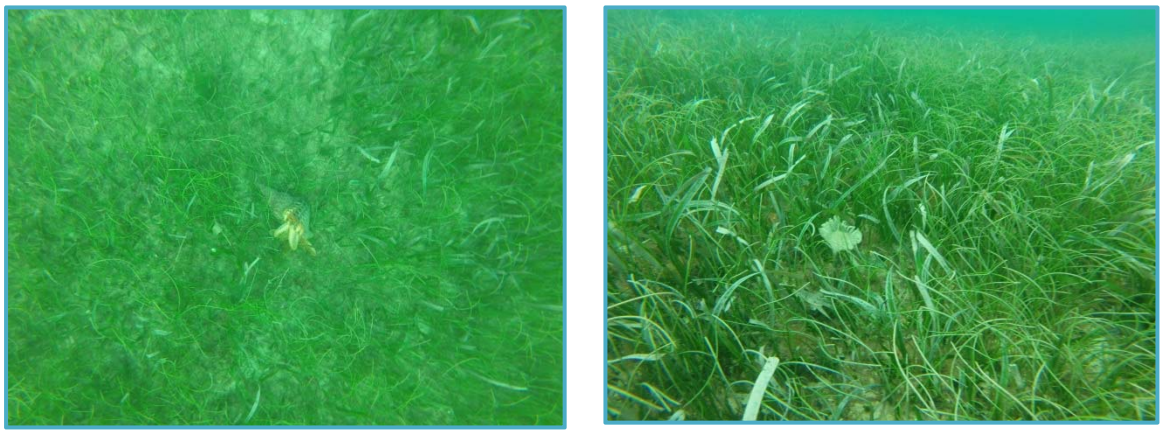


Figura IV_ 23. Vista típica del ambiente de Pradera marina.

8) **Zona de algas I**.- Área de transición entre la Playa rocosa y la Pradera marina, se localiza a una profundidad entre -2 m a -4 m y a una distancia de 150 m. Cuenta con un área de 11 ha, lo que corresponde al 11% del SA (**Figura IV_ 26**). Se caracteriza por ser un ambiente heterogéneo compuesto de laja cubierta de algas (**Figura IV_ 17**). En este ambiente se observó una gran diversidad de alga y corales, pequeños parches

de pastos aislados y algunas especies de invertebrados. Es muy similar a la Zona de algas II pero con menor diversidad de especies de corales blandos.

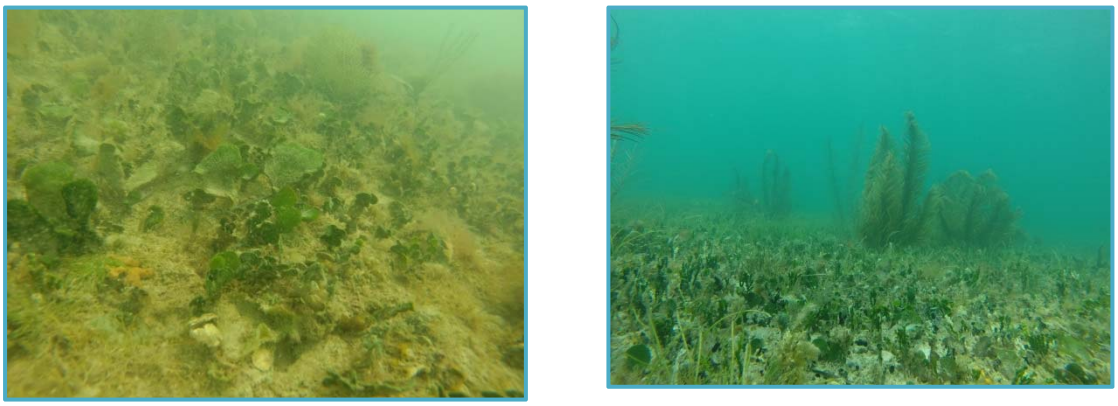


Figura IV_ 24. Vista típica del ambiente de Zona de algas I.

9) **Zona de algas II**.- Área muy similar a la Zona de algas I pero con mayor diversidad de especies de corales duros y a una distancia de 200 m. Cuenta con un área de 10 ha, lo que corresponde al 10% del SA (**Figura IV_ 26**, **Figura IV_ 17**). En este ambiente se observó una gran diversidad de alga, peces, corales e invertebrados.

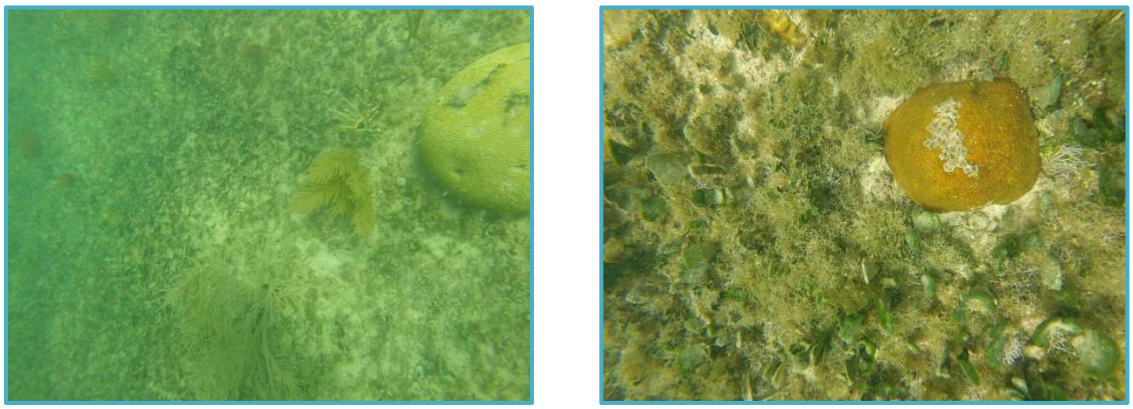
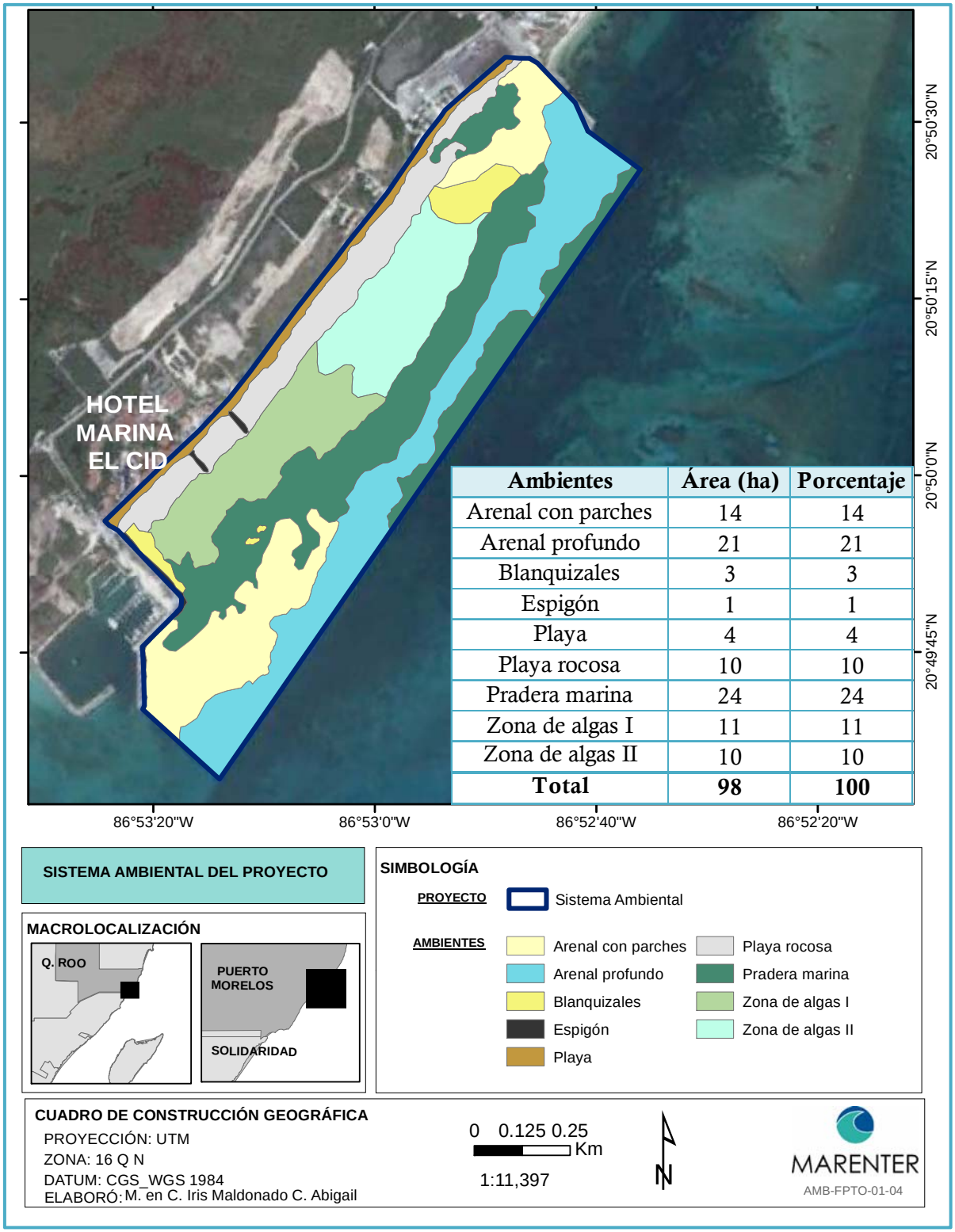


Figura IV_ 25. Vista típica del ambiente de Zona de algas II.



Ambientes	Área (ha)	Porcentaje
Arenal con parches	14	14
Arenal profundo	21	21
Blanquizales	3	3
Espigón	1	1
Playa	4	4
Playa rocosa	10	10
Pradera marina	24	24
Zona de algas I	11	11
Zona de algas II	10	10
Total	**98**	**100**

Figura IV_ 26. Tipo de ambientes en el Sistema Ambiental.

IV.2.2.4. Biota marina

En el área de estudio se registraron un total de 92 especies, divididas en cuatro grupos taxonómicos: corales, invertebrados, peces y flora marina (algas). Las algas fueron el grupo con mayor número de especies, seguido de los corales, invertebrados y por último los peces (**Figura IV_ 27**).

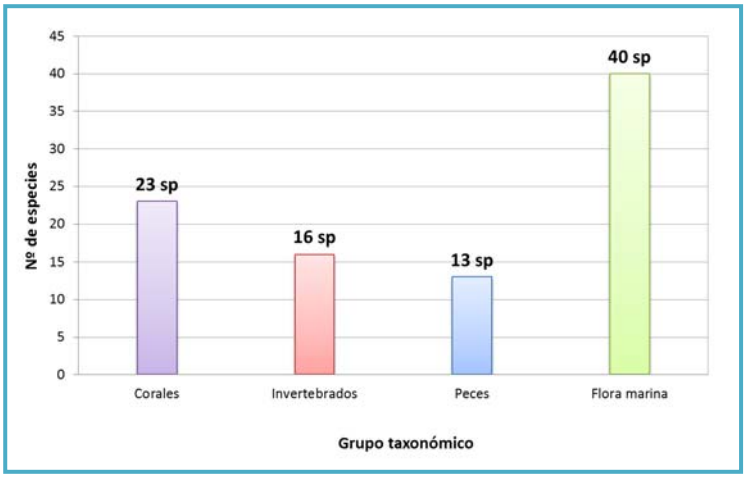


Figura IV_ 27. Proporción de grupos taxonómicos en el área de estudio.

De las especies registradas de cada grupo taxonómico en los nueve tipos de ambiente, los que registraron más de 30 especies fueron: Zona de algas I y II, y la Playa rocosa, de 10 a 20 especies los ambientes de Arena con parches, Arenal profundo y Pradera marina, y con menos de 10 especies los ambientes de Playa, Blanquizales y Espigón (**Tabla IV_ 9**, **Figura IV_ 28**).

Tabla IV_ 9. Número de especies por ambiente y grupo.

Grupo Taxonómico	Número de especies por ambientes								
	ACP	AP	B	E	P	PR	PM	ZAI	ZAII
Corales	2	4	0	0	0	11	5	17	18
Invertebrados	1	1	0	0	0	1	2	2	13
Peces	3	4	1	0	1	1	0	0	6
Flora marina	12	7	0	1	5	21	6	22	26
Total	**18**	**16**	**1**	**1**	**6**	**35**	**13**	**41**	**63**

Ambientes: ACP= Arenal con parches, AP= Arenal profundo, B=Blaquizales, E=Espigón, P=Playa, PR=Playa rocosa, PM=Pradera marina, ZAI=Zona de algas I, ZAII=Zona de algas II.

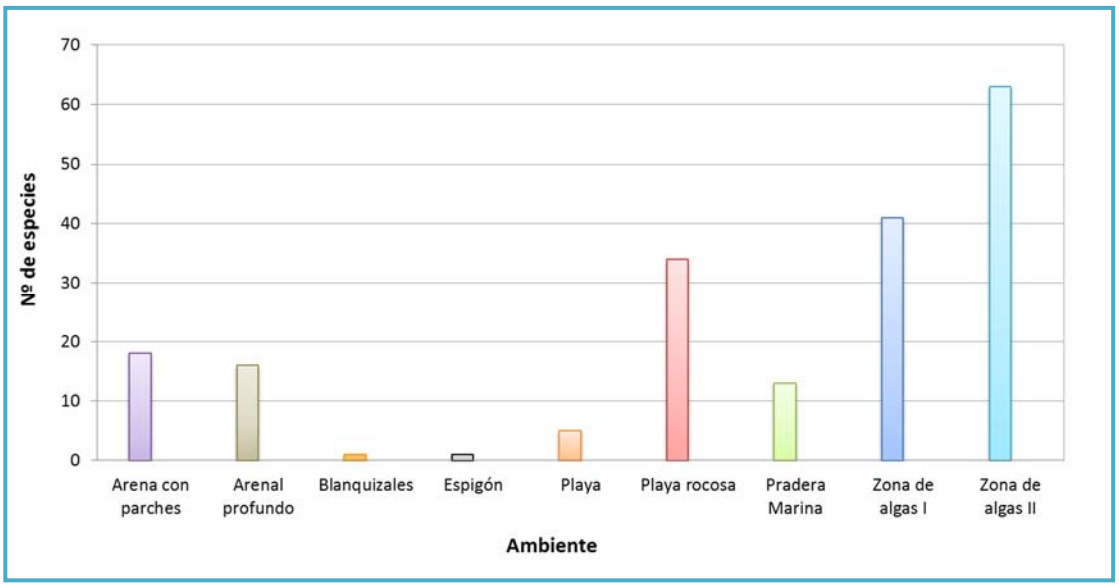


Figura IV_ 28. Riqueza específica de especies presente en cada uno de los ambientes

El grupo taxonómico predominante en el muestreo fue la flora marina (mayoritariamente las algas), seguida de los corales (principalmente gorgonias), invertebrados y peces. En función de los ambientes, la flora marina fue dominante en todos, con excepción de los blanquizales donde no se registraron este tipo de organismos; los corales, invertebrados y peces se registraron en seis de los nueve ambientes (**Figura IV_ 29**).

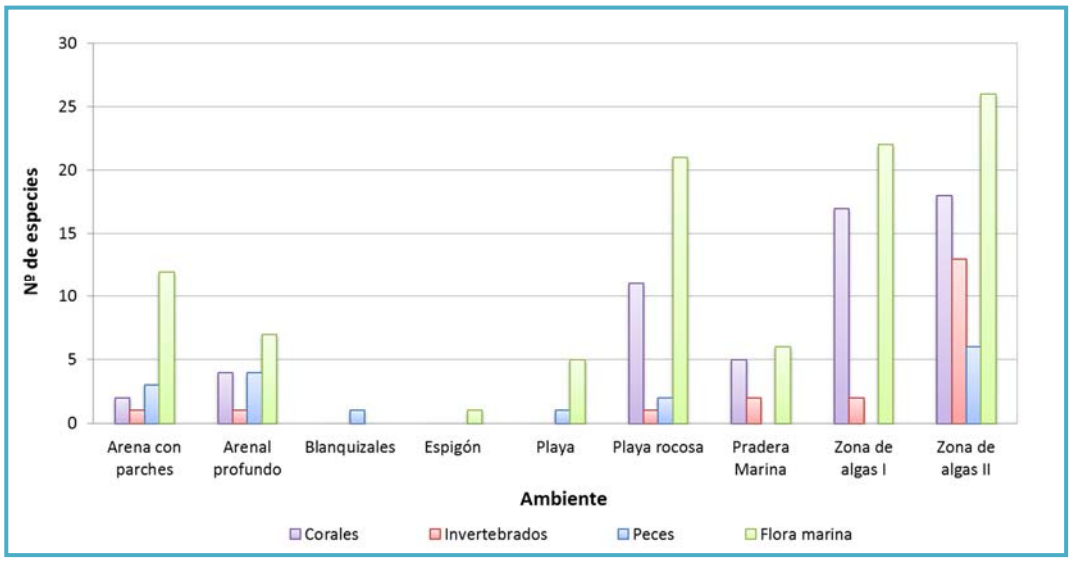


Figura IV_ 29. Proporción de grupos taxonómicos de especies marinas por tipo de ambiente.

IV.2.2.4.1 Fauna

Corales

Se registraron 23 especies de corales pertenecientes a dos clases (**Tabla IV_ 10** y **Figura IV_ 30**), mismos que fueron sub-agrupados en corales (15 especies) y octocorales (6 especies).

De las especies observadas, *Pseudopterogorgia americana* se registró en seis de los nueve ambientes y *Pterogorgia guadalupensis* en cinco ambientes. El resto de las especies se registraron en menos de cuatro ambientes, mayoritariament en los ambientes de Playa rocosa y Zona de algas marinas I y II (**Tabla IV_ 10**, **Figura IV_ 30** y **Figura IV_ 31**).

Los ambientes con mayor riqueza de corales fue Zona de algas marinas II (18 especies), seguido de la Zona de algas marinas I (17 especies) y Playa rocosa (11 especies). Los que registraron menos de 5 especies fueron Pradera marina (5 especies), Arenal profundo (4 especies) y Arenal con parches (2 especies). En los ambientes de Blanquizales, Espigón y Playa no se registraron especies de corales (**Tabla IV_ 10** y **Figura IV_ 31**).

La mayoría de las especies registradas corresponden a corales blandos y solamente en tres ambientes se observaron corales duros, los cuales fueron Playa rocosa (5 especies) y Zona de algas marinas I y II (con 6 y 8 especies respectivamente; **Tabla IV_ 10** y **Figura IV_ 31**).

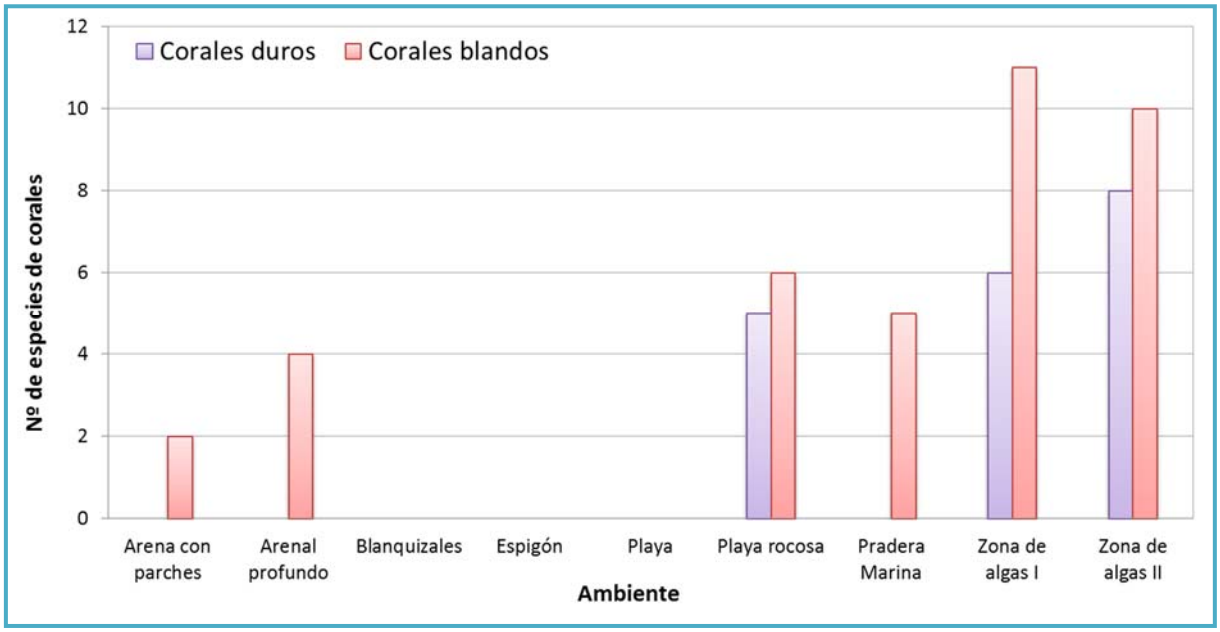


Figura IV_ 30. Riqueza específica de corales presente por ambiente.

Figura IV_ 31. Especies de corales en el ambiente Arrecife. A) *Pseudopterogorgia spp.*, B) *Millepora complanata*, C) *Cladocora sp.*, D) *Pseudoplexaura spp.*, E) *Montastraea cavernosa*, F) *Pseudoplexaura spp.*, G) *Manicina aereolata*, H) *Siderastrea siderea*. Fuente: Marenter, 2016.

Tabla IV_ 10. Listado de especies de corales por ambiente.

Subgrupo	Especie	ACP	AP	B	E	P	PR	PM	ZAI	ZAII
Corales duros	*Cladocora arbuscula*						1		1	
	Diploria clivosa									1
	Diploria strigosa									1
	Manicina areolata						1		1	1
	Montastraea cavernosa						1			1
	Montastraea faveolata									1
	Porites astreoides						1		1	1
	Siderastrea radians						1		1	1
	Siderastrea siderea								1	1
	Stephanocoenia michelinii								1	
No. de especies de corales duros		**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**5**	**0**	**6**	**8**
Corales blandos	*Cladocora sp.*						1	1	1	1
	Eunicea sp.								1	1
	Gorgonia flabellum								1	1
	Gorgonia mariae						1		1	1
	Muricea. sp								1	
	Muriceopsis sp.						1			
	Plexaura sp.							1	1	
	Porites astreoides								1	1
	Porites porites									1
	Pseudoplexaura flagellosa		1				1	1	1	1
	Pseudopterogorgia acerosa		1					1	1	1
	Pseudopterogorgia americana	1	1				1	1	1	1
	Pterogorgia guadalupensis	1	1				1		1	1
No. de especies de corales blandos		**2**	**4**	**0**	**0**	**0**	**6**	**5**	**11**	**10**
Número de especies		**2**	**4**	**0**	**0**	**0**	**11**	**5**	**17**	**18**

Ambientes: ACP= Arenal con parches, AP= Arenal profundo, B=Blaquizales, E=Espigón, P=Playa, PR=Playa rocosa, PM=Pradera marina, ZAI=Zona de algas I, ZAII=Zona de algas II.

Invertebrados

Se registraron 13 especies de invertebrados pertenecientes a siete clases (**Tabla IV_ 11**), mismos que fueron sub-agrupados en anémonas (3 especies), caracol (1 especies), erizo (1 especies), esponjas (7 especies), estrella de mar (1 especies), gusano (1 especies), falso coral (1 especies) y pluma de mar (1 especies).

De las especies observadas, el falso coral (*Millepora alcicornis*) se registró en tres de los nueve ambientes, en dos ambiente se registraron la estrella de mar (*Oreaster reticulatus*) y

una de las esponjas (*Cliona sp.*), el resto de las especies estuvieron presentes en un ambiente (**Tabla IV_ 10, Figura IV_ 32** y **Figura IV_ 33**).

Los ambientes con mayor riqueza de invertebrados fue Zona de algas marinas II (13 especies), la Zona de algas marinas I y Playa marina presentaron 2 especies. En los ambientes de Paya rocosa, Arenal con parches y Arenal profundo solo se observó una especie en cada uno. En los ambientes de Blanquizales, Espigón y Playa no se registraron especies de invertebrados (**Tabla IV_ 10** y **Figura IV_ 32**).

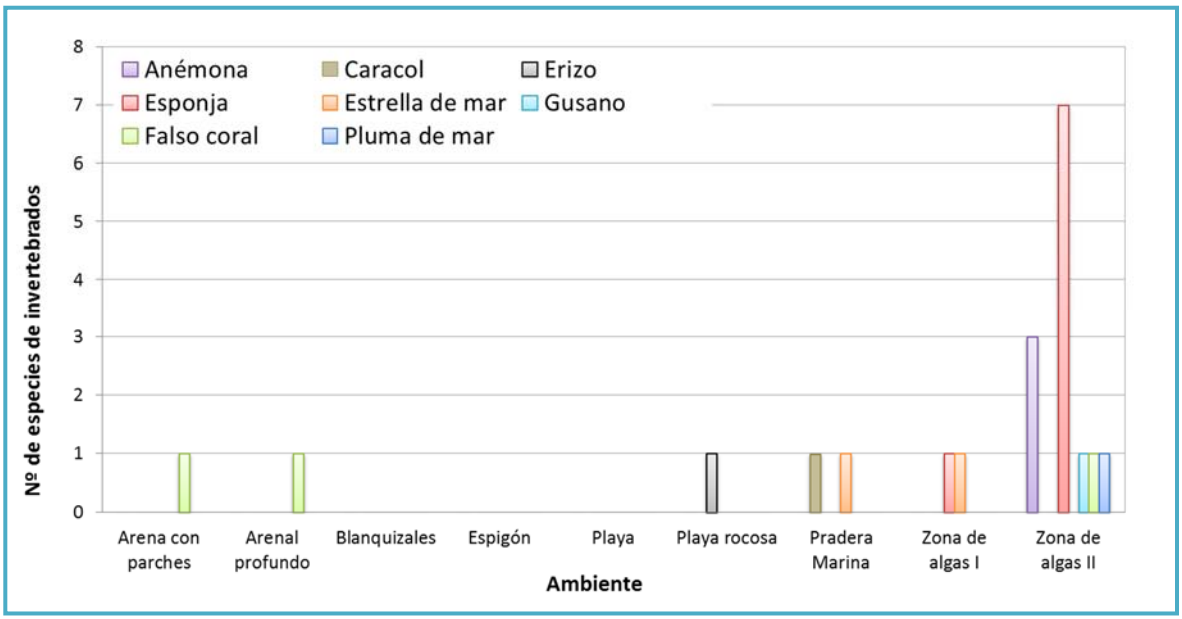


Figura IV_ 32. Riqueza específica de invertebrados presente por ambiente.

Tabla IV_ 11. Listado de especies de invertebrados por ambiente.

Subgrupo	Especie	ACP	AP	B	E	P	PR	PM	ZAI	ZAII
Anémona	*Anémona sp.*									1
	Bartholomea annulata									1
	Condylactis gigantea									1
Caracol	*Fasciolaria sp.*							1		
Erizo	*Echinometra lucunter*						1			
Esponja	*Amphimedon compressa*									1
	Amphimedon viridis									1
	Cliona sp.								1	1
	Ectyoplasia ferox									1
	Esponja sp.									1

Subgrupo	Especie	ACP	AP	B	E	P	PR	PM	ZAI	ZAII
	Ircinia strobilina									1
	Neopetrosia spp.									1
Estrella de mar	*Oreaster reticulatus*							1	1	
Gusano	*Spirobranchus sp.*									1
Falso coral	*Millepora alcicornis*	1	1							1
Pluma de mar	*Aglophenia sp.*									1
Número de especies		**1**	**1**	**0**	**0**	**0**	**1**	**2**	**2**	**13**

Ambientes: ACP= Arenal con parches, AP= Arenal profundo, B=Blaquizales, E=Espigón, P=Playa, PR=Playa rocosa, PM=Pradera marina, ZAI=Zona de algas I, ZAII=Zona de algas II.

A

B

C

D

E

F

G

H

Figura IV_ 33. Especies de corales en el ambiente Arrecife. A) *Clionna sp., B) Oreaster reticulatus, C) Esponja sp., D) Ircinia strobilina, E) Aglophenia sp., F) Fasciolaria sp., G) Condylactis gigantea, H) Bartholomea annulata. Fuente: Marenter, 2016.*

Peces

Se registraron 14 especies de peces pertenecientes a dos clases, peces óseos (13 especies) y peces cartilaginosos (1 especies de raya, **Tabla IV_ 12**).

De las especies observadas, *Abudefduf saxatilis*, *Acanthurus chirurgus* y *Canthigaster rostrata* se registraron en tres de los nueve ambientes. El resto de las especies estuvieron presentes en un solo ambiente (**Tabla IV_ 10**, **Figura IV_ 34** y **Figura IV_ 35**).

Los ambientes con mayor riqueza de peces fueron la Zona de algas marinas II (6 especies) y la Zona de algas marinas I. Los ambientes con pocas especies fueron el Arenal con parches (3 especies), Paya rocosa (2 especies), Blanquizales (1 especies) y Playa se registraron (1 especies), este último ambiente es donde se registró la especie de raya. En el Espigón, Paradera marina y Zona de algas marinas I no se registraron especies de peces (**Tabla IV_ 10**, **Figura IV_ 34** y **Figura IV_ 35**).

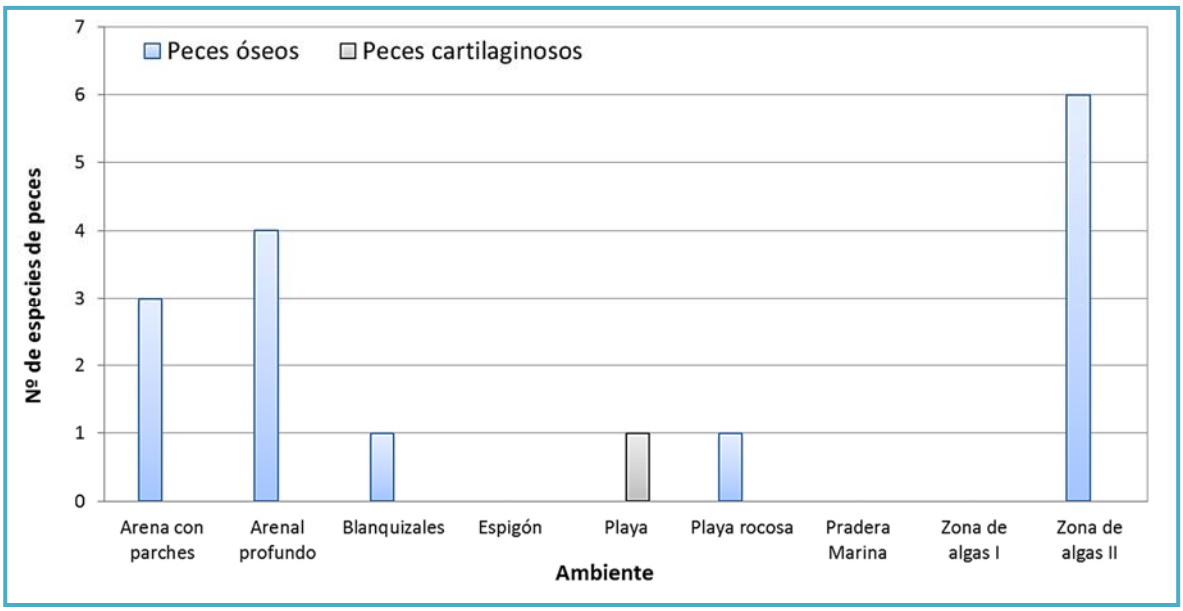


Figura IV_ 34. Riqueza específica de peces presente por ambiente.

Tabla IV_ 12. Listado de especies de peces por ambiente.

Subgrupo	Especie	ACP	AP	B	E	P	PR	PM	ZAI	ZAII
Peces óseos	*Abudefduf saxatilis*						1			1
	Acanthurus bahianus	1								
	Acanthurus chirurgus	1	1							
	Canthigaster rostrata			1						1
	Chaetodon capistratus									1
	Diodon holocanthus									1
	Epinephelus labriformis		1							
	Gerres cinereus		1							
	Haemulon sp. juvenil									1
	Halichoeres bivittatus									1
	Ocyurus chrysurus	1								
	Pomacanthus perú		1							
Peces cartilaginosos	*Urolophus jamaicensis*					1				
	Número de especies	**3**	**4**	**1**	**0**	**1**	**1**	**0**	**0**	**6**

Ambientes: ACP= Arenal con parches, AP= Arenal profundo, B=Blaquizales, E=Espigón, P=Playa, PR=Playa rocosa, PM=Pradera marina, ZAI=Zona de algas I, ZAII=Zona de algas II.

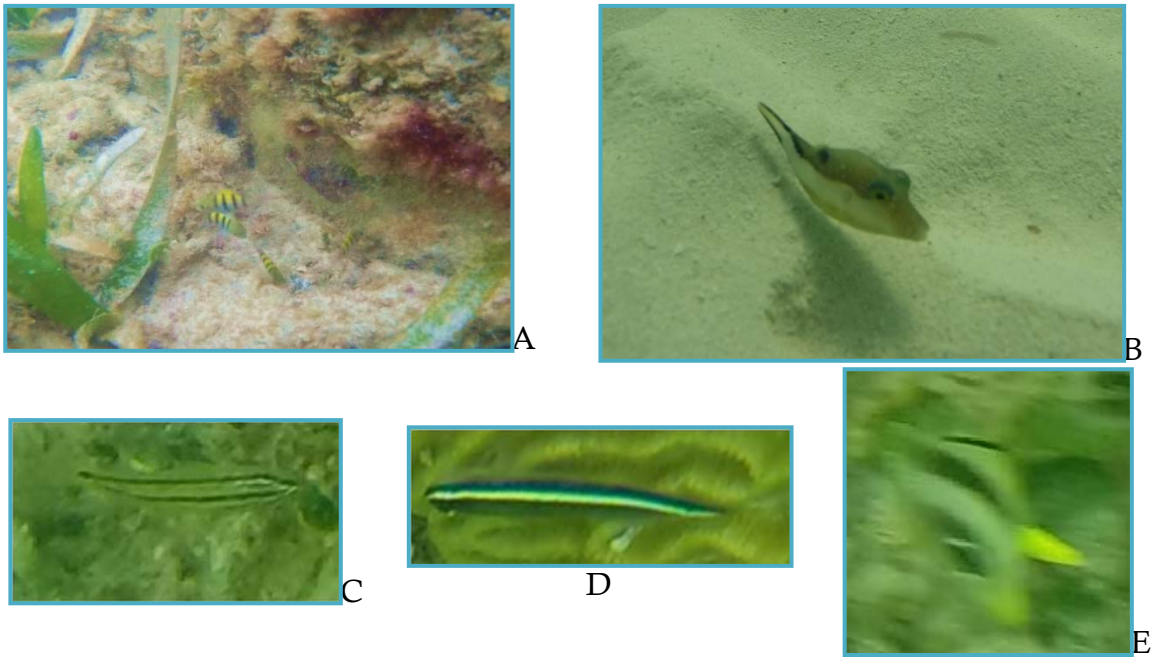


Figura IV_ 35. Especies de peces en el ambiente Arrecife. A) *Abudefduf saxatilis*, B) *Canthigaster rostrata*, C) *Haemulon sp. juvenil*, D) *Halichoeres bivittatus*, E) *Chaetodon capistratus.*Fuente: Marenter, 2016.

Tortugas

En la actualidad en el Estado de Quintana Roo existen cuatro especies de tortugas marinas de las siete que aún se encuentran en el mundo, entre ellas están: la Tortuga Caguama (*Caretta caretta*), la Tortuga Blanca (*Chelonia mydas*), la Tortuga Laúd (*Dermochelys coriácea*), la Tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*, **Figura IV_ 36**)

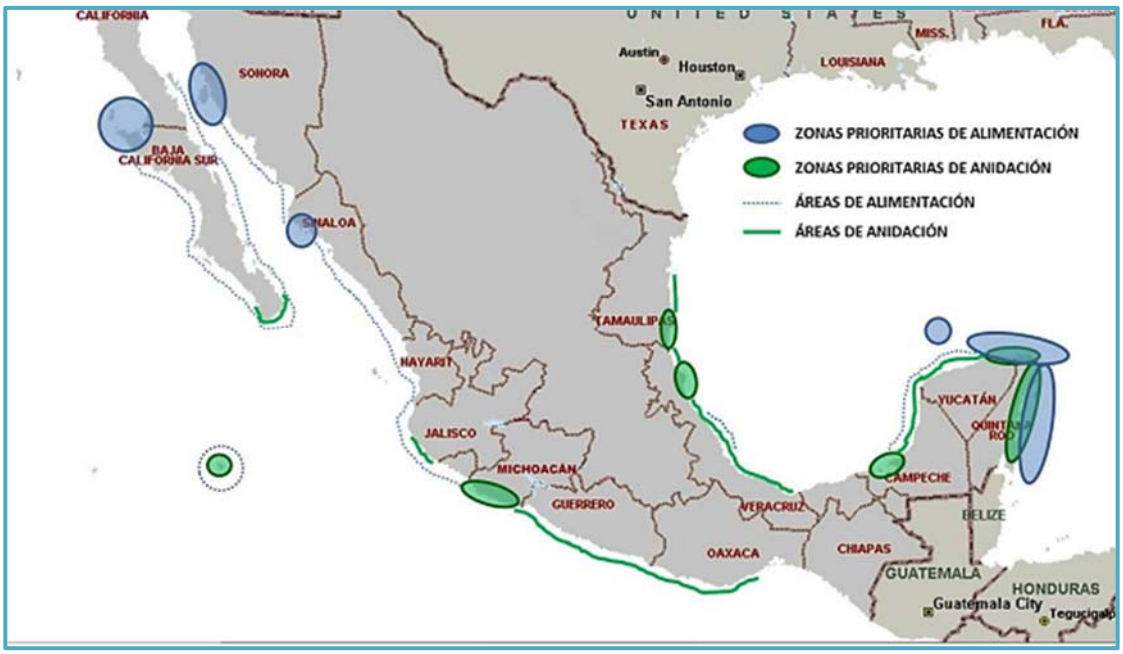


Figura IV_ 36. Zonas prioritarias de anidación de las tortugas Carretta carretta y Chelonia mydas.

En el área del proyecto, de las cuatro especies de tortugas que desovan en el Estado, se han registrado en el presente año cinco nidos de las especies C*aretta caretta* y *Chelonia mydas* (**Figura IV_ 37**). Ambas especies se encuentran catalogadas en la NOM 059 bajo el estatus: en peligro de extinción.

Figura IV_ 37. Fotos de nidos de tortugas en el área del proyecto.

Flora marina

Se registraron 40 especies de flora marina pertenecientes a seis clases (**Tabla IV_ 13**), mismos que fueron sub-agrupados en pastos marinos (4 especies), algas verdes (19 especies), algas cafés (4 especies) y algas rojas (13 especies).

La presencia de las especies observadas en los distintos ambientes varió en relación al número de estos; el 37% se registró en uno, el 25 % en dos y solo el 10 % en seis (**Figura IV_ 38** y **Figura IV_ 40**). El grupo con mayor representación en los ambientes fue el de las algas verdes (8 ambientes), seguido de los pastos (7 ambientes), algas rojas (5 ambientes) y algas cafés (3 ambientes, **Figura IV_ 39** y **Figura IV_ 40**).

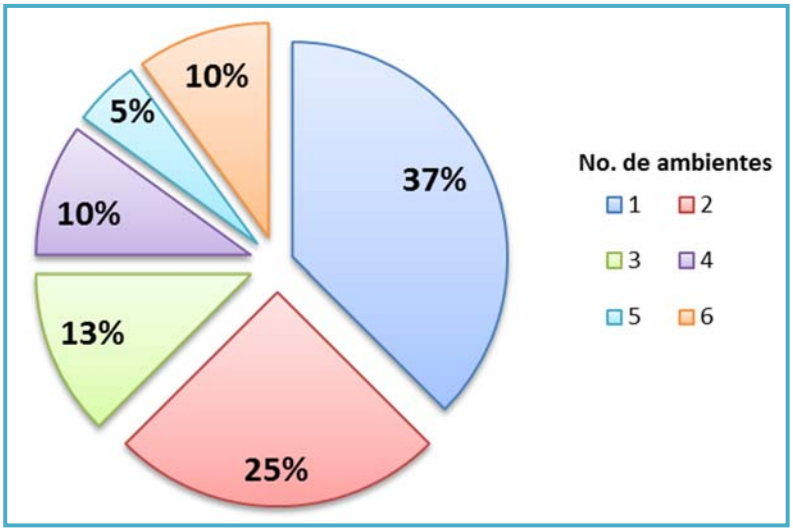


Figura IV_ 38. Porcentaje de especies registradas por número de ambiente.

Los ambientes con mayor riqueza de flora marina fue la Zona de algas marinas II (26 especies), la Zona de algas marinas I (22 especies), Playa rocosa (21 especies) y Arenal con parches (12 especies). En los ambientes de Arenal profundo, Playa y Espigón se registraron menos de 10 especies. En el ambiente de Blanquizales no se registraron especies de flora marina (**Tabla IV_ 13**, **Figura IV_ 39** y **Figura IV_ 40**).

Tabla IV_ 13. Listado de especies de invertebrados por ambiente.

Subgrupo	Especie	ACP	AP	B	E	P	PR	PM	ZAI	ZAII
Liliopsida	*Halodule wrightii*	1								
Magnoliophyta	*Syringodium filiforme*	1	1				1	1	1	1

Subgrupo	Especie	ACP	AP	B	E	P	PR	PM	ZAI	ZAII
Monocotyledoneae	*Halophila decipiens*	1				1				
	Thalassia testudinium	1	1				1	1	1	1
No. de especies de pastos marinos		**2**	**4**	**0**	**0**	**0**	**6**	**5**	**11**	**10**
Algas verdes	*Avrainvillea longicaulis*	1					1		1	1
	Caulerpa cupressoides								1	1
	Caulerpa pasapaloides									1
	Caulerpa prolifera	1					1		1	1
	Caulerpa rasemosa								1	1
	Caulerpa mexicana								1	1
	Caulerpa taxifolia									1
	Codium sp.									1
	Dasycladus vermicularis		1							
	Derbesia sp.					1	1			
	Halimeda incrasata	1	1							1
	Halimeda discoidea								1	1
	Halimeda opuntia							1	1	1
	Penicillus capitatis	1				1	1	1	1	1
	Penicillus dumetosus	1					1	1	1	1
	Penicillus pyriformis	1	1				1			1
	Turba de alga		1		1		1		1	1
	Udotea flabellum	1	1				1	1	1	1
	Valonia macrophysa								1	1
No. de especies de algas verdes										
Algas cafés	*Dictyota pulchella*									1
	Dictyota sp.						1		1	1
	Padina boergesenii						1			
	Padina jamaicensis						1		1	
No. de especies de algas cafés										

Subgrupo	Especie	ACP	AP	B	E	P	PR	PM	ZAI	ZAII
Algas rojas	*Acanthophora spicifera*					1	1			1
	Acanthophora sp.						1			
	Amphiroa rigida						1		1	1
	Amphiroa fragilissima						1		1	
	Galaxaura sp.						1			
	Hypnea cervicornis								1	1
	Hydrolithon sp.								1	
	Jania pumilla								1	
	Laurencia sp.									1
	Laurencia obtusa									1
	Laurencia papillosa						1			
	Spyridia filamentosa						1			
	Wrangelia sp.	1				1	1		1	
No. de especies de algas rojas										
Número de especies		**12**	**7**	**0**	**1**	**5**	**21**	**6**	**22**	**26**

Ambientes: ACP= Arenal con parches, AP= Arenal profundo, B=Blaquizales, E=Espigón, P=Playa, PR=Playa rocosa, PM=Pradera marina, ZAI=Zona de algas I, ZAII=Zona de algas II.

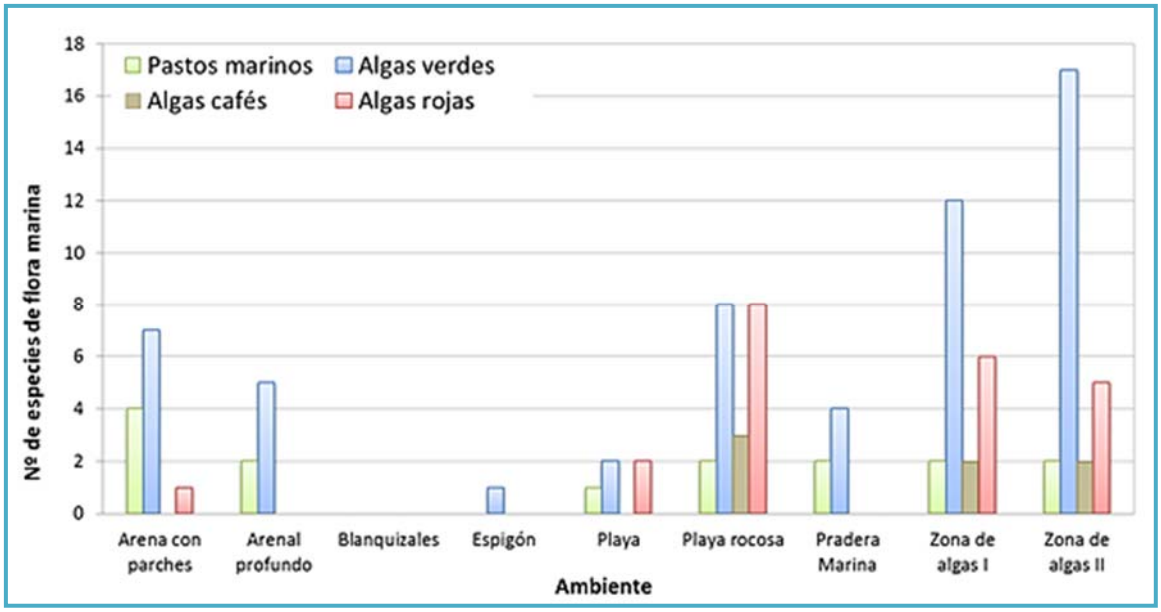


Figura IV_ 39. Riqueza específica de flora marina presente por ambiente.

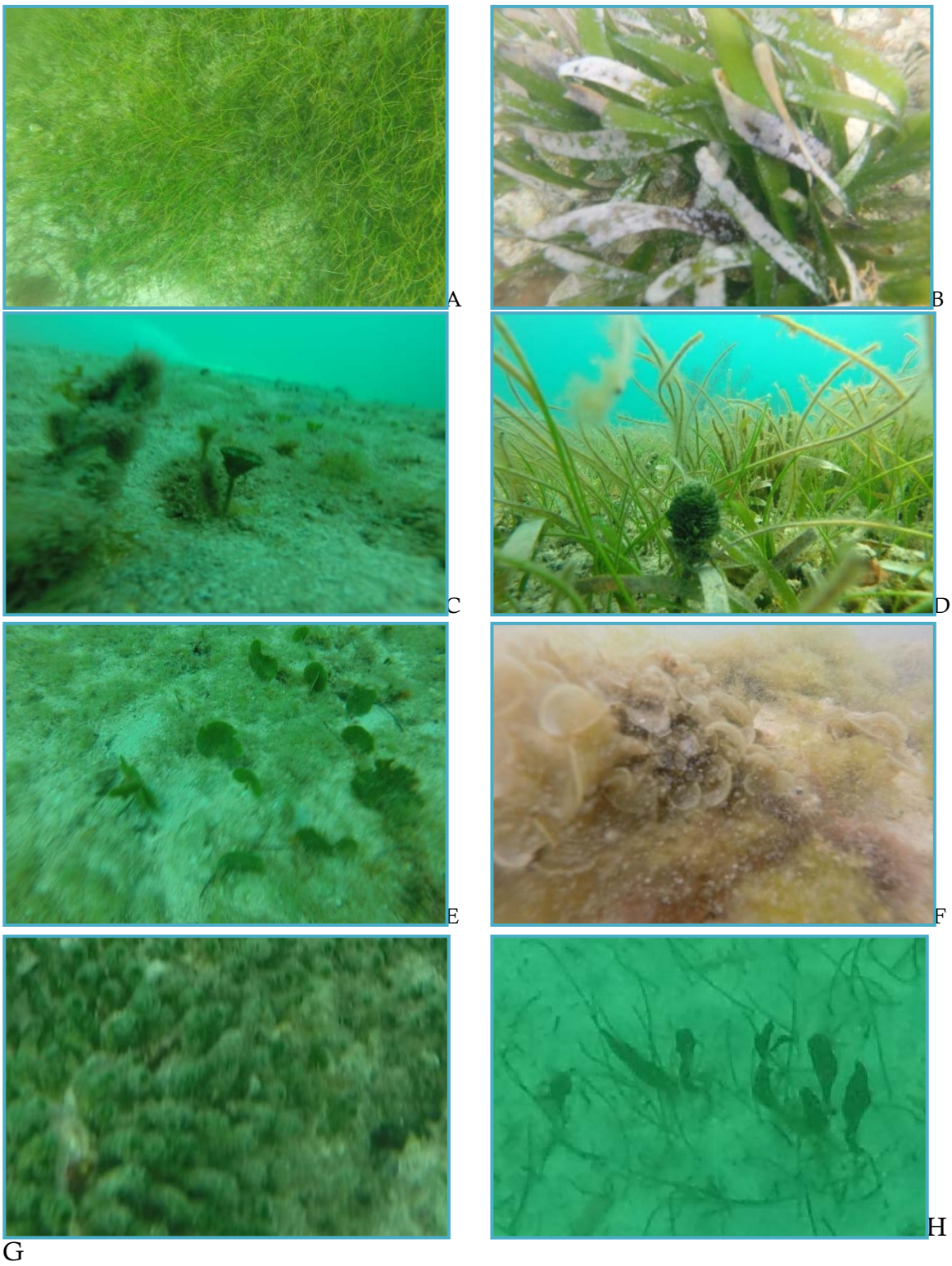


Figura IV_ 40. Especies de flora marina en el ambiente Arrecife. A) *Syringodium filiforme*, B) *Thalassia testudinium,* C) *Penicillus pyriformis*, D) *Rhipocephalus phoenix*, E) *Avrainvillea sp.,* F) *Padina jamaicensis*. G) *Dasycladus vermicularis* y H) *Caulerpa prolifera*.Fuente: Marenter, 2016.

IV.2.2.4.2 Análisis de Meiofauna

En el sedimento marino podemos encontrar organismos como las bacterias y microfauna (< 45 µm), meiofauna (45–500 µm), macrofauna (500–4 000 µm) y megafauna (> 4 000 µm). La meiofauna está conformada en su mayoría por nemátodos y copépodos, mientras que la macrofauna se compone por poliquetos, moluscos, anfípodos, crustáceos, etc., su proporción en latitudes templadas en de 10:1 en el número de especies y tienen na distribución vertical del sedimento de hasta 10 cm de profundidad, la mayoría de los organismos se encuentran en los primeros dos cm de profundidad. Estos organismos juegan un papel importante en la cadena trófica entre las bacterias y la megafauna, tienen un corto tiempo de regeneración y le dan una estabilidad a la comunidad.

En el presente estudio se analiza la distribución de los primeros 10 cm del sedimento del área del proyecto, con la finalidad de conocer si en la arena a relocalizar de las zonas de disposición seleccionadas para el proyecto, se encuentran en volúmenes importantes estadios tempranos de desarrollo de especies bajo alguna categoría de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 o cuyo aprovechamiento esté regulado, como lo es el caracol rosado (*Lobatus gigas*); para lo cual, se realizó el análisis de la meiofauna en las zonas de disposición de arena.

Materiales y métodos

En cada zona de disposición se tomó una muestra de arena de aproximadamente 500 g para identificar los organismos presentes siguiendo los siguientes métodos:

- Trabajo de campo: La recolecta de sedimentos marino se realizó mediante buceo autónomo y con ayuda de nucleadores fabricados con PVC con un diámetro de 10 cm por 7 cm de alto. Las muestras fueron colocadas en bolsas plásticas debidamente etiquetadas y mantenidas en refrigeración para su ulterior análisis.

- Recuperación de los organismos: La recuperación de los organismos se llevó a cabo mediante el lavado de la arena de cada muestra y filtrando el agua mediante un tamiz con abertura de malla de 425 µm. Además se realizó una revisión general de la arena lavada en busca de algún organismo, con ayuda de un microscopio digital marca Celestron con un aumento de 10X a 150Xzz.

  El material retenido en dicho tamiz y el recolectado en la revisión general, fue preservado en alcohol al 70% para su posterior medición e identificación con ayuda del microscopio digital.

- Identificación: Los organismos separados fueron contados e identificados a la categoría taxonómica más precisa mediante claves especializadas.

Resultados

En las muestras de arena de las zonas de disposición de arena se encontraron un total de 112 organismos, agrupados en 17 taxa, cuatro clases y tres Phyla (**Tabla IV_ 14, Figura IV_ 41, Figura IV_ 42, Figura IV_ 43**).

Tabla IV_ 14. Composición de la fauna bentónica.

No.	Phyllum	Clase	Taxón	No. de organismos		
				ZDA-A	ZDA-B	ZDA-C
1	Nematoda	-	*Nematoda sp.*	6	12	15
2	Annelida	Polychaeta	*Polychaeta sp. 1*	3	5	4
3	Annelida	Polychaeta	*Polychaeta sp. 2*	0	1	1
4	Annelida	Polychaeta	*Polychaeta sp. 3*	4	3	2
5	Annelida	Polychaeta	*Polychaeta sp. 4*	1	1	0
6	Mollusca	Gastropoda	*Natica sp.*	1	1	0
7	Mollusca	Gastropoda	*Mollusca sp.*	0	0	1
8	Mollusca	Gastropoda	*Cerithium sp.*	2	1	1
9	Mollusca	Gastropoda	*Conus sp.*	0	1	0
10	Mollusca	Bivalvia	*Tellina sp.*	1	2	0
11	Mollusca	Bivalvia	*Mactra sp.*	3	5	2
12	Mollusca	Bivalvia	*Dosinia sp.*	1	3	2
13	Mollusca	Bivalvia	*Bivalva sp.1*	2	1	0
14	Mollusca	Bivalvia	*Chione sp. 1*	4	5	6
15	Mollusca	Bivalvia	*Chione sp. 2*	1	2	0
16	Mollusca	Bivalvia	*Anadara sp.*	0	1	1
17	Mollusca	Bivalvia	*Bivalva sp.2*	1	2	1
			Número total de organismos	**30**	**46**	**36**

ZDA= zona de disposición de arena

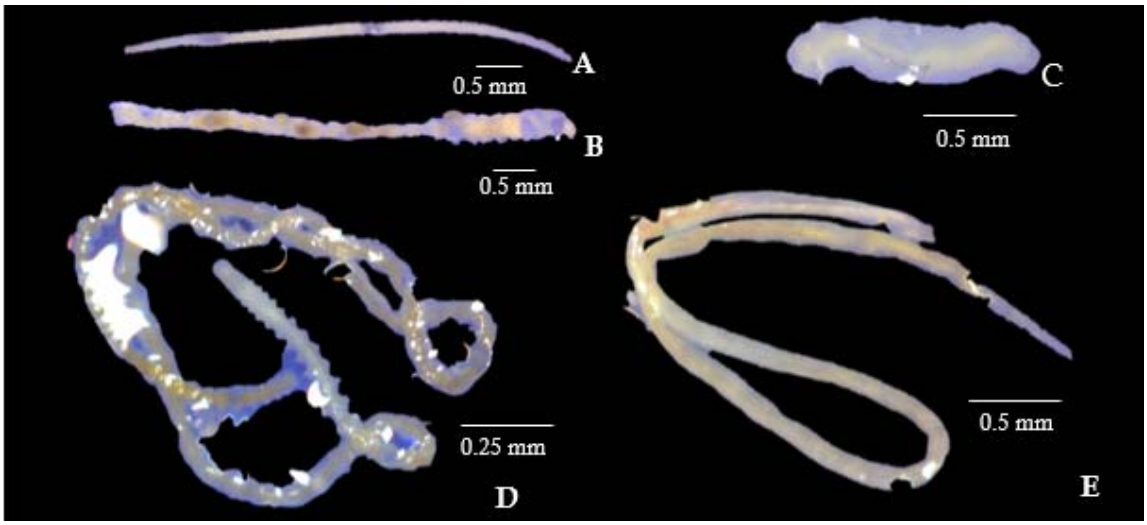


Figura IV_ 41. Composición de especies de nematodo y anélidos. A) *Nematoda sp.*, B) *Polychaeta sp. 1*, C) *Polychaeta sp. 2,* D*) Polychaeta sp. 3,* D*) Polychaeta sp. 4*

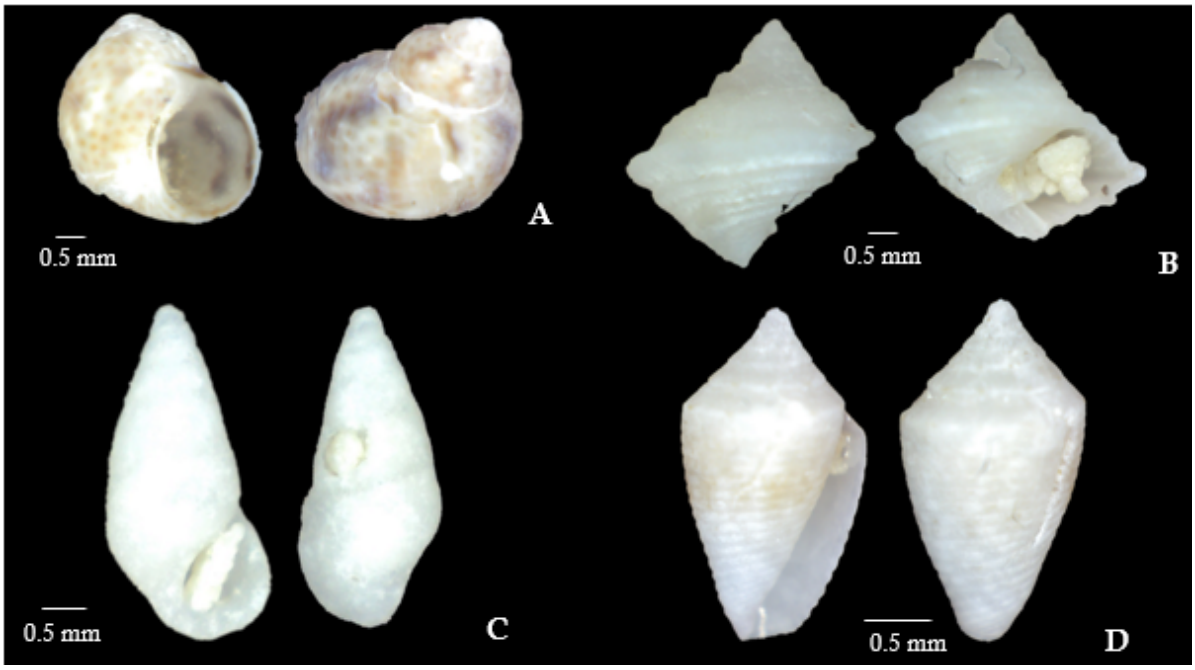


Figura IV_ 42. Composición de especies de moluscos gasterópodos. A) *Natica sp.*, B) *Mollusca sp.*, C) *Cerithium sp.*, D) *Conus sp.*

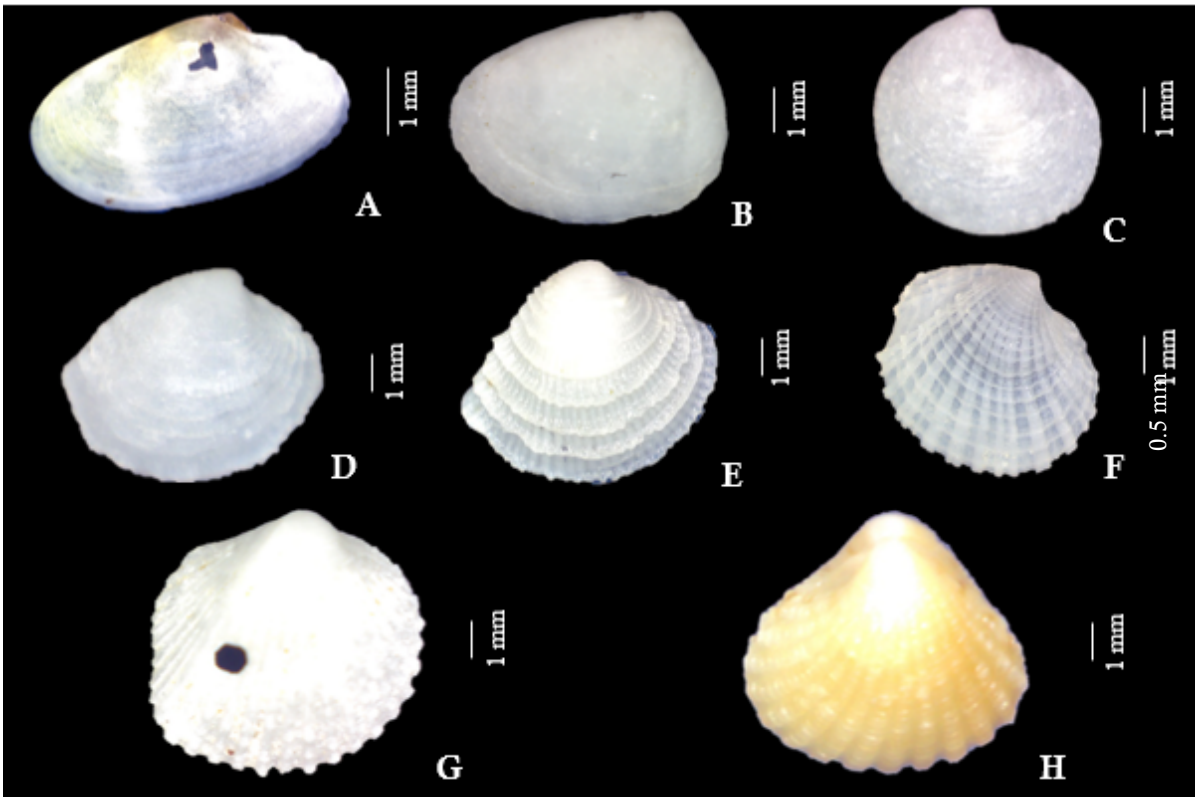


Figura IV_ 43. Composición de especies de moluscos bivalvos. A) *Tellina sp.*, B) *Mactra sp.*, C) *Dosinia sp.*, D) *Bivalva sp. 1,* E) *Chione sp. 1*, F) *Chione sp. 2*, G) *Anadara sp.*, H) *Bivalva sp.2*.

El Phylum más abundante fue Mollusca Bivalvia (46 org), seguido del Nemátoda (33 org), Annelida (25 org), en menor proporción se observó Mollusca Gastrópoda con ocho organismos (**Figura IV_ 44**). El mejor representando en números de taxa fue Mollusca (12 taxa, de los cuales cuatro pertenecen a la clase Gastrópoda y ocho a Bilvalva), seguido de Annelida (cuatro taxa) y Nematoda (un taxón, **Figura IV_ 45**).

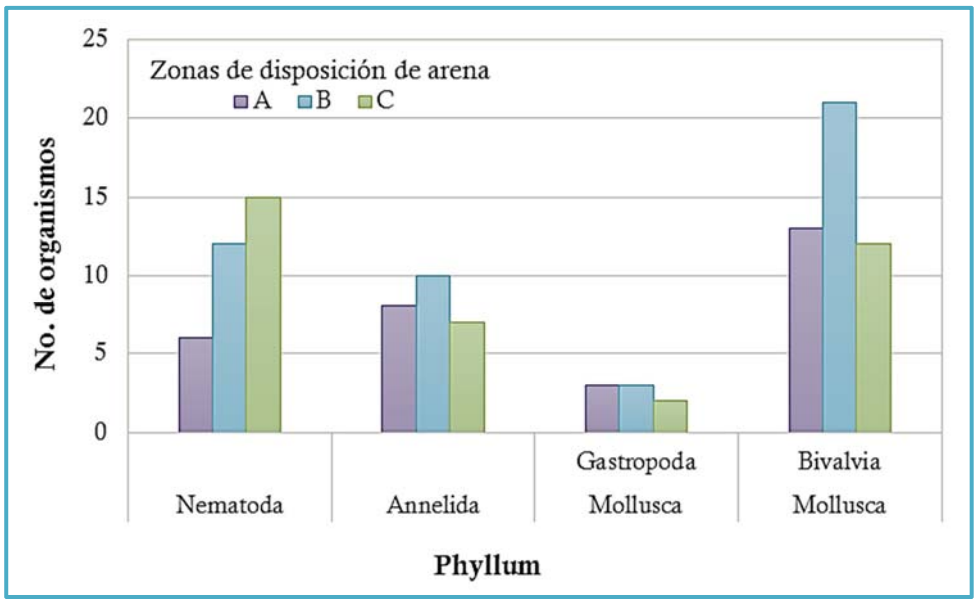


Figura IV_ 44. Número de organismos de cada Phyllum.

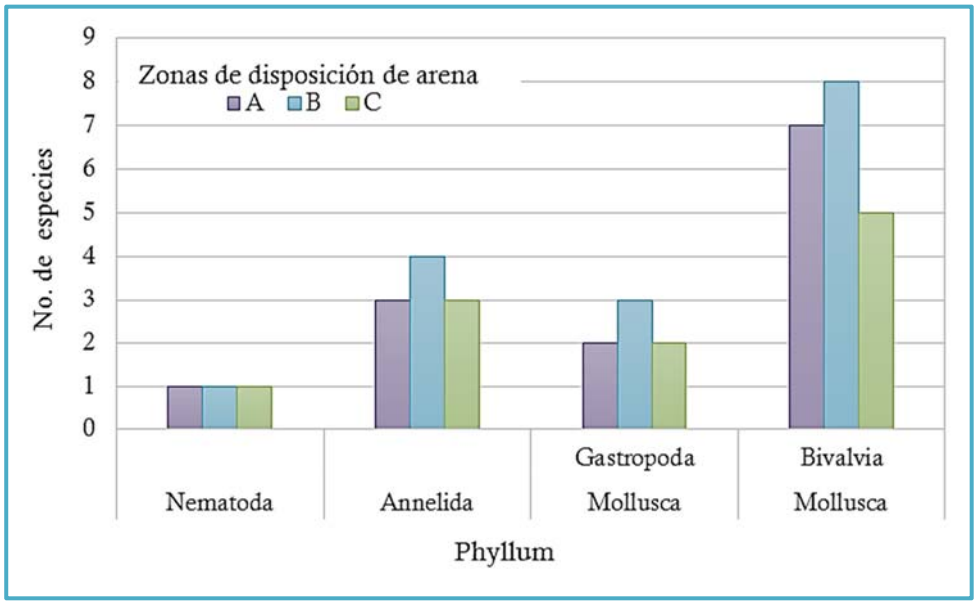


Figura IV_ 45. Porcentaje de taxa perteneciente a cada uno de los Phyllum.

Especies protegidas

De las 17 taxas registradas en el análisis de las muestras se determinó que ninguna se encuentra bajo alguna categoría de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-

2010, ni se encontraron organismos de importancia ecológica, ni están bajo aprovechamiento regulado (como por ejemplo el caracol rosado).

Conclusión

En el análisis de la meiofauna y macrofauna en la arena de las zonas de disposición para el proyecto se registraron un total de 112 organismos agrupados en 17 taxa y cuatro Phyla: Annelida, Nemátoda, Mollusca (Gastrópoda y Bivalva). El grupo con mayor número de especies fueron los moluscos bivalvos, seguido de los anélidos. Ninguna de las especies reportadas en este informe se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o bajo aprovechamiento regulado.

IV.2.2.5. Vegetación terrestre

Durante las visitas realizadas en campo, se observó que el área del proyecto se localiza en una zona urbanizada y turística, en la que no existen dunas costeras. La vegetación existente se reduce a palmeras y algunos arbustos, los cuales en su mayoría forman parte de las áreas verdes (**Figura IV_ 46**).

A

B

Figura IV_ 46. Área de playa con escasa vegetación terrestre.

Las actividades y obras del proyecto no afectarán a la vegetación terrestre, por el contrario, otorgará un beneficio ya que al recuperar la playa se proporcionará un sustrato para esta.

IV.2.3. Especies registradas en la 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.

En la caracterización ambiental del proyecto, se encontraron especies de flora y fauna enlistadas bajo alguna categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Éstas corresponden a las tortugas marinas, ya que en la playa del proyecto se tienen registros de la anidación de dos especies, la Tortuga Caguama (*Caretta caretta*) y la Tortuga Blanca (*Chelonia mydas*), ambas bajo el estatus de Peligro de extinción.

Con la finalidad de tener un mínimo impacto sobre la anidación de tortugas marinas se implementaran medidas de mitigación, se seguirá al pie de la letra el "*Reglamento para la Protección de La Tortuga*" establecido en el "*Programa de Manejo de Tortuga, El Cid de Cancún, Puerto Morelos, Quintana Roo*" y se continuará con la protección de las tortugas en el área de playa a través del Hotel, cuyas acciones fueron reconocidas en el 2015 por el Comité Estatal de Tortugas Marinas de Quintana Roo y el Parque Nacional de Arrecifes de Puerto Morelos – CONANP (anexos).

En otras playas con rompeolas segmentados a base de tubos de geotextil rellenos con arena en el área marina, el crecimiento de la playa se ha visto favorecido ya que estas estructuras generan zonas de calma relativa que permiten que el material vertido no se pierda, tal es el caso del Hotel Bahía Príncipe Tulum con obras similares a las de la presente propuesta, en cuya playa la anidación de tortugas en las fechas del inicio del proyecto en el año 2000 registró un número menor a 100 nidos de tortugas, en el año 2015 se reporta un incremento en la cantidad de nidadas; con el registro más alto de los últimos 20 años: 1,864 nidos protegidos con 146,096 crías liberadas (Nota tomada de la Fundación Ecológica Akumal para el año 2015). Lo anterior demuestra que los quelonios sí evaden o traspasan estructuras como rompeolas de tubos de geotextil paralelos a la playa.

IV.2.4. Paisaje

El análisis de los impactos ambientales en el paisaje debe tratarse como cualquier otro recurso a ser afectado por una acción humana determinada. El paisaje se define como 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. Para estudiarlo se deben investigar los elementos que lo constituyen debido a que tiene diferentes formas de percepción como son la auditiva, visual y olfativa.

Analizando el paisaje de la zona de estudio considerando la calidad, naturalidad y fragilidad, éste se localiza en una región muy susceptible a los fenómenos naturales y ha sido afectado continuamente por fenómenos meteorológicos que originaron 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 del paisaje de playa, disminuyendo su superficie con el paso de cada uno de estos eventos.

Actualmente el paisaje forma parte de la unidad turística del corredor conocido comercialmente como Riviera Maya, donde se construyen hoteles y fraccionamientos residenciales y turísticos, lo que también ha modificado el paisaje, disminuyendo así su naturalidad, pero siempre buscando ofrecer una alta calidad paisajística.

Para describir el paisaje del sitio donde se busca desarrollar el proyecto, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

Visibilidad.- Considerando que el área del proyecto es en la zona de playa y área marina, la visibilidad es muy amplia porque su ubicación permite observar el Mar Caribe en todo su esplendor.

Calidad paisajística.- El área del proyecto cuenta con elementos naturales visuales muy importantes como son la arena blanca y el mar color azul turquesa. Estas características proporcionan un fondo escénico de gran belleza natural al combinarse una serie de atributos ambientales costeros, otorgándole así una calidad de alto valor paisajístico.

Fragilidad visual.- El área de interés se localiza en una región muy susceptible a los fenómenos naturales, originando no solamente la transformación de las características en el paisaje terrestre como consecuencia de su afectación, (remoción de vegetación, daño a la infraestructura hotelera, vías de comunicación, etc.) sino también el paisaje de la playa, disminuyendo su área con el paso de cada uno de estos eventos. La presencia de los elementos de geotextil se verá disimulada por la espuma proveniente del impacto de las olas.

Residuos.- La playa en algunas porciones se observa afectada con residuos plásticos y de madera que el mar expulsa a la playa, lo que hace que luzca sucia, sin embargo, la basura costera y desechos marinos son colectados por el personal de limpieza del Hotel.

Protección.- Los rompeolas servirán de refugio para organismos juveniles de peces y otros organismos además de propiciar zonas de calma relativa que favorecerán el uso del área marina de forma segura.

La playa se caracteriza por tener arena fina de color claro, aunque esta zona no rebasa los 15 m, de manera que es insuficiente para las actividades lúdicas de los turistas (**Figura IV_ 47**). Se espera que con este proyecto se consiga un mayor amplitud de playa.

Figura IV_ 47. Vista del Paisaje actual del área del proyecto

El potencial escénico en el Mar Caribe, particularmente de la playa, es muy alto ya que compone el estigma del ambiente tropical caribeño; sin embargo, es necesario que se apliquen programas tales como el mejoramiento y mantenimiento de la playa, aspectos que plantea este proyecto.

IV.2.5. Medio socioeconómico

La consideración de los factores socioeconómicos en los estudios de impacto ambiental garantiza la participación de la población, asegura que los proyectos beneficien a la población y valora posibles impactos de los proyectos sobre las comunidades como posibles modificaciones o transformaciones del medio. A continuación se realiza el análisis de los factores que integran el medio socioeconómico del municipio de Puerto Morelos.

La XIV Legislatura del Congreso del Estado de Quintana Roo, decretó la creación del municipio de Puerto Morelos a partir del 6 de enero del 2016. La localidad de Puerto Morelos, cabecera municipal, se encuentra localizada en las coordenadas geográficas de

20º51'13" N y 86º53'55" O y a una altitud de 4 metros sobre el nivel del mar, su distancia de Cancún es de aproximadamente 36 kilómetros al Sur.

La población es costera, ubicada en el lado oriente de la Península de Yucatán en el Mar Caribe, frente a sus costas y a una distancia que varía de 350 a 1,600 m se encuentra una barrera arrecifal, la cual forma parte del Gran Cinturón de Arrecifes del Atlántico Occidental y que es la segunda barrera de arrecifes más grande del mundo, también conocida en una parte como "Gran Arrecife Maya", perteneciente al Sistema Arrecifal Mesoamericano.

Colinda al Norte con los municipios de Lázaro Cárdenas y Benito Juárez, al Este con el municipio de Benito Juárez y el mar Caribe, al Sur con los municipios de Solidaridad y Lázaro Cárdenas y al Oeste con el municipio de Lázaro Cárdenas. La extensión territorial es de aproximadamente 1,043.92 km^2 y su litoral costero mide aproximadamente 17.7 km.

IV.2.5.1. Demografía

La población total de la localidad de Puerto Morelos en el año 2010 fue de 9,188 habitantes de los cuales 4,667 son hombres y 4,521 mujeres (INEGI). En la **Tabla IV_ 15** se presentan las proyecciones para la población total de Puerto Morelos, realizadas por la Comisión Estatal de Población del Estado de Quintana Roo:

Tabla IV_ 15. Proyecciones para la población de Puerto Morelos

Año	No. de habitantes	Año	No. de habitantes
2011	9,829	2021	15,377
2012	10,313	2022	16,013
2013	10,814	2023	16,664
2014	11,331	2024	17,330
2015	11,864	2025	18,010
2016	12,413	2026	18,706
2017	12,977	2027	19,417
2018	13,556	2028	20,145
2019	14,149	2029	20,889
2020	14,755	2030	21,649

Tasa de crecimiento

Puerto Morelos mantuvo entre los años 2005 al 2010 una tasa media de crecimiento de 19.10 % anual la cual es superior a la de la ciudad de Cancún.

Tabla IV_ 16. Tasa de crecimiento anual, año 2010.

Localidad	Población
Cancún	8.77%
Puerto Morelos	19.10%
Leona Vicario	5.67%

Procesos migratorios

El acelerado crecimiento de la población en el Estado de Quintana Roo tiene su origen en el elevado índice de migración, motivado por la oportunidad de trabajo y vivienda que ofrecen los desarrollos turísticos y las actividades asociadas al sector, así como a la belleza paisajística.

IV.2.5.2. Actividades económicas

Puerto Morelos es mundialmente conocido por su porción de arrecife y que conforma el sistema arrecifal del Caribe, catalogado como el segundo más extenso del planeta. Es una de las principales atracciones de la zona y atrae miles turistas. Es la comunidad porteña más antigua del Caribe Mexicano, se le considera puerto comercial, turístico y pesquero.

Pesca

La Administración Portuaria Integral de Quintana Roo (APIQROO) señala que la actividad pesquera de Puerto Morelos es importante y cuenta con instalaciones portuarias para manejo de carga suelta y en contenedores de embarcaciones de altura, con tráfico nacional e internacional. Existe la proyección de un parque industrial y se están construyendo más instalaciones con fines turísticos.

Turismo

El sector turístico es la principal fuente de ingresos del municipio, lo que lo convierte en motor de la economía de esta cabecera municipal. La vocación turística de Puerto Morelos se ve reflejada en la distribución de las actividades predominantes, encaminadas principalmente al área de servicios turísticos, el transporte, el comercio y la educación.

Las actividades recreativas más importantes son el descanso en la playa, la natación y diversión en la orilla del mar, así como el disfrute de los paisajes marinos. En el área marina frente al poblado de Puerto Morelos se realizan la mayor parte de las visitas al arrecife coralino, recreación de playa, natación, windsurf y kayac. Las zonas turísticas principales son: El Ojo de Agua que por su cercanía y belleza es el más visitado, la Bocana, la Ceiba y Radio Pirata.

IV.2.5.3. Salud

Puerto Morelos cuenta con un consultorio del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y dos Centros de Salud, el primero y más antiguo ubicado en la zona costera y el segundo localizado en la colonia Joaquín Zetina Gasca.

Los servicios de salud de ambos centros de población dependen, normativa y administrativamente, de la Jurisdicción Sanitaria No. 2 con sede en Cancún.

IV.2.5.4. Calidad de vida y factores socioculturales

Agua potable

La empresa Aguakan, S.A. de C.V. tiene la concesión del servicio para Puerto Morelos y Leona Vicario.

Servicios educativos

En la localidad existen 13 escuelas públicas de los niveles: preescolar (6), primaria (14), secundaria (2) y preparatoria (1), adscritas al Sistema Educativo Quintanarroense (SEQ).

Energía eléctrica y telecomunicaciones

El 95% de la población cuenta con servicio eléctrico, el cual es administrado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Existe el servicio de telefonía domiciliaria, telefonía celular y acceso a internet.

Vialidades

El poblado se localiza a 35 km al Sur de Cancún y 34 km al Norte de Playa del Carmen sobre la carretera federal 307. El Aeropuerto Internacional de Cancún se localiza a 18 km al Norte de la localidad.

Al poniente, cuenta con un camino estatal de terracería de 45 km de longitud que atraviesa zonas ejidales para enlazar a las comunidades de Central Vallarta a 15 km, finalizando en el poblado Leona Vicario, sobre la carretera federal 180 en su tramo Cancún-Mérida.

La zona costera del puerto se encuentra conectada a la autopista por la Av. José María Morelos, que es una vialidad federal de dos carriles que finaliza en la Plaza de Puerto Morelos.

Marginación

El Catálogo de Localidades de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) indica que la localidad de Puerto Morelos tiene un grado de marginación bajo y de rezago social muy bajo. Esta clasificación se realizó con base en indicadores de marginación como el porcentaje de población analfabeta, porcentaje de viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica, agua entubada y con piso de tierra.

Cultura

En la localidad existe la "Casa de la Cultura Puerto Morelos" encargada de realizar actividades culturales cuya misión es propiciar y estimular las expresiones artísticas, la cultura popular y las diversas manifestaciones que promuevan a la preservación y enriquecimiento de la cultura. Así mismo proteger, conservar y difundir el patrimonio natural y cultural de Puerto Morelos.

IV.2.6. Diagnóstico ambiental

El Sistema Ambiental tiene una extensión de 98 ha, área donde el proyecto tendrá su influencia. Se encuentra entre el canal de navegación y la barra arenosa, siendo una de las unidades ambientales que en la actualidad se encuentra modificada por los usos portuarios y turísticos. Pertenece a una zona marina ubicada entre el muelle Fiscal (al Noreste) y la Marina El Cid (al Suroeste), construcciones que junto al paso de tormentas tropicales y huracanes, han modificado la dinámica de la línea de costa hasta erosionarla.

La Zona Federal Marítimo Terrestre actualmente se constituye de un arenal desprovisto de vegetación, con secciones de suelo rocoso y blanquizales de arena con pocos metros de espesor (> 1 m). En cuanto a la zona costera que va desde la playa hasta 120 m hacia el mar, se registraron: suelos rocosos en los primeros 20 m (varía entre los 20 y 70 m), manchones de pasto después de los 35 m.

De acuerdo con la descripción ambiental realizada de la biota marina, la flora y fauna del sitio no presentan una alta biodiversidad, observándose una mayor dominancia de macroalgas y suelo rocoso, la cual es una característica que presentan los sitios impactados por estrés ambiental. Se registraron cuatro especies de pastos marinos (*Halodule wrightii*, *Syringodium filiforme, Halophila decipiens* y *Thalassia testudinum*). Los valores de cobertura de pastos en el área de construcción del proyecto fueron bajos.

Los grupos faunísticos identificados fueron: octocorales, corales escleractineos, equinodermos y peces. Los corales registraron formas incrustantes de tallas pequeñas y una baja abundancia de especies en el área donde se ubicarán las estructuras del proyecto.

En cuanto a las especies de flora o fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 durante la caracterización ambiental, en la playa del proyecto se tienen registros de la anidación de Tortuga Caguama (*Caretta caretta*) y Tortuga Blanca (*Chelonia mydas*), ambas especies bajo el estatus de Peligro de extinción. Durante la obras del proyecto se implementaran medidas de mitigación y se acatará las acciones del Hotel en pro de su conservación.

Tomando en cuenta la superficie requerida para el desplante del proyecto, no se realizarán daños al ambiente. Se ejecutará previo al inicio de las obras y actividades un programa de rescate y de reubicación de fauna marina de lento desplazamiento, con lo que se disminuirá el impacto que se ocasione a las especies presentes en la zona de desplante.

Se concluye que el desarrollo del presente proyecto no afectará a la biota marina ya que los rompeolas se desplantarán en áreas de laja, en caso de encontrar organismos de lento desplazamiento, éstos serán relocalizados, con el paso del tiempo estas estructuras se convertirán en hábitat de diversas especies de peces, invertebrados, etc. Al mejorar la zona costera se tendrá una sección más amplia de playa lo que beneficiará a algunas especies al proteger la zona.

De igual manera los resultados serán benéficos para la economía, al restaurar la belleza natural incentivando que turistas nacionales e internacionales puedan disfrutar de actividades recreativas en áreas de playa y zona marina.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

De acuerdo al diagnóstico ambiental descrito en el capítulo anterior y a las actividades que se llevarán a cabo para la realización del proyecto, se desarrollará un análisis ambiental en el que se identificarán los efectos de las acciones del proyecto sobre los indicadores ambientales. Esto nos permitirá evaluar las actividades que pueden generar beneficios y/o desequilibrios ecológicos de acuerdo a la intensidad, magnitud, duración y periodicidad en los diferentes elementos ambientales implicados.

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

Para identificar y evaluar los impactos ambientales que generará el proyecto en sus diferentes etapas, se empleará el método de Leopold *et. al.,* (1971). Este método considera acciones y su potencial de impacto sobre cada elemento ambiental.

La Matriz de Leopold pertenece a un grupo de análisis cuantitativo denominado "matrices causa-efecto". En esta tipología de matrices de doble entrada, las columnas están constituidas por las acciones que producen los impactos y las filas por los factores del medio susceptibles de recibir estos impactos. Se trata de una forma sencilla de interaccionar las acciones con los efectos, es por esta razón que este método solo permite identificar impactos directos.

Para la elaboración de la matriz es importante identificar las acciones del proyecto y los indicadores ambientales, que en su interacción determinaran con base en criterios ya establecidos los posibles impactos provocados por la implementación del proyecto.

V.1.1. Criterios de importancia para la evaluación de los impactos

Los criterios para la evaluación de impactos generados por el proyecto se definen en la **Tabla V_ 1**. Al momento de realizar el análisis de los impactos en la Matriz modificada de Leopold, las acciones se establecerán bajo los siguientes criterios:

a) Representatividad de la realidad del proyecto
b) Relevancia, es decir, la capacidad apreciable para generar alteraciones
c) Exclusión, sin solapamientos ni redundancias con otras acciones
d) Independencia
e) Cuantitatividad.

El código que se usa en cada una de las celdas de la Matriz modificada de Leopold denota las características de los impactos y si es posible mitigarlos o no. En cada una de las celdas de interacción entre los posibles impactos provocados a los elementos del medio

ambiente, se señala el símbolo que muestra la información de los criterios de la matriz por medio de letra, símbolo y color.

Tabla V_ 1. Criterios de evaluación para la matriz modificada de Leopold.

Criterio	Descripción y evaluación
Intensidad	Se refiere al grado de afectación del medio (físico, biológico y socioeconómico-cultural) por la ejecución del proyecto. Para su evaluación se considera : Insignificante o sutil (I).- Cuando no hay cambios o estos son imperceptibles. Significativo o notable (S).- Cuando son evidentes las repercusiones en el medio ambiente.
Extensión	Se refiere a las repercusiones geográficas del impacto. Para su evaluación se considera: Predio (P).- La repercusión del impacto es in situ. Localidad (L).- La repercusión del impacto trasciende fuera del área del proyecto. Otras extensiones usadas son municipio, estado o región, sin embargo dado las características del proyecto estas no son utilizadas.
Duración	Considera la temporalidad de los impactos, desde la aparición del efecto hasta que el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción ya sea por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras. Para su evaluación se considera: Fugaz (Z).- La recuperación de la calidad ambiental es inmediata tras el cese de la actividad. Temporal (T).- Es una alteración no permanente en el tiempo (hasta 10 años), llegando a ser en algunos casos persistente (muy duradero o pertinaz). Fijo (F).- Es una alteración continua en el tiempo sobre los factores ambientales considerados (mayor a 10 años).
Periodicidad	Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto. Para su evaluación se considera: Discontinuo.- El impacto tendrá alteraciones irregulares o intermitentes en su permanencia. En las celdas de la matriz serán señalados con líneas horizontales. Continuo.- Es una alteración del impacto constante en el tiempo. En las celdas de la matriz serán señalados con líneas verticales. Periódico.- El impacto tendrá un efecto de acción cíclica o recurrente en el tiempo. En las celdas de la matriz serán señalados con una cuadricula. **Discontinuo** **Continuo** **Periódico**
Carácter	Es la valoración del impacto de las acciones sobre los indicadores ambientales. Para su evaluación se consideran: Benéficos.- Se refieren a acciones que contrarrestan los efectos del impacto humano o bien resultan propositivos para el medio. En las celdas de la matriz serán señalados en con el símbolo (+). Negativos mitigables.- Son impactos susceptibles a aplicar medidas de prevención y/o mitigación. En las celdas de la matriz serán señalados con color azul.

Criterio	Descripción y evaluación
	Negativos no mitigables.- Son los impactos negativos de carácter irreversible, que no pueden ser compensados con alguna medida. En las celdas de la matriz serán señalados con color verde. **(+) Benéficos** / **Negativos Mitigables** / **Negativos no mitigables**
Magnitud	Es la valoración del impacto o de la alteración potencial a ser provocada; grado, extensión o escala. En la celda izquierda de cada acción se coloca un número entre 1 y 10 para indicar la magnitud del posible impacto (mínima = 1) después de cada número se colocará el signo (-) si el impacto es perjudicial y (+) si es benéfico, así mismo serán categorizados como baja (-/+ del 1 al 3), media (-/+ del 4 al 6) y alta (-/+ del 7 al 10).
Importancia	Es el valor ponderal que da peso relativo del potencial impacto. En la celda derecha de cada acción se coloca un número entre 1 y 10 para indicar la importancia del posible impacto, así mismo serán categorizados como baja (del 1 al 3), media (del 4 al 6) y alta (del 7 al 10).

V.1.2. Acciones del proyecto susceptibles de causar impacto

Las acciones, son todas aquellas actividades que se realizarán para la implementación del proyecto. Serán divididas en acciones preliminares y las etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento) y estarán listadas en el eje horizontal de la matriz modificada de Leopold (**Tabla V_ 2**).

Tabla V_ 2. Acciones e impactos por indicador en cada etapa del proyecto.

Etapa	Acción
Acciones preliminares	Elaboración de estudios previos
	Pago de permisos y autorizaciones preliminares
Preparación del sitio	Contratación de personal
	Habilitación de la bodega de materiales
	Relocalización de fauna de lento desplazamiento
	Delimitación de las áreas de trabajo
	Relocalización de pequeñas rocas sueltas en la zona de nado
	Colocación de tubería de polietileno y bomba
Construcción	Compra de materiales e insumos
	Transportación materiales y equipos
	Hincado de pilotes y desplante de los elementos de madera
	Colocación de elementos de geotextil

Etapa	Acción
	Bombeo y relocalización de arena
	Uso de insumos e instalaciones del Hotel
	Retiro de equipo y limpieza del área
Operación y mantenimiento	Funcionamiento de las obras
	Uso de las obras
	Contratación de personal
	Actividades de mantenimiento
	Relocalización de arena por recuperación tras fuertes marejadas
	Uso de insumos e instalaciones del Hotel

V.1.3. Indicadores ambientales

Los indicadores de impacto se definen como "un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio" (Ramos, 1987), por lo que son variables que evidencian las alteraciones sobre el factor ambiental. Un indicador es capaz de caracterizar cualitativa o cuantitativamente el estado del factor que se pretende valorar.

Con el fin de establecer indicadores de impacto representativos y de relevancia en el área de estudio, se eligieron elementos cualitativos y de relevancia en el área de estudio, agrupados en medio abiótico, medio biótico y medio socioeconómico, los cuales se describen en la **Tabla V_ 3**. Estos estarán listados en el eje vertical de la matriz modificada de Leopold.

Tabla V_ 3. Indicadores ambientales para la matriz modificada de Leopold.

Componente	Indicador ambiental
Medio Abiótico	
Suelo	• *Contaminación del suelo:* Se refiere a la posible contaminación del suelo por la generación de residuos en las diferentes etapas del proyecto. • *Topografía:* Se refiere a la modificación de la morfología actual de la playa.
Atmósfera	• *Calidad del aire*. En este apartado se identifican los factores que pudieran alterar los estándares de CO_2 y partículas liberadas a la atmósfera a causa del manejo de equipo durante la obra. • *Confort sonoro*. Sonido inarticulado y confuso, alboroto auditivo no deseado por el receptor. Para el trabajo con equipo menor se considerarán los tiempos específicos de su uso y los horarios de la jornada laboral.

Componente	Indicador ambiental
Agua	• *Calidad del agua*. Refleja los aportes desde la atmósfera, el suelo y las reacciones agua-roca (meteorización), así como las fuentes de contaminación tales como residuos sólidos urbanos y aguas residuales. • *Consumo de agua*. Se refiere al volumen de agua potable a utilizar para diversas actividades. • *Turbidez*. Se considera la presencia de partículas suspendidas que pueden derivarse de los trabajos programados en la zona costera y marina.
Dinámica costera	• *Relieve marino-costero*. Si bien el litoral es un elemento de cambio constante, este parámetro se refiere a un cambio brusco en la topografía en la zona marina, que sea un cambio extraordinario a la dinámica natural, aun contemplando casos extremos como son los de tormenta. • *Incidencia del oleaje.* Se consideran el efecto de la intensidad de oleaje y el porcentaje de ocurrencia del oleaje. • *Sedimentos.* Se refiere a la modificación del sustrato marino rocoso y/o arenoso, así como su proceso de dispersión y depositado.
Electricidad	• *Consumo de energía*. Se refiere a la cantidad de energía eléctrica necesaria para operar las bombas para relocalizar arena y al compresor que dota de aire a los buzos.
Paisaje	• *Calidad paisajística*. Está conformada por tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, la calidad visual y la calidad del fondo costero y marino en términos de visibilidad, riqueza biológica y seguridad.
Medio Biótico	
Flora y fauna marina	• *Distribución. Se refiere a la afectación que pudieran ocasionar las obras en la disposición y ubicación de los organismos presente en el área del proyecto.* • *Diversidad y abundancia. Se refiere a la afectación que pudieran ocasionar las obras al número de organismos y la variedad de especies de encontradas en el área del proyecto.*
Medio Socioeconómico	
Población	• *Calidad de vida. Este factor se refiere a la mejora en la calidad de vida de la población por consecuencia de un trabajo que aporte ingresos a la economía de los trabajadores.* • *Aceptación del proyecto. Se refiere al nivel de aceptación o rechazo del proyecto, considerando su importancia en la comunidad y efectos socioculturales.*
Economía	• *Empleo. En este elemento encontramos empleos directos temporales y permanentes para el desarrollo del proyecto, y por otro lado, también existe la generación de empleos indirectos como consecuencia de las transacciones de compra-venta de insumos durante el proyecto.* • *Sector privado. Se contempla el impacto en la economía de este sector al desarrollarse tanto la etapa constructiva del proyecto como la de operación, así como todas las actividades generadas por el comercio y turismo.* • *Sector público. En este rubro se contempla el impacto en la economía en todos los órdenes de gobierno por la recuperación de una zona de playa de uso turístico- recreativo (autorizaciones, servicios municipales, recaudación fiscal, etc.).*

V.2. Valoración de los impactos

El proyecto tiene como propósito la recuperación de la playa para revertir los efectos de la erosión en la playa del Hotel Marina El Cid Spa & Resort Beach, por lo que entre los principales impactos positivos esperados se encuentra el incremento de la línea de costa y su estabilización.

Una vez establecidos los indicadores ambientales y las acciones del proyecto dentro de la Matriz modificada de Leopold (dividida en este caso en A y B, **Tabla V_ 4** y **Tabla V_ 5** respectivamente) se identificaron 83 impactos producto de 20 acciones listadas en la **Tabla V_ 2**.

Tabla V_ 4. Valoración de impactos por matriz modificada de Leopold (A).

Indicadores ambientales / Acciones de las etapas			Acciones preliminares		Preparación del sitio						Etapa de construcción							Etapa de operación y mantenimiento					
CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS			Elaboración de estudios previos	Pago de permisos y autorizaciones preliminares	Contratación de personal	Habilitación de la bodega de materiales	Relocalización de fauna de lento desplazamiento	Delimitación de las áreas de trabajo	Relocalización de pequeñas rocas sueltas en la zona de nado	Colocación de tubería de polietileno y bomba	Compra de materiales e insumos	Transportación de materiales y equipos	Hincado de pilotes y desplante de los elementos de madera	Colocación de elementos de geotextil	Bombeo y relocalización de arena	Uso de insumos e instalaciones del hotel	Retiro de equipo y limpieza del área	Funcionamiento de las obras	Uso de las obras	Contratación de personal	Actividades de mantenimiento	Relocalización de arena por recuperación tras fuertes marejadas	Uso de insumos e instalaciones del Hotel
Intensidad	Insignificante	I																					
	Significativo	S																					
Extensión	Predio	P																					
	Localidad	L																					
Duración	Fugaz	Z																					
	Temporal	T																					
	Fijo	F																					
Periodicidad	Discontinuo																						
	Continuo																						
	Periódico																						
ABIÓTICO	Suelo	Contaminación del suelo				I PZ				I PZ			I PZ	I PZ		I PZ	I PZ				I PZ		I PZ
		Topografía											I PF	I PF	S PF +							S PF +	
	Atmósfera	Calidad del aire																					
		Confort sonoro											I PZ	I PZ	I PZ							I PZ	
	Agua	Calidad del agua											I PZ	I PZ	I PZ							I PZ	
		Consumo de agua														I PZ							I PZ
		Turbidez							I PZ -	I PZ			I PZ	I PZ	I PZ							I PZ	
	Dinámica costera	Relieve marino - costero												S PT +	S PF +			S PF +				S PF +	
		Incidencia de oleaje												S PF +	S PF +			S PF +				I PF +	
		Sedimentos												S PF +	S PF +			S PF +				S PF +	
	Electricidad	Consumo de energía														I PZ							I PZ
	Paisaje	Calidad paisajística				I PZ		S PZ	I PZ +	I PT -		I LT			S PF +		S PZ +	S PF				S PF +	
BIÓTICO	Flora y fauna marina	Distribución					I PZ +			I PT +			I PT	I PT				S PF +					
		Diversidad y abundancia					I PZ +						I PT	I PT				S PF +					
SOCIO-ECONÓMICO	Población	Calidad de vida			S L T +			S LZ +	S L T +				S L T +	S L T +					S L F +	S L T +			
		Aceptación del Proyecto							S L T +										S L F +				
	Economía	Empleo	S L T +	S L T +	S L T +							I L T +								S L T +			
		Sector público		S L T +																			
		Sector privado	S L T +		S L T +						S L T +	I L T +				I PZ -			S L F +	S L T +			I PZ -

Tabla V_ 5. Valoración de impactos por matriz modificada de Leopold (B).

Indicadores ambientales / Acciones de las etapas			Acciones preliminares				Preparación del sitio										Etapa de construcción												Etapa de operación y mantenimiento										Proyecto	
En cada cuadro de la matriz se anotan los valores para la MAGNITUD e IMPORTANCIA asignados a los impactos potenciales derivados del desarrollo del proyecto. La escala de estos va del 1 al 10. M →Magnitud I → Importancia			Elaboración de estudios previos		Pago de permisos y autorizaciones preliminares		Contratación de personal		Habilitación de la bodega de materiales		Relocalización de fauna de lento desplazamiento		Delimitación de las áreas de trabajo		Relocalización de pequeñas rocas sueltas en la zona de nado		Colocación de tubería de polietileno y bomba		Compra de materiales e insumos		Transportación de materiales y equipos		Hincado de pilotes y desplante de los elementos de madera		Colocación de elementos de geotextil		Bombeo y relocalización de arena		Uso de insumos e instalaciones del hotel		Retiro de equipo y limpieza del área		Funcionamiento de las obras		Uso de las obras		Contratación de personal		Actividades de mantenimiento		Relocalización de arena por recuperación tras fuertes marejadas		Uso de insumos e instalaciones del Hotel		Evaluación	
			M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I
ABIÓTICO	Suelo	Contaminación del suelo							-1	2							-1	1					-1	2	-1	2			-1	1	-2	2							-1	2			-1	1	-9	13
		Topografía																					-2	3	-2	3	4	5													2	3			2	14
	Atmósfera	Calidad del aire																																											0	0
		Confort sonoro																					-2	3	-1	1	-1	1													-1	1			-5	6
	Agua	Calidad del agua																					-2	3	-1	1	-1	1													-1	1			-5	6
		Consumo de agua																											-1	2													-1	1	-2	3
		Turbidez													-1	1	-1	1					-3	2	-3	3	-2	3													-2	3			-11	12
	Dinámica costera	Relieve marino - costero																							6	6	6	6					2	4							4	4			18	20
		Incidencia de oleaje																							6	6	6	6					3	5							4	4			19	21
		Sedimentos																							4	4	4	4					2	4							4	4			14	16
	Electricidad	Consumo de energía																											-1	2													-1	1	-2	3
	Paisaje	Calidad paisajística							-1	2			-1	1	-1	1	-1	2			-1	1	-2	2			4	5			1	2	3	3							4	5			6	23
BIÓTICO	Flora y fauna marina	Distribución									3	5					3	3					-1	1	-1	1							4	5											8	15
		Diversidad y abundancia									3	5											-1	1	-1	1							4	5											5	12
SOCIO-ECONÓMICO	Población	Calidad de vida					4	5					2	3	3	3							2	3	4	5									7	7	2	2							21	25
		Aceptación del Proyecto													2	2																			4	5									4	5
	Economía	Empleo	2	2	2	2	3	3													1	1															3	3							11	11
		Sector público			5	5																																							5	5
		Sector privado	5	5			3	3											3	4	1	1							-1	1					7	7	2	2					-1	1	19	24
		Total:	7	7	7	7	10	11	-2	4	6	10	1	4	3	7	0	7	3	4	1	3	-12	20	10	33	20	31	-4	6	-1	4	18	26	18	19	7	7	-1	2	14	25	-4	4		

En la **Tabla V_ 6** se describen los impactos de cada acción sobre cada uno de los indicadores ambientales y las acciones que se realizarán durante el desarrollo del proyecto para minimizar los impactos que se generarán.

Tabla V_ 6. Acciones e impactos por indicador en cada etapa del proyecto.

Acción	Indicador Ambiental	Impacto ambiental	Descripción
Acciones preliminares			
Elaboración de estudios previos	Empleo	Generación de empleo temporal para los habitantes de la zona (+).	La ejecución del presente estudio permite describir las actividades que se desarrollarán en cada etapa del proyecto y los diferentes impactos positivos o negativos que pudieran afectar el entorno. Para este fin se contrató personal capacitado para la realización de las evaluaciones correspondientes. El impacto de esta actividad se considera positivo, benéfico, discontinuo y significativo, debido a la derrama económica local por la generación de empleos temporales y la contracción de personal calificado el cual se encontrará presente (fijo) durante el desarrollo del proyecto para que la supervisión de obras se realicen de manera correcta.
	Sector privado	Incremento en la demanda de contratación de profesionistas (+).	
Pago de permisos y autorizaciones preliminares	Empleo	Contribución al mantenimiento del empleo gubernamental (+).	Previo al inicio de obra se realizará la gestión y obtención de autorizaciones ante las dependencias correspondientes para llevar a cabo el proyecto, esto provocará una derrama económica a nivel local. El impacto de esta actividad se considera benéfico, discontinuo y significativo, debido a que el proyecto se evaluará por las autoridades correspondientes (local), quienes participarán durante todo el tiempo de vida útil del proyecto (fijo) en la supervisión del cumplimiento de las condicionantes establecidas en las autorizaciones.
	Sector público	Derrama económica a dependencias gubernamentales (+).	
Preparación del sitio			
Contratación de personal	Calidad de vida	Mejora en la calidad de vida de los trabajadores (+).	Para el desarrollo del proyecto se realizará la contratación de personal capacitado, el cual se tomará en cuenta para continuar no solo en la etapa de preparación del sitio sino hasta la etapa de construcción. El impacto de esta actividad se considera benéfico, periódico y significativo debido a la
	Empleo	Generación de empleo temporal (+).	

Acción	Indicador Ambiental	Impacto ambiental	Descripción
	Sector privado	Incremento en la demanda de contratación de obras (+).	recurrencia en la derrama económica local que desarrollará por la generación de empleos temporales de acuerdo al tiempo que dure cada etapa del proyecto, permitiendo contar con una mejor calidad de vida y a su vez al sector privado se beneficia al contar con personal calificado.
Habilitación de la bodega de materiales	Contaminación del suelo	Generación de residuos sólidos.	En la etapa de preparación del sitio se instalará, en un espacio del predio, una pequeña caseta pre fabricada para guardar las herramientas menores, compresor, mangueras y arrancadores de bombas, entre otros materiales, que sin un manejo adecuado pudieran generar contaminación del suelo y contaminación visual, por lo que se tomarán las medidas necesarias para mitigar cualquier tipo de impacto. La actividad generará un deterioro en la visibilidad del paisaje, pero se considera un impacto mitigable, discontinuo e insignificante debido a que almacenará material en el predio. No obstante el almacén contará con las medidas necesarias para evitar que en dado caso que se utilizaran materiales en estado líquido o sólido pudieran contaminar el suelo, dicha actividad será momentánea (fugaz) ya que no permanecerán por mucho tiempo.
	Calidad paisajística	Ocupación temporal de un espacio en el predio.	
Relocalización de fauna de lento desplazamiento	Distribución de flora y fauna	Relocalización de fauna marina de lento desplazamiento (+).	Esta actividad se llevarán a cabo en la etapa de preparación del sitio, se continuará el monitoreo durante la construcción y cuando se realicen labores de mantenimiento. De acuerdo a los estudios realizados, se encontró escasa diversidad de fauna marina de lento desplazamiento. Se realizarán actividades de inspección de la zona de influencia previa a la colocación de la tubería para la relocalización de la arena y durante el desarrollo de actividades. Durante la relocalización de arena se trasladará a los organismos a un sitio donde cuenten con todos los elementos ambientales que requieran y que tenga características similares a las del área de origen. El impacto de esta actividad se considera benéfico, discontinuo, fugaz e insignificante debido a que todos los organismos del predio se reubicaran y volverán a ocupar la zona al cese de las obras.
	Diversidad y abundancia de flora y fauna	Cambio del número de organismos y variedad de especies de fauna de lento desplazamiento en la zona del proyecto (+).	

Acción	Indicador Ambiental	Impacto ambiental	Descripción
Delimitación de las áreas de trabajo	Calidad paisajística	Inserción de un elemento ajeno al medio.	Al inicio de las actividades se colocará señalética en las áreas de trabajo, misma que se mantendrá hasta finalizar las obras y se recolocará en las actividades de mantenimiento, la cual consistirá en: • Área terrestre: letreros prohibitivos y de advertencia que indiquen el cuidado al medio ambiente y la debida precaución en el desarrollo de las obras. Así mismo se colocarán cintas de advertencia, con el fin de evitar accidentes, tanto de los visitantes como de los trabajadores. • Área marina: se delimitará el área de relocalización de arena con boyado de seguridad y banderines, lo cual impactará en forma benéfica la seguridad en el trabajo aunque paisajísticamente se añaden elementos ajenos al medio. Estas acciones se consideran mitigables debido a que alterarán la vista natural del paisaje, no obstante, también se consideran impactos benéficos debido a que son fundamentales para salvaguardar la integridad del personal que intervengan de manera directa o indirecta en la zona del proyecto. El impacto de esta actividad se considera discontinuo pero significante, debido a la importancia de contar la delimitación del área donde se desarrollará el proyecto (fugaz), esto con la finalidad de evitar cualquier acontecimiento negativo hacia los visitantes del lugar.
	Calidad de vida	Seguridad en el área de trabajo (+).	
Relocalización de pequeñas rocas sueltas en la zona de nado	Turbidez	Liberación de finos en suspensión	La actividad se llevará a cabo en la etapa de preparación del sitio, consiste en relocalizar las rocas sueltas y punzocortantes de la línea de costa y área de nado somera. Ésta generará turbidez por el movimiento del sedimento sobre el que se encuentran las pequeñas rocas sueltas; su impacto se considera mitigable, insignificante en el área del predio, momentánea (fugaz) y en un periodo de tiempo muy corto (discontinuo). Al relocalizar adecuadamente las pequeñas rocas sueltas se evitará dañar organismos adheridos, por lo tanto no habrá un impacto sobre la fauna y flora.
	Calidad paisajística	Playa segura (+).	
	Calidad de vida	Evitar riesgos de lesiones a los bañistas (+).	
	Aceptación del proyecto	Aprobación por parte de la comunidad (+).	

Acción	Indicador Ambiental	Impacto ambiental	Descripción
			De manera positiva esta actividad mejorará la calidad paisajística y de vida, ya que al relocalizar las pequeñas rocas sueltas el ingreso a la playa, pasará de ser peligroso a más confiable y seguro desde la perspectiva de los bañistas, lo que traerá una mayor aceptación al proyecto.
Colocación de tubería de polietileno y bomba	Contaminación del suelo	Generación de residuos sólidos.	La colocación de tubería de polietileno para la relocalización de arena consiste en el ensamble de tramos de tubos los cuales se van uniendo para formar secciones de una determinada longitud. Estas secciones se articulan mediante bridas para lograr distancias mayores según sea necesario. La tubería se coloca sobre el fondo marino y no flotando para no interferir en la navegación, para su calza se coloca sobre lastres de geotextil por lo que la estructura no tendrá contacto con el suelo, esto como medida de protección a la flora, aunque ésta es muy escasa como se describió en el capítulo anterior dado que se trata de arenales costeros y profundos. Asimismo, para evitar la dispersión de arena se colocarán mallas de geotextil. El impacto de esta actividad se considera mitigable, discontinuo e insignificante para las actividades temporales realizadas en el predio, en las cuales se implementarán las medidas pertinentes para evitar un impacto mayor principalmente en el manejo y disposición final de los residuos y en el control de la dispersión de sedimentos, siendo ésta última actividad momentánea (fugaz). En cuanto a la distribución de la fauna se considera benéfico ya que será de manera temporal hábitat de organismos. Para el caso de la calidad paisajística, se considera como un impacto no mitigable generado por la presencia de equipo, materiales, trabajadores en el área de playa y zona marina, sin embargo solo se presentarán por corto tiempo (temporal).
	Turbidez	Liberación de finos en suspensión.	
	Calidad paisajística	Inserción de un elemento ajeno al medio.	
	Distribución de flora y fauna	Hábitat temporal en la disposición y ubicación de organismos marinos.	
Construcción			
Compra de materiales e insumos	Sector privado	Activación de la economía (+).	La compra de materiales e insumos para la realización del proyecto contribuirá a la derrama económica local. El impacto de esta actividad se considera benéfico, discontinuo y significante debido a la derrama económica local durante la obra (temporal) que desarrollará la compra de materiales e insumos específicos y especiales para el desarrollo del proyecto.

Acción	Indicador Ambiental	Impacto ambiental	Descripción
Transportación materiales y equipos	Calidad paisajística	Inserción temporal de un elemento ajeno al medio.	El traslado de materiales y equipos para la realización del proyecto, promueve la contratación de servicios de maquinaria para el transporte contribuyendo a la derrama económica con la contratación de empresas dedicadas, tanto en la parte terrestre como en el área marina. El impacto de esta actividad se considera benéfico, discontinuo debido a la derrama económica local que desarrollará en la compra de insumos en el sector privado, siendo insignificante debido a que el impacto es positivo. La transportación de los materiales y equipos hasta el lugar se considera como una actividad que genera un impacto mitigable y por corto tiempo (temporal).
	Empleo	Generación de empleo temporal (+).	
	Sector privado	Derrama económica local (+).	
Hincado de pilotes y desplante de los elementos de madera.	Contaminación del suelo	Generación de residuos sólidos.	Durante la etapa de construcción se llevará a cabo el hincado de pilotes y elementos de madera de la terraza, por lo que será necesario realizar perforaciones de 30 cm de diámetro mediante chifoneo con equipos de inyección de agua a presión. El impacto de esta actividad se considera mitigable, discontinuo e insignificante para aquellas consideradas a corto plazo (fugaz), como son el manejo y disposición final de residuos, el zumbido generado por el equipo, la calidad del agua y la dispersión de sedimentos. El desplazamiento de finos se controlará con mallas antidispersión. El hincado de pilotes también impactará sobre la topografía aunque de manera continua e insignificante pero de duración fija, ya que estos pilotes permanecerán siempre y cuando permanezcan las estructuras. En caso de retirarse éstas, las oquedades de los pilotes se rellenarán en forma natural con el sedimento en movimiento en las inmediaciones. El impacto sobre la flora y fauna se considera mitigable, discontinuo, temporal e insignificante debido a que los organismos serán reubicados, sin embargo se establecerá un programa para dicha acción y al terminar las obras se generaran zonas de protección y hábitat para diversas especies de flora y fauna.
	Topografía	Inserción de un elemento.	
	Confort sonoro	Generación de ruido por la bomba y compresor.	
	Calidad del agua	Generación de residuos sólidos.	
	Turbidez	Liberación de finos en suspensión.	
	Distribución de flora y fauna	Cambio en la disposición y ubicación de organismos marinos.	
	Diversidad y abundancia de flora y fauna	Cambio en el número de organismos y la variedad de organismos marinos.	
	Calidad de vida	Disfrute del paisaje (+).	

Acción	Indicador Ambiental	Impacto ambiental	Descripción
Colocación de tubos de geotextil	Contaminación del suelo	Generación de residuos sólidos.	En la etapa constructiva se habilitarán tubos de geotextil en la zona marina, los cuales se rellenarán con arena, lo que ocasionará en su momento zumbido y suspensión de sedimentos finos en la columna de agua. La colocación de estas estructuras evitará la dispersión de la arena vertida en la playa, disminuyendo de esta forma la energía del oleaje. El impacto de esta actividad se considera mitigable, discontinuo e insignificante para aquellas consideradas a corto plazo (fugaz), como son el manejo y disposición final de residuos, el zumbido generado por el equipo y la dispersión de sedimentos. El desplazamiento de finos se controlará con mallas antidispersión. Por otro lado se tendrá un impacto benéfico, continuo y significante por el desplante de los rompeolas debido a que se disminuirá la intensidad del oleaje en esta zona por largo plazo (fijo). El impacto sobre la flora y fauna se considera mitigable, discontinuo, temporal e insignificante debido a que los organismos serán reubicados, sin embargo se establecerá un programa para dicha acción y al terminar las obras se generaran zonas de protección y hábitat para diversas especies de flora y fauna.
	Topografía	Modificación al relieve costero.	
	Confort sonoro	Generación de ruido por la bomba y compresor.	
	Calidad del agua	Generación de residuos sólidos.	
	Turbidez	Liberación de finos en suspensión.	
	Relieve Marino-Costero	Modificación al fondo marino.	
	Incidencia de oleaje	Disminución en la intensidad de oleaje (+).	
	Sedimentos	Modificación de los patrones de dispersión y acumulación de arena (+).	
	Distribución de flora y fauna	Cambio en la disposición y ubicación de organismos marinos.	
	Diversidad y abundancia de flora y fauna	Cambio en el número de organismos y la variedad de organismos marinos.	
	Calidad de vida	Seguridad para los usuarios de la playa (+).	
Bombeo y relocalización de arena	Topografía	Modificación del relieve costero (+).	Durante las acciones de bombeo y relocalización desde las zonas de acumulación de arena hasta la playa, los trabajos de succión de arena ocasionarán ligeros desniveles que alterarán el relieve en forma temporal, las corrientes eventualmente recuperarán las zonas de extracción de arena. Se cuidará que se lleve a cabo un buen barrido del fondo, de tal manera que la arena vaya formado una pendiente suave pero sin escalones para no generar oquedades pronunciadas. El horario de trabajo será de 8:00 am a 6:00 pm, evitando así molestar a los visitantes por el zumbido generado por las bombas de extracción. Asimismo se colocarán mallas antidispersión en
	Confort sonoro	Generación de ruido por la bomba y compresor.	
	Calidad de agua	Suspensión de sedimentos en la columna de agua.	
	Turbidez	Liberación de finos en suspensión.	

Acción	Indicador Ambiental	Impacto ambiental	Descripción
	Relieve marino	Modificación al fondo marino para favorecer la acumulación de arena (+).	las áreas de succión y donde se relocalizará la arena, esto para minimizar la liberación de finos en suspensión. El impacto de esta actividad se considera benéfico, continuo y significante en la topografía, dinámica costera y paisaje, ocasionado por el mejoramiento de la playa al revertir el proceso erosivo actual, además estas actividades permanecerán mientras se les proporcione mantenimiento adecuado. Asimismo se tienen impactos mitigables, discontinuos e insignificantes para aquellas actividades de corto plazo (fugaz), como es la generación de zumbido generado los equipos, la dispersión de sedimentos, uso de equipos y al momento de la relocalización de arena que genera turbidez.
	Incidencia del oleaje	Disminución en la intensidad de oleaje (+).	
	Sedimentos	Incremento a la superficie de la playa (+).	
	Calidad paisajística	Mayor atractivo turístico (+).	
Uso de insumos e instalaciones del Hotel	Contaminación del suelo	Re direccionamiento de los residuos generados de la obra.	El Hotel proveerá de los servicios de agua, energía eléctrica, sanitarios, disposición de residuos y comedor durante las obras y actividades del proyecto, por lo tanto se prescindirá de infraestructura temporal para dichas acciones. El impacto se considera mitigable, discontinuo e insignificante para el manejo y disposición final de residuos, consumo de agua y energía, ya que serán actividades que solo serán requeridos por corto tiempo (fugaz).
	Consumo de agua	Incremento en la demanda de agua durante la obra.	
	Consumo de energía	Incremento en el consumo energético durante la obra.	
	Sector privado	Incremento del gasto de insumos durante la obra.	
Retiro de equipo y limpieza del área	Contaminación del suelo	Generación de residuos sólidos.	Una vez finalizados los trabajos de preparación del sitio, se procederá a retirar los equipos y materiales del área de playa y se realizará la limpieza pertinente, dando disposición final adecuada. El impacto de esta actividad se considera benéfico, discontinuo y significativo debido a que se retirarán los elementos de la obra que ocupaban un espacio en el predio. Sin embargo por el retiro y limpieza de residuos, materiales y equipos se considera también como una actividad mitigable a corto tiempo (fugaz).
	Calidad paisajística	Mejora en el panorama del lugar con el retiro de equipos (+).	
Operación y mantenimiento			
Funcionamiento de las obras	Relieve marino - costero	Incremento en la línea de costa (+).	El principal funcionamiento de los rompeolas es la reducción de la energía del oleaje que ingresa en la playa para mejorar la seguridad y el confort de los bañistas, asimismo es una protección a la

Acción	Indicador Ambiental	Impacto ambiental	Descripción
	Incidencia del oleaje	Disminución en la intensidad de oleaje (+).	playa. Esto permitirá que se mantenga una gran extensión de área de costa por largo tiempo. Los rompeolas emergerán ligeramente por lo que se apreciarán desde la playa. El impacto visual es considerado negativo insignificante, ya que solo será advertido por observadores muy cercanos. En ocasiones de marejadas fuertes, el oleaje romperá sobre ellas generando paisaje con presencia de espuma. Las obras generaran zonas de protección para diversos organismos principalmente peces y los pilotes de la terraza serán hábitat para especies de flora y fauna, lo que se considera un impacto fijo, continuo y significativo. El impacto de esta actividad se considera benéfico, continuo y significativo principalmente porque se podrá contar con una gran extensión de playa evitando la continua erosión del sitio disminuyendo así igualmente la intensidad del oleaje.
	Sedimentos	Mantenimiento de la arena relocalizada (+).	
	Distribución de flora y fauna	Restitución de la disposición y ubicación de organismos marinos (+).	
	Diversidad y abundancia de flora y fauna	Sucesión en el número de organismos y la variedad de organismos marinos (+).	
Uso de las obras	Calidad de vida	Mejora en el panorama del lugar y protección del predio ante eventos hidrometeorológicos (+).	Con las obras terminadas se obtendrá una gran extensión de playa donde los turistas y pobladores podrán recrearse y disfrutar del mar más tranquilo cuya intensidad del oleaje será disminuida por los rompeolas. El impacto de esta actividad se considera benéfico, continuo y significativo debido a que el relieve costero será modificado para evitar la continua erosión del sitio. Por consiguiente el proyecto será aceptado a nivel local de manera permanente (fijo).
	Aceptación del proyecto	Aprobación por parte de la comunidad (+).	
	Sector público	Pago de concesiones (+).	
	Sector privado	Incremento de visitantes al Hotel (+).	
Contratación de personal	Calidad de vida	Mejora en la calidad de vida de los trabajadores (+).	Durante el mantenimiento del proyecto se realizará la contratación de personal capacitado. El impacto de esta actividad se considera benéfico, periódico y significativo debido a la recurrencia en la derrama económica local que desarrollará por la generación de empleos temporales de acuerdo al tiempo que dure cada etapa del proyecto, permitiendo contar con una mejor calidad de vida y a su vez al sector privado se beneficia al contar con personal calificado.
	Empleo	Generación de empleo temporal (+).	
	Sector privado	Incremento en la demanda de contratación de obras (+).	
Actividades de mantenimiento	Contaminación del suelo	Generación de residuos sólidos.	Los tubos de geotextil rellenos de arena y la terraza requerirán de mantenimiento eventual por

Acción	Indicador Ambiental	Impacto ambiental	Descripción
	Calidad de vida	Mejora en la calidad de vida de los trabajadores (+).	lo que se requerirá de personal calificado para realizar estas actividades, que serán breves realizándose aproximadamente en una semana si las condiciones ambientales son favorables, cada seis meses o anualmente según sea necesario. La actividad realiza un impacto mitigable, periódico e insignificante debido a que durante el mantenimiento se podrán generar residuos que pudieran contaminar el suelo, dicha actividad será momentánea (fugaz) ya que no permanecerán por mucho tiempo.
	Empleo	Generación de empleo temporal (+).	
	Sector privado	Activación de la economía (+).	
Relocalización de arena por recuperación tras fuertes marejadas	Topografía	Modificación del relieve costero (+).	La playa recuperada necesitará la intervención para su mantenimiento y permanencia, por lo que se prevé reponer anualmente la arena que se pierda por efectos de marejadas fuertes derivadas de fenómenos extraordinarios, conservando la extensión de playa que se desea. En cuanto a la topografía del predio y para la calidad paisajística, la actividad realiza un impacto benéfico, discontinuo, significante y cuya duración dependerá de las condiciones ambientales (fijo). De igual forma se presentan impactos continuos que mantendrán el relieve marino al beneficiar la acumulación de arena debido a la disminución del oleaje. También se cuenta con impactos mitigables a corto plazo (fugaces) e insignificantes durante los trabajos de bombeo de arena.
	Confort sonoro	Generación de ruido por la bomba y compresor.	
	Calidad de agua	Suspensión de sedimentos en la columna de agua.	
	Turbidez	Liberación de finos en suspensión.	
	Relieve marino	Modificación al fondo marino para favorecer la acumulación de arena (+).	
	Incidencia del oleaje	Disminución en la intensidad de oleaje (+).	
	Sedimentos	Incremento a la superficie de la playa (+).	
	Calidad paisajística	Mayor atractivo turístico (+).	
Uso de insumos e instalaciones del Hotel	Contaminación del suelo	Redireccionamiento de los residuos generados durante el mantenimiento de las obras.	Durante las etapas de operación y mantenimiento, el Hotel proporcionará los insumos e instalaciones como agua, energía eléctrica, comedor, sanitarios y disposición de residuos. El impacto se considera mitigable, discontinuo e insignificante para el manejo y disposición final de residuos, consumo de agua y energía, ya que serán actividades que solo serán requeridos por corto tiempo (fugaz).
	Consumo de agua	Incremento en la demanda de agua durante el mantenimiento de la obra.	
	Consumo de energía	Incremento en el consumo energético durante el mantenimiento de la obra.	
	Sector privado	Incremento del gasto de insumos durante el mantenimiento de la obra.	

V.3. Conclusión de la valoración de los impactos

El análisis de los impactos se realizó comparando las características del medio abiótico, biótico y socioeconómico del área del proyecto y su sistema ambiental. Al respecto se observaron un total de 83 impactos (44 positivos, 4 negativos no mitigables y 35 mitigables) de los cuales 51 impactarán en el medio abiótico, 9 en el medio biótico y 23 en el medio socioeconómico (**Tabla V_ 7**).

Tabla V_ 7. Análisis de la valoración de los impactos.

Factores ambientales	Etapa de preparación del sitio			Etapa de construcción			Etapa de operación y mantenimiento			Total de impactos			Total
	+	-	M	+	-	M	+	-	M	+	-	M	
Medio abiótico	1	2	5	9	0	18	8	0	8	18	2	31	**51**
Medio biótico	3	0	0	0	0	4	2	0	0	5	0	4	**9**
Medio socio-económico	10	0	0	5	1	0	6	1	0	21	2	0	**23**
Total	**14**	**2**	**5**	**14**	**1**	**22**	**16**	**1**	**8**	**44**	**4**	**35**	**83**

Como se puede apreciar en la **Figura V_ 1**, la mayoría de los impactos del proyecto son insignificantes, a realizarse sólo en el predio, de carácter fugaz y discontinuo. Así mismo los impactos mitigables ocupan el 53% del total y sólo el 5% de los impactos es negativo no mitigable, mientras que los impactos benéficos que traerá el desarrollo del proyecto ocupan al 42% del total.

Los impactos benéficos en su mayoría fueron considerados de media a alta magnitud con una baja y media importancia; mientras que los impactos adversos son de baja magnitud e importancia, aunado a la implementación de medidas de mitigación durante todas las etapas se concluye que el proyecto es viable y de necesaria aplicación (**Figura V_ 2**).

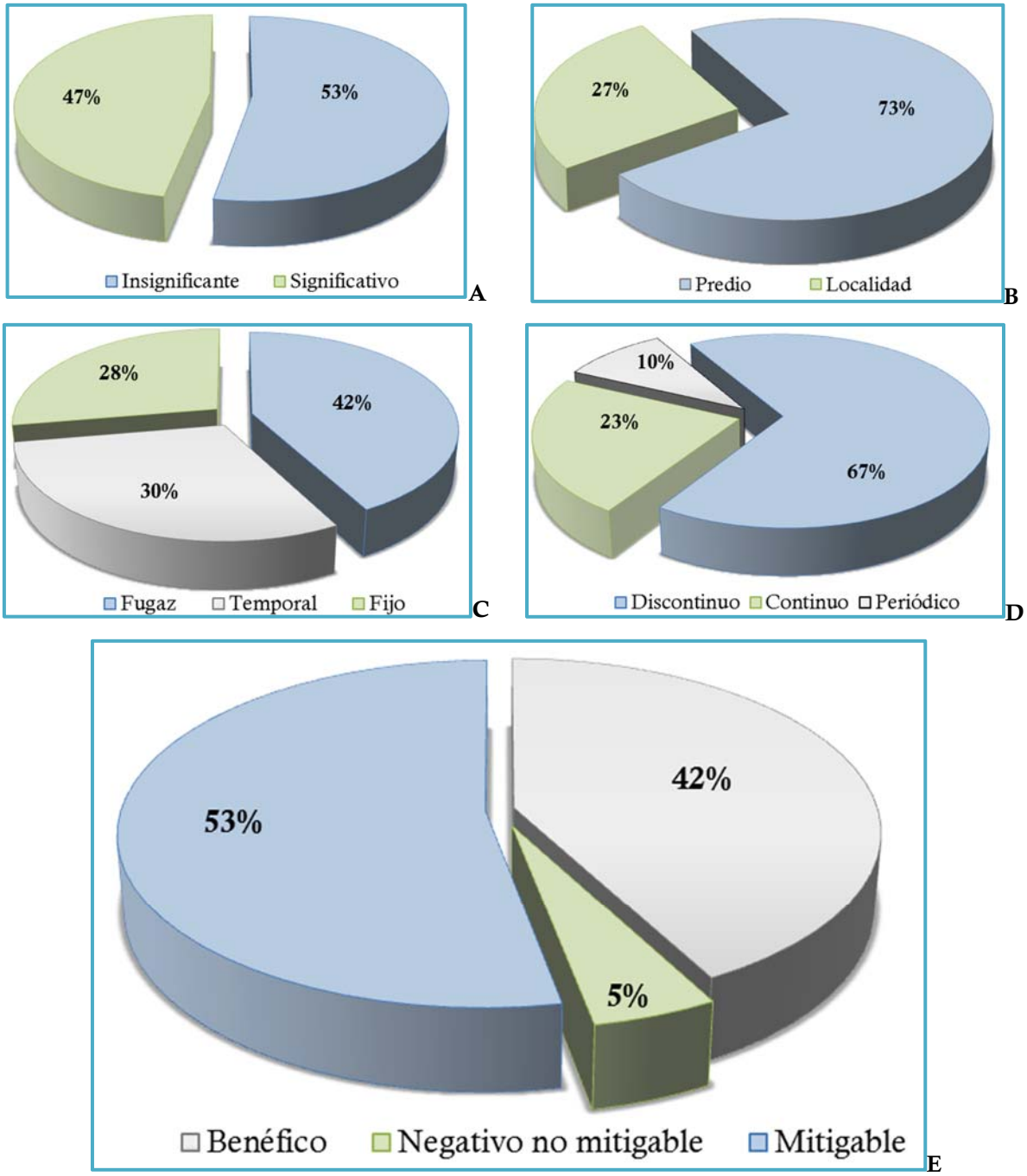


Figura V_ 1- Comparación de impactos previstos para el proyecto. A) Intensidad, B) Extensión, C) Duración, D) Periodicidad, E) Carácter.

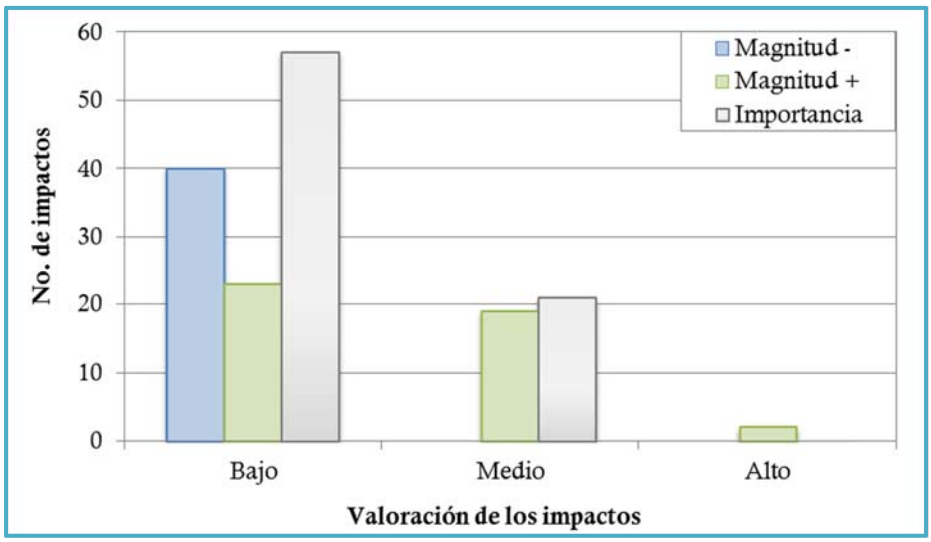


Figura V_ 2- Valoración de la magnitud e importancia de los impactos previstos para el proyecto.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El Artículo 30º de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente indica que los interesados deben presentar una Manifestación de Impacto Ambiental ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la cual deberá contener una descripción detallada de los efectos negativos que la realización de dicha obra traerá al medio ambiente. Deben considerarse todos los componentes bióticos y abióticos de dicho ecosistema, teniendo un especial énfasis en las medidas preventivas de mitigación necesarias para reducir al mínimo o evitar los efectos perjudiciales sobre la flora y fauna presente.

En el presente capítulo se desarrollan y detallan las medidas para la prevención y mitigación de los posibles impactos ambientales generados para la realización del proyecto: "Mejoramiento de playa del Hotel Marina El Cid Spa & Beach Resort" que fueron identificados, descritos y evaluados en el capítulo anterior.

VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

Aunque la mayoría de los impactos mencionados en el capítulo anterior serán positivos para el mejoramiento de la imagen turística de la zona de playa, es necesario tener medidas de prevención y mitigación muy claras, las cuales sean del conocimiento de todo el equipo de trabajo para evitar incidentes. Las medidas generales que se aplicarán durante el desarrollo del proyecto son las siguientes:

1. La realización de los trabajos se limitará únicamente al área del proyecto.

2. Se establecerá un horario de trabajo diurno de 8:00 am a 6:00 pm.

3. Se colocarán las instalaciones de almacenamiento provisionales fuera del área de playa.

4. Se tomarán las medidas de seguridad de acuerdo a la normatividad competente en zonas de playa, dentro de la zona de obra, así como del área de influencia y para tráfico marítimo.

5. Los sitios donde se resguardará el equipo y material se mantendrán en buen estado, evitando derrames de aceite, combustible u otros materiales. Para esto se colocarán dentro de un contenedor de plástico o sobre un plástico.

6. El mantenimiento de los equipos para su adecuado funcionamiento se llevará a cabo fuera del área del proyecto. En caso de alguna emergencia se colocará una lona en el suelo para no contaminar el sitio y los residuos serán canalizados a través del Hotel.

7. Se acordonará la zona de obra con cinta de seguridad durante la realización del proyecto.

8. En cuanto a la fauna terrestre, por la poca abundancia y diversidad de ésta (solamente algunas especies de aves) no es necesario crear medidas de mitigación específicas para disminuir la afectación que el proyecto podría ocasionarles. Por lo tanto, solo se trabajará en horas convenientes para no estresar a los organismos que habitan el sitio.

9. El acceso de personal y equipo se realizará únicamente por los caminos indicados para no perturbar la zona de playa, y de esta manera, evitar incidentes.

10. Se contará con un equipo de primeros auxilios con medicamentos e instrumental de curación suficiente para emergencias, dicho botiquín se resguardará en la bodega temporal. En caso de emergencias mayores, el personal lesionado será trasladado al centro de salud más cercano.

11. En el área de trabajo se deberán destinar espacios para la disposición de los residuos sólidos generados por insumos y alimentos, se trasladarán a sitios de acopio dentro del Hotel para separarlos adecuadamente para su posterior transporte a lugares establecidos previamente por las autoridades municipales. Por ningún motivo se deberá enterrar basura, y los botes o bolsas con dichos residuos deberán mantenerse tapados todo el tiempo, evitando con esto que la basura pudiera dispersarse.

12. Los trabajadores utilizarán los sanitarios del Hotel, así como los comedores para empleados. Esto con la finalidad de mitigar dentro del área la generación de basura y desechos orgánicos.

13. Se prohíbe el uso de fogatas, armas de fuego o explosivos dentro del área del proyecto y zona colindante.

14. Se instalarán mallas antidispersión en los puntos de descarga de la tubería durante el bombeo de arena para el llenado de los rompeolas.

15. Se implementarán actividades de monitoreo de la línea de costa con el fin de identificar los posibles cambios en la dinámica de corrientes, distribución y dispersión de especies y alteraciones en el litoral debido a las modificaciones en el sustrato por la construcción de los rompeolas o por eventos meteorológicos

que pudieran suceder después de finalizar la obra. Este programa se deberá efectuar una vez que se tenga la autorización del proyecto.

16. Se colocara señalamientos en el área de playa para promover la seguridad en el trabajo, así como el cuidado en el medio ambiente.

17. Se ejecutará un Programa de vigilancia ambiental que contendrá lo siguiente: Programa de Control de Línea de Costa, actividades de monitoreo del área del proyecto para realizar reubicación de fauna marina de lento desplazamiento y monitoreo de la recuperación de los sitios de disposición de arena.

Descripción de las medidas

A continuación se describen las medidas preventivas, de mitigación, correctivas, de remediación y control (**Tabla VI_ 1**) que se utilizarán para cada indicador ambiental que pudiera ser impactado por la realización del proyecto: "Mejoramiento de playa del Hotel Marina El Cid Spa & Beach Resort", basado en los resultados de la valoración de impactos, descrita en el capítulo anterior.

Las medidas se catalogaron por criterio de aplicación en preventivas (Pr), de mitigación (Mi), correctivas (Co), de remediación (Rm) y de control (Ct) y se implementarán en las etapas del proyecto de preparación del sitio (P), construcción (C), operación y mantenimiento (O-M) según corresponda.

Tabla VI_ 1. Medidas para el proyecto al área marina del Hotel El Cid Spa &Beach Resort

Impacto	Indicador	Medidas	Aplicación	Etapa		
				P	C	O-M
Generación de residuos solidos	Contaminación del suelo	Se instalará en un espacio del predio, una pequeña caseta prefabricada para guardar herramientas pequeñas y equipos con el fin de evitar la contaminación del suelo y mitigar cualquier impacto.	Ct	✓	✓	
		Los materiales, herramientas y equipo se mantendrán siempre resguardados dentro de las instalaciones previstas cuando estas no se encuentren en uso y/o cuando la jornada laboral termine. Una vez finalizados los trabajos de preparación del sitio, se procederá a retirar los equipos y materiales del área de playa para realizar la limpieza pertinente, canalizando los residuos a través de las instalaciones del Hotel.	Pr	✓	✓	

Impacto	Indicador	Medidas	Aplicación	Etapa		
				P	C	O-M
		Los residuos generados serán canalizados a los centros de acopio del Hotel. Posteriormente la disposición final será a través del servicio de limpia municipal.	Ct	✓	✓	✓
		Se colocarán señalamientos y avisos a lo largo de la línea de costa con leyendas que prohíban arrojar basura a la playa.	Pr	✓	✓	✓
		Se realizarán los trabajos de mantenimiento en un tiempo determinado y breve, para disminuir el impacto negativo que estos pudieran tener en la calidad paisajística y ambiental.	Mi			✓
Redireccionamiento de los residuos generados de la obra.	Contaminación del suelo	El Hotel y la empresa constructora implementarán actividades de recolección de los residuos provenientes de las actividades realizadas durante la elaboración del proyecto. Se supervisará que el Hotel cuente con la infraestructura necesaria para el manejo adecuado de los residuos a lo largo de toda la jornada laboral y al terminar ésta.	Mi	✓	✓	✓
		Se comprobará que la remoción de los materiales y equipo de la playa se efectúe de manera correcta y segura; retirando del sitio los residuos sólidos o líquidos en cumplimiento a la legislación ambiental aplicable vigente.	Mi	✓	✓	✓
Suspensión de sedimentos en la columna de agua.	Calidad del agua	Los cambios de combustible y lubricantes de toda la maquinaria de trabajo se realizarán lejos de la zona de playa y se colocarán mantas de plástico impermeable debajo de éstas para evitar escurrimientos.	Pr	✓	✓	
		Se utilizarán mallas antidispersión para reducir la turbidez generada por los finos en suspensión durante los trabajos de relocalización de arena, para que no se afecte la calidad del agua en la zona cercana a la línea de costa. Mismas que se quedarán hasta	Rm		✓	✓

Impacto	Indicador	Medidas	Aplicación	Etapa		
				P	C	O-M
		que los sedimentos generados por el proyecto se hayan asentado.				
		Durante la disposición de arena no se genera dispersión de finos en suspensión porque es una acción que se realiza con una fuerte succión que en su caso absorbe todo posible fino que se genere A pesar de ello se colocarán mallas antidispersión.	Ct	✓	✓	
		Se implementarán señalética con leyendas donde se indique a las personas evitar acercarse a la zona de bombeo de arena y boyado de seguridad.	Mi	✓	✓	
Incremento en la demanda de agua.	Consumo de agua	El uso del agua para obras será racionado y utilizado únicamente en horas de trabajo.	Mi	✓	✓	
		El Hotel proporcionará los insumos e instalaciones para los servicios de agua, comedor, sanitarios y áreas para la disposición de residuos, por lo que se fomentará a los trabajadores a hacer buen uso.	Mi	✓	✓	✓
Liberación de finos en suspensión	Turbidez	Se colocarán mallas antidispersión para disminuir la liberación de sólidos en suspensión hacia la columna de agua, evitando así el impacto producido por el bombeo de arena y donde se colocarán los tubos de geotextil. En caso de que las rocas a relocalizar se encuentren sobre sustrato arenoso, se colocarán mallas antidispersión alrededor para contener la suspensión de finos durante las maniobras.	Mi	✓	✓	✓
Ocupación temporal de un espacio en el predio	Calidad paisajística	El almacén en donde se guardarán los materiales para el proyecto contará con las especificaciones necesarias para evitar que se contamine el suelo.	Ct	✓	✓	

Impacto	Indicador	Medidas	Aplicación	Etapa		
				P	C	O-M
		Los materiales, herramientas y equipo se mantendrán guardados en las instalaciones destinadas a este fin (bodega) mientras los trabajos no requieran su utilización y al finalizar la jornada laboral.	Mi	✓	✓	
Inserción temporal de un elemento ajeno al medio	Calidad paisajística	El material ajeno al medio será utilizado solamente cuando sea necesario y dentro del área del proyecto; al finalizar la obra o si éste no se halla en uso, el mismo se deberá mantener lejos de la zona de playa o en una bodega de materiales, disminuyendo así la contaminación visual por elementos externos dentro del medio ambiente. Se contratará personal especializado para evitar accidentes o daños al medio ambiente causados por negligencias en el manejo del material.	Mi	✓	✓	
		Durante toda la obra se colocarán señalamientos a lo largo de la zona terrestre y marina. La señalética consistirá en avisos de precaución por la presencia de trabajadores y estructuras ajenas al medio ambiente, así como de recomendaciones para el cuidado del mismo. También se colocarán boyas de marcaje y banderines en la zona marina alrededor del área de relocalización y disposición de la arena.	Mi	✓	✓	✓
		Se supervisará y monitoreará la realización de los trabajos para que en el área donde se efectúen actividades se encuentren solamente los materiales y equipos necesarios, minimizando la alteración al paisaje.	Mi	✓	✓	✓
		Con el objetivo de que las obras no deterioren de manera significativa la imagen del sitio, todos los trabajos se realizarán dentro del área del proyecto.	Mi	✓	✓	

Impacto	Indicador	Medidas	Aplicación	Etapa		
				P	C	O-M
Hábitat temporal en la disposición y ubicación de organismos	Distribución y abundancia de fauna marina	Antes de iniciar los trabajos, se implementará un programa de reubicación de organismos de lento desplazamiento asociados al sustrato rocoso. Los individuos encontrados se trasladarán a la zona más cercana que tenga las características físicas y biológicas similares al sitio donde se encontraban para no alterar la estructura trófica del ecosistema.	Pr	✓	✓	
	Diversidad y abundancia de flora marina y terrestre	La tubería y la bomba se succión deberán encontrarse alejadas de zonas con alta diversidad y abundancia de organismos marinos durante su instalación. Se colocarán lastres de geotextil debajo de los tubos de polietileno para proteger a la flora o fauna sésil asociada al sustrato arenoso. Una vez que se termine de utilizar el equipo, cada elemento de éste será depositado en los lugares asignados para dicho fin, evitando así contaminar el fondo marino o la zona de playa. Se deberán respetar los caminos de acceso a la zona de playa para evitar la tala accidental y el impacto de la flora terrestre.	Pr	✓	✓	
Generación de zumbido por uso de maquinaria y equipo.	Confort sonoro	Los trabajos de mantenimiento se limitarán únicamente a un horario de 8:00 am a 6:00 pm.	Mi	✓	✓	✓
		El compresor se alojará en un cuarto de obra, para mermar el disturbio que esta actividad producirá en los turistas, algunas especies de aves y otras especies marinas.	Mi	✓	✓	
		La limpieza y desmantelamiento de la bodega se efectuará en un corto periodo de tiempo, para minimizar las molestias que se pudieran ocasionar a turistas y la avifauna que visita las playas en busca de sitios de alimentación.	Rm	✓	✓	✓

Impacto	Indicador	Medidas	Aplicación	Etapa		
				P	C	O-M
Incremento en el consumo energético durante la obra.	Consumo de energía	El uso de energía eléctrica por parte de la empresa constructora se limitará solamente a horas de trabajo y se cuidará de mantener el equipo suspendido o apagado mientras este no se encuentre en uso. El aumento en el uso de energía será puntual (durante la construcción del proyecto) por lo que este cesará al remover los equipos cuando finalice el proyecto.	Mi	✓	✓	✓

VI.2. Impactos residuales

Aunque los impactos residuales son considerados negativos porque pueden permanecer en el ambiente aun después de aplicar las medidas de mitigación, existen muchos otros que por el contrario son totalmente necesarios para el aumento de la calidad paisajística de un ecosistema o la recuperación de un hábitat.

Se consideraron como residuales tres impactos producidos por el desplante de los rompeolas y la relocalización de arena, que son:

1. *Relieve costero*.- La modificación permanente del relieve costero en este tipo de obras es considerada como un impacto residual de gran magnitud originado por la transformación de diversas variables costeras y de sedimentación. En casos específicos como este, el aumento de la línea de playa se considera favorable debido a que la erosión en el área del proyecto propicia una pérdida sustancial del arenal, con efectos negativos sobre la biodiversidad y la calidad paisajística.

2. *Relocalización de arena durante la etapa de construcción*.- Las actividades de bombeo y relocalización de arena generan impactos insignificantes y discontinuos, debido a su efecto temporal. Este impacto resulta de la acción durante la extracción de arena y durante el vertimiento de la misma para el aumento de la línea de playa y la construcción de los rompeolas. Se elaborará un Programa de Monitoreo de Línea de Costa, con el fin de identificar los posibles cambios en la playa producto de la dinámica de corrientes e incidencia de eventos meteorológicos que ocurran después de que se establezcan las obras. Este programa se implementará una vez que se tenga la autorización por parte de la autoridad para ejecutar el proyecto.

3. *Desplante de rompeolas*.- Afectarán la calidad paisajística por la inserción de elementos ajenos al medio. El impacto negativo provocado por la alteración del ambiente bentónico no puede ser mitigado o reducido en su totalidad. Sin

embargo al tratarse de una zona de alta energía con sustrato no consolidado y con una baja diversidad, no se generarán afectaciones biológicas importantes.

Debido a que los impactos residuales representan solamente el 5% del total y a que sus efectos sobre el medio son temporales, su influencia será mínima y se reducirá al implementar las medidas de mitigación y compensación propuestas; estas disminuirán la magnitud de los factores causales de impacto durante la colocación de las estructuras paralelas y vertimiento de arena en la costa que ayudarán a revertir el proceso erosivo.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Actualmente se observa un deterioro en la calidad paisajística de la zona e inestabilidad en la línea de costa, ocasionados por el proceso erosivo de la playa que además trae como consecuencia una limitación de aprovechamiento del espacio para actividades lúdicas del turismo y pérdida de hábitats para algunas especies de fauna y flora.

De acuerdo al análisis y evaluaciones presentados en los capítulos anteriores del presente estudio, el proyecto "Mejoramiento de playa del Hotel Marina El Cid Spa & Beach Resort" traerá beneficios a corto, mediano y largo plazo en los ámbitos socioeconómico y ambiental en el área de influencia.

Con la implementación del proyecto se mejorará la playa, esto será favorecedor para los servicios ambientales y turísticos ya que al incrementarse la calidad paisajística consecuentemente aumentará el número de beneficiarios en esta zona de gran importancia turística.

Considerando los factores anteriores para revertir la situación de falta de sustrato arenoso se proponen las siguientes acciones (**Figura VII_ 1**):

Etapa 1

Se realizará en la parte frontal de la playa del hotel y se compone de las siguientes obras:

a) Desplante de tres secciones de rompeolas con longitudes de 120 m, paralelos a la costa a base de elementos de geotextil rellenos con arena.
b) Relocalización del 60% de arena sobre la playa, en un área de 18,400 m².

Etapa 2

Esta etapa se llevará a cabo en la parte frontal del proyecto y los laterales e incluirá:

c) Desplante de dos secciones de rompeolas con longitudes de 60 m, paralelos a la costa a base de elementos de geotextil rellenos con arena.
d) Relocalización del 20% de arena sobre la playa, en un área de 18,400 m².

Etapa 3

e) Ùltimo vertimiento de arena (20 %).sobre los 18,400 m² de playa
f) Habilitación de una terraza de 5m de ancho y 30 m de longitud, construida sobre pilotes que contará con una cubierta a base de madera dura de la región.

Se planea aprovechar un volumen de aproximadamente 15,250 m^3 de arena, la cual se tomará de zonas de disposición de arena localizadas en la parte marina frente al proyecto respetando los manchones de pastos marinos. Esta arena fue previamente analizada y posee un tamaño de grano similar, color y origen al de la playa. En el área de disposición no hay presencia de pastos marinos y la extracción se realizará mediante bombeo hidráulico directo de los bancos hacia la orilla.

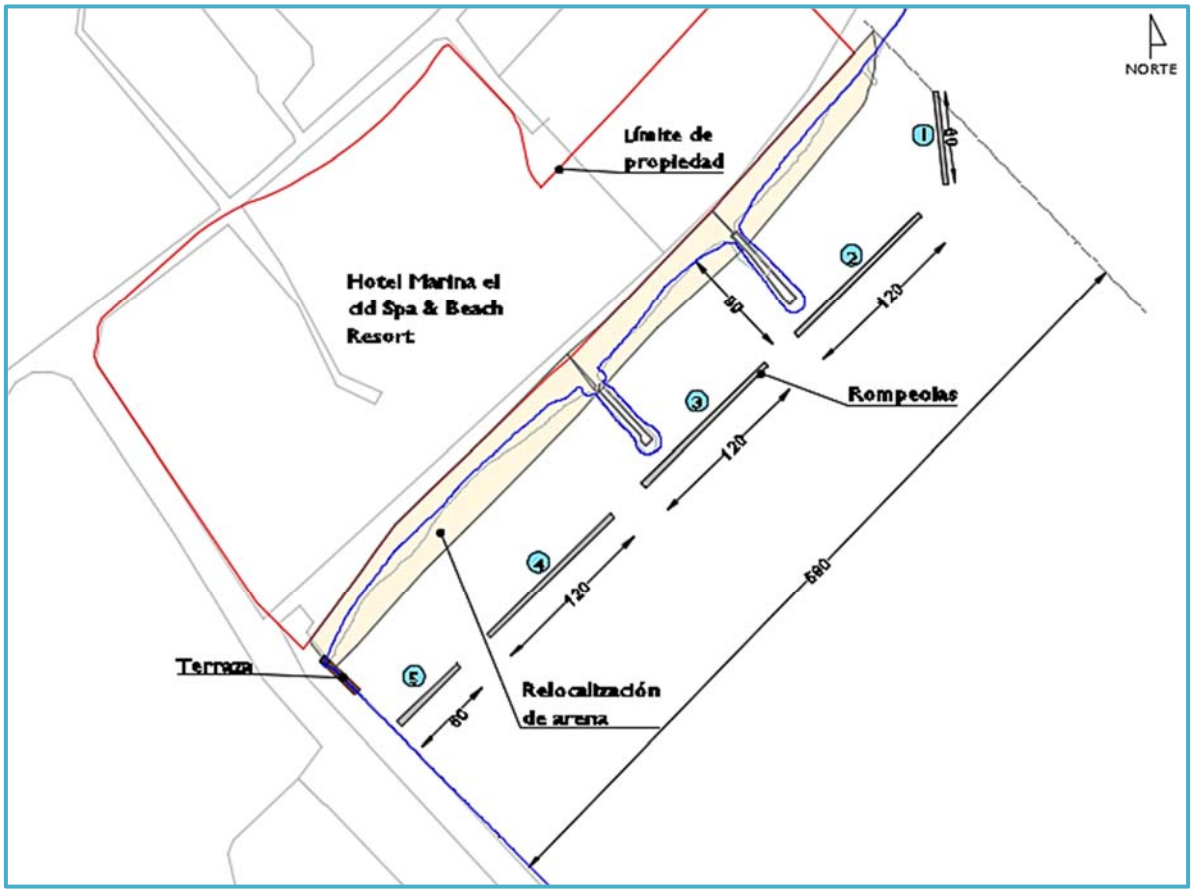


Figura VII_ 1. Plano general de obras del proyecto.

VII.1. Pronóstico del escenario

El pronóstico del escenario parte de la tendencia de los procesos que ocurren en el área de influencia del proyecto e incorpora los impactos potenciales asociados con su construcción y las medidas de mitigación establecidas en el estudio.

Los principales impactos ambientales que han sido identificados para el desarrollo del proyecto son los de una obra de restauración, considerándose en su mayoría temporales en todas las etapas del proyecto, y como fijos, los generados por la permanencia de las obras.

Bajo estos criterios se tienen dos escenarios alternativos, el primero sin la ejecución del proyecto y el segundo con la realización de éste. Ambos serán descritos considerando que se ubican dentro de un Sistema Ambiental para analizar el efecto de la presencia de las obras o su ausencia.

Sin proyecto:

Actualmente la playa del Hotel Marina El Cid Spa & Beach Resort presenta una situación de deterioro general debido a que el perfil costero es constantemente alterado a causa de los procesos naturales en el ambiente (**Figura VII_ 2**).

Figura VII_ 2. Estado actual de la zona del proyecto.

De no llevarse a cabo este proyecto, el deterioro de la calidad paisajística y física del litoral en el área del proyecto seguirá afectando de manera negativa al turismo local y estacional, ya que no se contará con una zona de playa de altura adecuada en relación al nivel medio del mar; las rocas presentes no permitirán que se aproveche óptimamente el área de nado ni la playa para que los turistas y visitantes locales realicen actividades recreativas. De igual manera continuará la situación de riesgo para los usuarios de la playa y paseantes que se desplazan a lo largo de la zona federal por la presencia de rocas con aristas punzocortantes (**Figura VII_ 3**).

Figura VII_ 3. Situación actual del área del proyecto.

Con proyecto:

Las obras y actividades que se planean llevar a cabo lograrán retener la arena que será relocalizada, con lo cual se mejorará la zona de playa teniendo como resultando una línea de costa estable, permitiendo de nuevo su utilización plena. Se tendrá una zona seca de altura adecuada con relación al nivel medio del mar, favoreciendo a los servicios turísticos e incrementando la oferta de tipo ambiental para los usuarios potenciales de la playa al haber un mayor espacio para la recreación, belleza escénica, protección contra fenómenos naturales. Al retirar las rocas sueltas y cubrir con arena las presentes se podrá acceder de manera segura al área de nado somera. Por lo tanto se observarán beneficios a corto, mediano y largo plazo en el ámbito socioeconómico y ecológico.

Cuando se habiliten las obras del proyecto se tendrán impactos en su mayoría benéficos y mitigables. Estos tendrán una afectación al medio imperceptible, irregular o intermitente en su permanencia, con repercusión geográfica *in situ* y recuperando la calidad ambiental inmediata tras el cese de los trabajos; además la alteración potencial a ser provocada y la importancia, son bajas.

El desarrollo del proyecto afecta moderadamente el relieve costero y marino modificando ligeramente la forma actual de la línea de costa, pero en forma positiva al recuperar el contorno de la playa que existía años atrás. No se afectará la circulación de las corrientes costeras.

El escenario con la presencia del proyecto y con la implementación de las medidas de mitigación será el de una playa restaurada que ofrecerá servicios turísticos y ambientales. Un impacto residual será la afectación al paisaje por el funcionamiento de los rompeolas en la etapa de operación, no obstante es considerado insignificante, ya que los rompeolas serán visibles de manera somera.

El escenario con la presencia del proyecto y sin la implementación de las medidas de mitigación, sería de un ecosistema que se recuperaría en un periodo de tiempo relativamente corto. Entre los impactos que podrían perdurar estaría el daño a algunos organismos de lento desplazamiento o a la flora marina, así como la permanencia de los residuos generados en el área, que dependiendo de su tipo se degradarían con el paso del tiempo.

Los impactos ambientales identificados por la presencia del proyecto, en realidad no se consideraron de relevancia puesto que la mayoría será resultado del objetivo propuesto, lo cual se reforzará al aplicar las medidas propuestas para mitigar los impactos que sean inevitables, principalmente durante la etapa de construcción.

VII.1.1. Conclusión de los pronósticos.

Como precedente al análisis del pronóstico de los escenarios, se puede afirmar que en el marco del Sistema Ambiental delimitado para el presente estudio, el proyecto por su ubicación, magnitud y alcance de los posibles efectos de la construcción y operación, no representa ningún riesgo significativo en materia ambiental. Se aplicarán las medidas de mitigación, corrección, control y prevención propuestas en todas las etapas del proyecto.

Las obras a realizar se localizarán en las inmediaciones del área marina, no causarán afectación ambiental al entorno, ya que poseen un bajo perfil y no interrumpen el paso de las corrientes a lo largo de la costa, tampoco afectarán la línea de costa hacia el Norte y Sur del área en estudio. Además son estructuras suaves y removibles.

Resulta imprescindible la ejecución de las obras para revertir la situación actual de deterioro de la playa considerando que no existe algún otro proyecto en vías de efectuarse por alguna entidad gubernamental local o federal, por lo que el mismo Hotel promueve estas obras con recursos propios.

VII.2. Programa de vigilancia ambiental

Como parte del proyecto se proponen acciones enfocadas al seguimiento y vigilancia ambiental a través de un monitoreo de las condiciones más importantes (físicas, biológicas, sociales y económicas) que indicarán cambios en el comportamiento del sistema ambiental como resultado de la interacción con el proyecto.

Esto se propone para garantizar el cumplimiento de las medidas de prevención, y mitigación de impacto ambiental, así como de los términos y condicionantes que se determinen para el proyecto por parte de la autoridad. Durante todas las fases del proyecto se requerirá una estructura administrativa y operacional para ejecutar de manera ordenada las acciones y procedimientos de verificación del cumplimiento, objetivo del programa de vigilancia ambiental.

El Programa de vigilancia ambiental precisará dar seguimiento a la verificación de la adecuada implementación de los programas propuestos en las medidas de mitigación, e involucrará la evaluación del desempeño ambiental del proyecto de tal manera que se asegure la oportuna detección de irregularidades para su corrección inmediata, mecanismo que controlará la ocurrencia de impactos al ambiente. Los programas y actividades que serán tomados como parte del Programa de Vigilancia Ambiental son los siguientes:

- Programa de control de la línea de costa.

- Actividades de monitoreo del área del proyecto para realizar reubicación de fauna marina de lento desplazamiento.
- Monitoreo de la recuperación del banco de arena.

El seguimiento ambiental del proyecto se ajustará al periodo de tiempo que sea establecido para el desarrollo de la obra, que es el tiempo en que se deberá vigilar las actividades de preparación del sitio y construcción, en apego a los instrumentos normativos vigentes y condiciones que establezca la autoridad, así como a las medidas de mitigación y prevención propuestas en el presente documento.

Posteriormente se deberá dar continuidad al seguimiento de los procesos del proyecto durante la etapa de operación con la finalidad de garantizar su óptimo desempeño ambiental.

El Programa Ambiental durante las primeras etapas del proyecto, incluirá realizar monitoreo a las obras, para documentar las principales actividades que pudieran generar impactos y se asignará a un responsable técnico para asegurarse de dicho seguimiento.

Este programa también incluirá el seguimiento y cumplimiento de cada uno de los términos y condicionantes establecidos en el oficio emitido por la autoridad competente por el cual se reportarán los informes correspondientes. Algunas de las siguientes actividades serán las incluidas en el programa en mención:

a) En las dos primeras etapas del proyecto, la persona asignada como responsable ambiental informará a los trabajadores sobre las actividades y las medidas preventivas y de mitigación a realizar.
b) Se concientizará a los trabajadores sobre los componentes del medio que deben ser protegidos, las acciones que deben fomentarse y cuales están prohibidas, por lo que la implementación de las medidas deben ser llevadas al pie de la letra para evitar que un mal manejo de los equipos o de los procedimientos pudiera ocasionar impactos al medio.
c) El responsable ambiental supervisará periódicamente el desarrollo de las actividades del proyecto, a fin de asegurar que éstas se realicen conforme a lo previsto en este documento.
d) Durante la operación, se realizarán visitas periódicas al área del proyecto para tomar reporte de los resultados de los programas implementados.
e) El responsable generará los informes de cumplimiento de términos y condicionantes así como de cada una de las medidas de mitigación, compensación y prevención.

IX. CONCLUSIONES

La erosión de las playas está provocando que las propiedades e infraestructura turística en el Caribe Mexicano tengan un daño cada vez más evidente. Este efecto negativo también ha comenzado a traer consecuencias en los ecosistemas y en la derrama económica en la zona del proyecto. Para un sitio como Puerto Morelos, la recuperación de playas es una prioridad debido a la vocación turística de la zona.

La playa del proyecto colinda con el Hotel Marina El Cid Spa & Beach Resort, se ubica en una zona de importante afluencia turística y ha sido afectada por la acción del oleaje, la presencia de infraestructura portuaria, la incidencia de las corrientes, vientos y marea, lo que ha provocado la pérdida de material arenoso; para revertir esta situación se plantea el presente proyecto.

Las obras y actividades incluyen el desplante de cinco secciones de rompeolas con longitudes de 60 m y 120 m, paralelos a la costa a base de elementos de geotextil rellenos con arena. Relocalización de arena sobre la playa, en un área de 18,400 m² y la habilitación de una terraza de 5m de ancho y 30 m de longitud, construida sobre pilotes que contará con una cubierta a base de madera dura de la región.

El proyecto no se localiza dentro de un Área Natural Protegida y no se contrapone con lo establecido en las leyes y normas ambientales aplicables.

Para realizar el análisis del área de influencia del proyecto, se determinó un sistema ambiental de 98 ha, delimitado por fronteras de perturbación antrópica (muelle fiscal APIQROO y Marina El Cid) y los límites naturales en la línea de costa. Se realizó la descripción de los aspectos abióticos, haciendo uso de los sistemas de información geográfica; y bióticos, por medio de una caracterización en campo.

Dentro del Sistema Ambiental únicamente se registro la presencia de dos especies de tortugas marinas al tener el registro de 5 nidos de tortuga caguama *Caretta caretta* y tortuga blanca *Chelonia mydas*, ambas listadas en la NOM 059 SEMARNAT 2010 bajo el estatus de: Peligro de extinción. Sin embargo, se debe considerar la incidencia de estas especies como baja, en virtud de que la playa no ofrece las condiciones ideales para una mayor anidación, se puede suponer que el desarrollo del proyecto podría ser favorable para la anidación de tortugas marinas toda vez que se habilitará una mayor zona de anidación.

Los impactos fueron determinados y descritos para cada una de las actividades que se realizarán durante el proyecto, centrando la atención sobre los más importantes para la aplicación de medidas de mitigación.

Gran parte de los impactos generados por el proyecto son benéficos y la mayoría de éstos son considerados de media a alta magnitud y media importancia. Los impactos adversos

en su mayoría son de baja magnitud e importancia, aunado a la implementación de las medidas de mitigación durante todas las etapas. La playa, tendrá las características idóneas que posibiliten la recreación.

La relocalización de arena se considera una acción sustentable toda vez que este recurso se regenerará de manera natural por la acción de corrientes que recuperarán las zonas de disposición. Se monitoreará el comportamiento de la línea de costa para un mejor entendimiento de la dinámica litoral a largo plazo.

La población de Puerto Morelos se dedica principalmente a las actividades del sector turismo, por lo tanto es de suma importancia conservar los atractivos de dicho sector para ofrecer una mayor identidad y valor a la oferta. Como se ha mencionado, el principal objetivo de este proyecto es mejorar la playa y por consiguiente, el atractivo turístico de la zona.

Se considera que ambientalmente el proyecto es aceptable y de urgente aplicación.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Appendini, C., Paulo Salles, E., Mendoza, T., López, J., & Torres-Freyermuth, A. (2012). Longshore Sediment Transport on the Northern Coast of the Yucatan Peninsula. Journal de Coastal Research, 1404-1417.
- IPCC, 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 688 pp.
- Bowen, A., & Inman, D. (1966). Budget of litoral sands at the Vinicity of Poin Arguello, California; U.S. U.S. Army Coastal Engineering Research Center.
- Brusca, R. C. y G. J. Brusca. 2005. Invertebrados. 2da. edición. McGraw-Hill Interamericana México, D. F. 1005 p.
- Butterlin, J., & Bonet, F. (1963). Ingeniería Hidráulica en México (Vol. Las formaciones cenozoicas de la parte mexicana de la Peninsula de Yucatán). México D.F.: Ingeniería Hidráulica de México.
- Chávez E.A. 1994. Los recursos marinos de la Península de Yucatán. Pp. 1-12. In: A. Yáñez-Arancibia (Ed.). Recursos Faunísticos del Litoral de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Campeche. EPOMEX Serie Científica, 2. 136 p.
- CONABIO, s. a. Ficha Técnica para la Evaluación de los Sitios Prioritarios para la Conservación de los Ambientes Costeros y Oceánicos de México. CONABIO, TNC, CONANP y Pronatura A. C. México.
- CONANP. (2008). Modificación del Programa de Conservación y Manejo del Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc. México D.F.: SEMARNAT.
- CONAPO (Consejo Nacional de Población). http://www.gob.mx/conapo
- De la Peña Olivas, J. M. (2007). Guía Técnica de Estudios Litorales. Madrid España: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- Del Valle Morales, J. (2012). Estimación de los patrones de transporte de sedimentos en la Península de Yucatán, México. REVISTA DIGITAL TLALOC AMH, 251-257.
- Del Valle Morales, J. (2012). Velocidad de caída de arenas costeras de la Península de Yucatán, México. México D.F.: Tesis UNAM.
- Díaz, S. (2010). Variabilidad de los ciclones tropicales que afectan a México. Interciencia, 35(4), 306-310.

- Díaz-Ruiz, S, E. Cano-Quiroga, C. Alva-Basurto, F. Rosas-García, E. Perez-Ponce, A. Aguirre-León y M. Castillo-Rivera, 2005. Caracterización ambiental y estructura ecológica de las comunidades de peces en arrecifes coralinos de Quintana Roo. In: Proyecto Final. Proyecto de Investigación. "Ecología y Evaluación de las Comunidades y Poblaciones de Peces en Sistemas Arrecifales Coralinos del Caribe Mexicano". LIEC/CBS-UAMI, México, 148 p.
- Díaz-Ruiz, S., E. Cano-Quiroga, A. Aguirre-León, M. A. Pérez-Hernández, R. Ortega-Bernal y E. Miranda-Blackmore. 2000. Evaluación Ecológica y Biológica de los Recursos Ictiofaunísticos Dominantes en Arrecifes Coralinos de Quintana Roo. Informe Final-Segunda Etapa, LIEC-CBS-UAM-I, México, 100 p.
- Diez González, J. J. (2007). Barrera Litoral de Cancún. Noticias AMIP (10), 5-9.
- Ekdale, A. 1974. Marine molluscs from shallow waters environments (0 to 60 meters) off the northeast Yucatan coast, Mexico. Bulletin of marine Science (24): 638-668.
- Froese, R. y D. Pauly, 2016. FishBase. World Wide Web Electronic Publication.
- García, E., 1988. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, 5: 182
- Hogrefe, K.R., Wright, D.J. y Hochnberg, E.J., 2008, Derivation and integration of shallow-water bathymetry: Implications for coastal terrain modelling and subsequent analyses, Marine Geodesy, 31, pp.299-317.
- Humann, P., 1997. Reef Fish Identification. New World Publications, Inc. USA, 396 p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática) (2010). Censo de Población y Vivienda 2010. Disponible en http://www.inegi.org.mx/. Consultado el 01 de abril de 2016.
- Kamphuis, J.W. 1991. Alongshore sediment transport rate. Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, Vol. 117, p. 624-640
- Komar, P. (1996). The budget of littoral sediment concepts and applications (Vol. 64). Shore & Beach.
- Leopold 1971, l. B., f. E. Clarke, b. B. Hanshaw, and j. E. Balsley. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. U.s. Geological survey circular 645, Washington, D.C.
- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2013. Diario Oficial de la Federación. Publicado el 28 de enero de 1988, última reforma publicada en el DOF el 16 de enero de 2014.

- Medina, M., E. Baqueiro& D. Aldana. 2006. Guía ilustrada de conchas y caracoles de la Península de Yucatán. Ed. CYTED Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo. Yucatán, México. ISBN 84-96023-48-6.
- Merino, M. y L. Otero, 1991. Atlas Ambiental Costero, Puerto Morelos, Quintana Roo. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Chetumal. 80 p.
- MIA-P , 2005 "Mantenimiento de un tramo del canal de navegación y reversión de la erosión en la zona costera entre la Marina El Cid y el Muelle fiscal de Puerto Morelos, Quintana Roo".
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental – especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Diario Oficial de la Federación del 30 de diciembre de 2010. 78 p.
- Oliva rivera, J. J. y A. J. Navarrete. 2007. Larvas de moluscos gasterópodos del Sur de Quintana Roo, México. Hidrobiológica. Vol.17, n.2, pp.151-158.
- Padilla, C., Gutiérrez, D., Lara, M. y C. García. 1994. Coral Reefs of the Biosphere Reserve of Sian Ka'an, Quintana Roo, Mexico. Proc. 7th. Int. Coral Reef. Symp. Guam, 2:986-992.
- Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Corredor Cancún-Tulum.2001. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, publicado el 16 de Noviembre de 2001.
- Programa de Ordenamiento Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. Publicado en el Diario Oficial de la Federación. Tomo DCCX No. 17. México, D.F. 24 de noviembre de 2012.
- Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Última reforma publicada Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre de 2014.
- Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos ganados al mar, Diario Oficial de la Federación, 21 de Agosto de 1991.
- Ruiz Martinez, G., Silva Casarín, R., & Posada Venegas, G. (2013). Comparación morfodinámica de la costa noreste del estado de Quintana Roo, México. Tecnología y Ciencias del Agua (IV), 47-65.
- Suárez-Morales E. Y E. Rivera-Arriaga. 1998. Zooplancton e hidrodinámica en zonas litorales y arrecifales de Quintana Roo. Hidrobiología. 8: 19-32pp.
- Ward W.C. y J.L. Wilson. 1974. General aspects of the north Eastern coast of the Yucatán Península. In field Trip 2; Annual meeting of the Geol. Soc. of America. 96-105pp.

Referencias electrónicas:

http://www.dof.gob.mx
http://www.conabio.gob.mx/
http://po.qroo.gob.mx/portal/index.php
http://www.conanp.gob.mx
http://coralpedia.bio.warwick.ac.uk/sp/
http://www.algaebase.org/
http://www.conasami.gob.mx/pdf/tabla_salarios_minimos/2016.pdf
http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=23
http://www.semarnat.gob.mx/
http://www.healthyreefs.org/cms/es/sistemas-de-informacion/