

**Área que clasifica.** -Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental

**Identificación del documento.** -Versión pública del presente estudio en materia de impacto ambiental.

**Partes clasificadas.** -Nombre, correo electrónico, teléfono(s), domicilio, rfc, curp, fotografías, firmas concernientes a las personas físicas identificadas e identificables, diversas al promovente o su representante legal.

**Fundamento Legal.** - La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública y 113, fracción I, de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

**Razones.** - Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable.



**Firma del titular.** - Mtro. Alejandro Pérez Hernández.

**Fecha y número de Resolución.** - en la sesión celebrada el 14 de octubre de 2022, con el número de Resolución **ACTA\_21\_2022\_SIPOT\_3T\_2022\_ART69.**



# MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

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

***NINE***

**MANIFESTACIÓN DE  
IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD REGIONAL**



**Promovente**

**Banco Ve Por Mas, S.A., Fideicomiso 321**

## Contenido

I.	Capítulo I	28
I.1.	Datos Generales del proyecto	28
I.1.1.	Nombre del proyecto	28
I.1.2.	Ubicación del proyecto	28
I.1.3.	Duración del proyecto	30
I.2.	Datos Generales del promovente	30
I.2.1.	Nombre o razón social	30
I.2.2.	Registro federal de contribuyentes del promovente	30
I.2.3.	Datos del representante legal	30
I.2.4.	Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones	30
I.3.	Nombre del responsable técnico del estudio	30
I.3.1.	Nombre del responsable técnico del documento	30
I.3.2.	Registro Federal de Contribuyentes o CURP	30
I.3.3.	Dirección del responsable técnico del documento	31
I.4.	Presentación y antecedentes de la gestión del predio del proyecto	31
II.	Capítulo II	40
II.1.	Información general del proyecto	40
II.1.1.	Naturaleza del proyecto	40
II.1.2.	Justificación	44
II.1.2.1.	Objetivo del proyecto	45
II.1.2.2.	Selección del sitio	45
II.1.3.	Ubicación física y dimensiones del proyecto	46
II.1.3.1.	Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.	51
II.1.4.	Inversión requerida	54

## Capítulo I

II.2.	Características particulares del proyecto	54
II.2.1.	Programa de trabajo	86
II.2.2.	Representación gráfica regional	88
II.2.3.	Representación gráfica local	98
II.2.4.	Preparación del sitio y construcción	106
II.2.4.1.	Preparación del sitio	106
II.2.4.2.	Etapas de construcción	113
II.2.5.	Operación y mantenimiento	118
II.2.5.1.	Uso y manejo del agua potable en la operación del proyecto	119
II.2.5.1.1.	Planta potabilizadora por ósmosis inversa.	119
II.2.5.1.2.	Planta de tratamiento de aguas residuales.	129
II.2.5.1.3.	Manejo de aguas pluviales	132
II.2.5.2.	Actividades de mantenimiento	140
II.2.5.2.1.	Mantenimiento de la condición de los edificios	140
II.2.5.2.2.	Mantenimiento del sistema contra incendios	140
II.2.5.2.3.	Mantenimiento del sistema de aire acondicionado del edificio	141
II.2.5.2.4.	Mantenimiento de pozos de absorción	141
II.2.5.2.5.	Mantenimiento de áreas verdes	142
II.2.6.	Desmantelamiento y abandono de las instalaciones	143
II.2.7.	Residuos	143
II.2.7.1.	Generación y manejo de residuos sólidos urbanos	144
II.2.7.2.	Generación y manejo de residuos de manejo especial	148
II.2.7.3.	Generación y manejo de residuos peligrosos	152
II.2.8.	Emisiones y descargas	157
III.	Capítulo III	165
III.1.	Ordenamientos jurídicos federales	165

## Capítulo I

III.1.1.	Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM).	165
III.1.1.1.	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA).	167
III.1.1.1.	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su reglamento.	175
III.1.1.1.	Ley General de Vida Silvestre (LGVS).	189
III.1.1.1.	Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su reglamento.	195
III.1.1.1.	Ley General de Cambio Climático (LGCC).	202
III.1.1.1.	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento.	207
III.1.1.1.	Ley Federal de Responsabilidad Ambiental	215
III.1.	Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET)	216
III.1.1.1.	Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	217
III.1.1.2.	Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMRGMMC)	228
III.1.1.3.	Modificación al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez	231
III.2.	Planes o programas de desarrollo urbano	277
III.2.1.	Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos 2020-2030 (PDUICPPM).	277
III.3.	Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas	282
III.3.1.	Áreas Naturales Protegidas	283
III.3.1.1.	Áreas Naturales Protegidas Federales	283
III.3.1.2.	Áreas Naturales Protegidas Estatales	286
III.3.1.3.	Áreas Naturales Protegidas Municipales	289
III.3.2.	Sitios RAMSAR	289

## Capítulo I

III.3.3. Regiones Prioritarias	293
III.3.3.1. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)	293
III.3.3.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)	296
III.3.3.3. Regiones Marinas Prioritarias (RMP)	297
III.3.4. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)	298
III.4. Normas oficiales mexicanas	302
III.4.1. NOM-022-SEMARNAT-2003	302
III.4.2. Otras Normas Oficiales Mexicanas Aplicables	346
III.5. Referencias	349
IV. Capítulo IV	351
IV.1. Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto.	351
IV.1.1. Área de influencia Directa del Proyecto	351
IV.1.2. Criterios para la delimitación del Sistema Ambiental Regional	353
IV.2. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional (SAR)	366
IV.2.1. Medio físico	366
IV.2.1.1. Clima	366
IV.2.1.1.1. Temperaturas mínimas y máximas	377
IV.2.1.1.2. Evaporación	378
IV.2.1.1.3. Precipitación y días con lluvias al año	379
IV.2.1.1.4. Ciclones tropicales	380
IV.2.1.2. Fisiografía	387
IV.2.1.3. Geología	392
IV.2.1.3.1. Riesgos geológicos	394
IV.2.1.4. Suelos	398
IV.2.1.4.1. Identificación de los tipos de suelo presentes a nivel del SAR del proyecto	398

## Capítulo I

IV.2.1.4.2.	Degradación y grado de erosión del suelo	401
IV.2.1.4.2.1.	Determinación de pérdida de suelo por erosión hídrica	401
IV.2.1.5.	Hidrología	413
IV.2.1.5.1.	Hidrología superficial	413
IV.2.1.5.2.	Hidrología subterránea	414
IV.2.2.	Medio biótico	417
IV.2.2.1.	Fauna silvestre	417
IV.2.2.1.1.	Descripción del método de muestreo	418
IV.2.2.1.2.	Resultados del muestreo de fauna	420
IV.2.2.2.	Flora silvestre	427
IV.2.2.2.1.	Tipo de vegetación presente en el SAR y Área de proyecto	428
IV.2.2.2.1.	Caracterización de la vegetación	449
IV.2.2.2.2.	Análisis de diversidad de la vegetación	453
IV.2.2.2.2.1.	Presentación de resultados	456
IV.2.2.2.2.2.	Análisis de resultados	474
IV.2.2.3.	Conclusiones	475
IV.2.3.	Medio socioeconómico	476
IV.2.3.1.	Descripción territorial	476
IV.2.3.2.	Población	477
IV.2.3.2.1.	Dinámica poblacional	481
IV.2.3.2.2.	Variables de la dinámica poblacional	484
IV.2.3.3.	Economía regional	497
IV.2.3.3.1.1.	Comportamiento del Producto Interno Bruto	497
IV.2.3.4.	Educación	504
IV.2.3.5.	Salud	508
IV.2.3.6.	Evaluación del bienestar	520



Capítulo I	
IV.2.3.7. Paisaje	525
IV.3. Diagnóstico ambiental	530
IV.4. Referencias	533
V. Capítulo V	547
V.1. Identificación de impactos ambientales	547
V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales	548
V.1.2. Lista indivativa de indicadores de impacto.	549
V.2. Caracterización de los impactos	557
V.2.1. Identificación de los impactos	557
V.3. Valoración de los impactos	574
V.3.1. Selección y descripción de los impactos significativos	580
V.4. Impactos residuales	601
V.5. Impactos acumulativos	609
V.6. Conclusiones	614
V.7. Referencias	615
VI. Capitulo VI	620
VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental	623
VI.1.1. Medidas ambientales complementarias	635
VI.1.2. Medida de compensación en apego a la NOM-022-SEMARNAT-2003	644
VI.2. Impactos residuales	652
VI.3. Programa de manejo ambiental	660
VI.4. Seguimiento y control	670
VI.4.1. Seguimiento y control de impactos ambientales	673
VI.4.3. Cumplimiento de los estándares que establece la normatividad ambiental	680
VI.5. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas	681

## Capítulo I

VI.6. Estimación del costo de las actividades de restauración	684
VI.6.1. Escenarios para la restauración	686
VI.6.2. Estimación de los costos de las actividades de reforestación	689
VI.6.3. Estimación de los costos de la implementación de las obras de conservación de suelo	691
VI.6.4. Estimación de los costos de la implementación de las actividades de mantenimiento	694
VI.7. Referencias	696
VII. Capítulo VII	699
VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto y con proyecto	701
VII.2. Descripción y análisis del escenario modificado	707
VII.2.1. Escenario Sin Proyecto	708
VII.2.2. Escenario Con Proyecto	710
VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación	714
VII.4. Pronóstico ambiental	730
VII.5. Evaluación de alternativas	731
VII.6. Conclusiones	731
VIII. Capítulo VIII	734
VIII.1.1. Definición del Sistema Ambiental Regional	734
VIII.2. Caracterización medio abiótico	739
VIII.3. Caracterización medio biótico	743
VIII.4. Identificación y evaluación de impactos ambientales	750
VIII.5. Métodos fotogramétricos	754

## Figuras

Figura 1 Ubicación geográfica regional del predio del proyecto.....	29
Figura 2 Ubicación del predio del proyecto NINE.....	49
Figura 3 Zonificación dentro del predio.....	50
Figura 4 Clasificación de las áreas de aprovechamiento y conservación (incluye las denominadas áreas verdes, conservación y playa) en el predio del proyecto.....	60
Figura 5 Desplante de las pilas que conforman el proyecto NINE.....	74
Figura 6 Desplante de los componentes que conforman el nivel 1 del proyecto NINE.....	75
Figura 7 Desplante de los componentes que conforman el nivel 2 del proyecto NINE.....	76
Figura 8 Desplante de los componentes que conforman el nivel 3 del proyecto NINE.....	77
Figura 9 Desplante de los componentes que conforman el nivel 4 del proyecto NINE.....	78
Figura 10 Desplante de los componentes que conforman la azotea del proyecto NINE.....	79
Figura 11 Imágenes de los cortes y fachadas del proyecto NINE.....	81
Figura 12 Ubicación geográfica regional del predio del proyecto.....	90
Figura 13 Ubicación del proyecto con respecto a las Ecorregiones.....	92
Figura 14 Imagen satelital landsat MSS 1979-02-05.....	95
Figura 15 Imagen satelital landsat OLI 2021-09-07.....	96
Figura 16 Comparativo entre imagen OLI y MSS.....	97
Figura 17 Matrice 300 RTK.....	98
Figura 18 Nube de puntos capturada por LiDAR.....	99
Figura 19 Detalle de la nube de puntos dentro del área de proyecto.....	101
Figura 20 Ortofoto generada sobre el terreno.....	102
Figura 21 Elementos que conforman el paisaje dentro del predio.....	104
Figura 22 Distribución de la zonificación del proyecto sobre la ortofoto.....	105
Figura 23 Ejemplo de la instalación y mantenimiento de la fosa de un sanitario temporal en sitio de construcción y de un baño portátil instalado en un frente de trabajo para uso de los trabajadores.....	108
Figura 24 Ejemplo de la separación de los diferentes tipos de residuos a generarse durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, arriba: residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial (madera); abajo: residuos de manejo especial (.....)	112

## Capítulo I

Figura 25 Ejemplo de la habilitación de áreas para el consumo de alimentos y descanso para los trabajadores de obra durante la etapa de construcción.....	112
Figura 26 Habilitación y manejo de almacenes de sustancias químicas y bodegas de herramientas y equipo para la construcción.....	113
Figura 27 Esquema del proceso de operación de la planta de ósmosis inversa .....	121
Figura 28 Características técnicas de los pozos de aprovechamiento de agua a perforar y del equipo de bombeo para el aprovechamiento de agua.....	126
Figura 29 Características técnicas de los pozos de rechazo a perforar para la descarga de agua tratada. ....	128
Figura 30 Diseño y conformación del sistema de captación y conducción de agua pluvial en las azoteas de las obras que conforman el proyecto.....	134
Figura 31 Diseño y conformación del sistema de captación y conducción de agua pluvial en el nivel 1 del proyecto.....	136
Figura 32 Isoyetas de intensidad de lluvias (mm h-1) para la península de Yucatán para un periodo de retorno de 10 años. ....	137
Figura 33 Representación esquemática de los componentes de una trampa de grasas y tanque sedimentador para la descarga del agua pluvial al manto freático.....	138
Figura 34 Representación esquemática de los componentes de los pozos de absorción de aguas pluviales captadas durante el desarrollo del proyecto.....	139
Figura 35 Ejemplos del tipo y acondicionamiento de contenedores para residuos sólidos urbanos que se pueden usar en los frentes de trabajo para la disposición separada de los residuos.....	146
Figura 36 Ejemplo de retiro de los residuos sólidos urbanos de los frentes de trabajo habilitados efectuado por una empresa privada autorizada. ....	147
Figura 37 Ejemplo de evidencias del mezclado durante la disposición temporal de residuos de manejo especial durante la etapa de construcción. ....	151
Figura 38 Ejemplo de la habilitación y señalización de áreas para la disposición temporal de residuos de manejo especial durante la etapa de construcción.....	151
Figura 39 Ejemplo del manejo y transporte de algunos tipos de residuos de manejo especial generados durante los procesos constructivos de proyectos en desarrollo....	152
Figura 40 Rombo de seguridad o símbolo internacional que indica el nivel de riesgo de una sustancia para la seguridad y salud humana y clasificación de sustancias químicas a usar. ....	154

## Capítulo I

Figura 41 Ejemplos de la prevención de la generación y manejo de los residuos peligrosos durante las etapas de preparación y construcción de proyectos de obra civil.....	157
Figura 42 Ejemplo de emisiones de contaminantes a la atmósfera y medidas a implementar para mitigarlas durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto.....	160
Figura 43. Condición reportada en el Acta de Inspección número PFPA/29.3/2C.27.5/0079-14 emitida por la Delegación Federal de la PROFEPA en el Estado de Quintana Roo para los lotes 3, 5, 7 y 9 del plan maestro “El Cid de Cancún”. .....	183
Figura 44 Condición reportada en el Acta de Inspección número PFPA/29.3/2C.27.5/0084-14 emitida por la Delegación Federal de la PROFEPA en el Estado de Quintana Roo para los lotes 31, 32, y 33 del proyecto “Caribbean Reef Village” .....	185
Figura 45 Resultado de la verificación de la ubicación de los lotes 3, 5, 7, 9, 31, 32, 33, de la manzana 20, supermanzana 03, del boulevard El Cid, como parte la visita de inspección reportada en el Acta de Inspección número PFPA/29.3/2C.27.5/0135-14 en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.....	187
Figura 46 Ubicación del predio del proyecto con respecto a la regionalización presentada en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio .....	219
Figura 47 Ubicación de la región inmersa dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.....	228
Figura 48 Ubicación del predio del proyecto con respecto a la regionalización presentada en el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. ....	230
Figura 49 Ubicación del predio del proyecto NINE con respecto a la regionalización de la Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez. ....	237
Figura 50 Ubicación del predio del proyecto NINE con respecto a la asignación de usos de suelo asignados en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos 2020-2030.....	279
Figura 51 Ubicación del SAR del proyecto con respecto a la poligonal de las Áreas Naturales Protegidas de competencia federal más cercanas al predio del proyecto...	285

## Capítulo I

Figura 52 Ubicación del SAR del proyecto con respecto a la poligonal del Área Natural Protegida de competencia estatal más cercana al SAR del proyecto .....	288
Figura 53 Ubicación del SAR del proyecto con respecto al Área Natural Protegida de competencia municipal Reserva Ecológica “Ombligo Verde”, ubicada en la ciudad de Cancún, Benito Juárez .....	291
Figura 54 Ubicación del SAR del proyecto con respecto al sitio RAMSAR No. 1343 “Parque Nacional Arrecifes de Puerto Morelos” .....	292
Figura 55 Ubicación del SAR y predio del proyecto con respecto a la RTP-146 Dzilam – Ría Lagartos – Yum Balam.....	295
Figura 56 Ubicación del SAR del proyecto con respecto a la RHP 105 denominada “Corredor Cancún – Tulum” .....	299
Figura 57 Ubicación del SAR y predio del proyecto con respecto a la RMP “63 Punta Maroma – Punta Nizuc” .....	300
Figura 58 Ubicación del SAR y pedio del proyecto con respecto a las AICA más cercanas .....	301
Figura 59 Cuenca de manglar dentro del Sistema Ambiental Regional, en el que se presentan fronteras de flujo nulo derivado de los caminos de acceso (flechas amarillas) .....	311
Figura 60 Imágenes que muestran el sistema constructivo que será empleado en la construcción.....	313
Figura 61 Grado de fragmentación de la cuenca del humedal de Puerto Morelos .....	315
Figura 62 La división norte-sur con respecto al macizo forestal continental que imprime la carretera federal 307 y los caminos de acceso a la playa .....	324
Figura 63 Imagen que muestra los caminos que seccionan el espacio natural en el humedal de Puerto Morelos aledaño al predio del proyecto.....	325
Figura 64 Clasificación del grado de conservación de la vegetación que se desarrolla en el área aledaña al predio del plan maestro El Cid de Cancún, en Puerto Morelos, de acuerdo con lo indicado en la actualización del Programa Director de Desarrollo Urbano .....	343
Figura 65 En cuadro verde se indica la localización de la superficie de 3000 m2 donde se.....	344

## Capítulo I

Figura 66 Vista general de la zona de protección de acuerdo con entro de la propuesta de Área Natural Protegida Estatal que promueve el Gobierno del Estado de Quintana Roo.” y su ubicación con respecto al predio del proyecto .....	345
Figura 67 Ubicación del predio del proyecto “NINE”. Unidad Cuarenta, Lote número 1-01,Manzana 20, de boulevard El Cid, en calle sin nombre de la Supermanzana 03, en Puerto Morelos, Quintana Roo. ....	352
Figura 68 Representación gráfica de la ubicación del predio del proyecto, marca roja, con respecto a la poligonal de la UGA 28 de la Modificación al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez. ....	356
Figura 69 Representación gráfica de la ubicación del predio del proyecto, marca roja, con respecto a la poligonal de la UGA 28 de la Modificación al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez. ....	358
Figura 70 Ubicación del predio del proyecto, con respecto a los usos de suelo definidos en el “Programa Director de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos” .....	359
Figura 71 Delimitación del polígono del sistema ambiental regional definido para el proyecto “NINE” .....	361
Figura 72 Clasificación climática en el SAR delimitado para el proyecto de acuerdo con el INEGI, tomando en cuenta la clasificación climática de Köppen modificada por Enriqueta García.....	369
Figura 73 Ubicación de las estaciones meteorológicas con registro de información climatológica consideradas para la caracterización climática para el SAR del proyecto .....	370
Figura 74 Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica Puerto Morelos, ubicada en el municipio de mismo nombre, Q. Roo .....	371
Figura 75 Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica Puerto Morelos, ubicada en el municipio de mismo nombre, Q. Roo. ....	372
Figura 76 Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica Leona Vicario, ubicada en el municipio de Puerto Morelos, Q. Roo.....	373
Figura 77 Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica Victoria, ubicada en el municipio de Lázaro Cárdenas, Q. Roo. ....	374
Figura 78 Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica Cancún, ubicada en el municipio de Benito Juárez, Q. Roo. ....	375

## Capítulo I

Figura 79 Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica Playa del Carmen, ubicada en el municipio de Solidaridad, Q. Roo. ....	376
Figura 80 Formación y trayectorias comunes de los ciclones tropicales que llegan a impactar la península de Yucatán, incluyendo el estado de Quintana Roo.....	382
Figura 81 Trayectoria de tormentas tropicales, representada por las líneas verdes, y huracanes tipo 1, líneas amarillas, que inciden sobre el estado de Quintana Roo, en la península de Yucatán.....	382
Figura 82 Mapa de riesgo por presencia de ciclones tropicales para el estado de Quintana Roo, elaborado por el CENAPRED .....	386
Figura 83 Ubicación del SAR y predio del proyecto, en el municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo, con respecto a la provincia fisiográfica “Península de Yucatán”. .....	389
Figura 84 Ubicación del SAR y predio del proyecto, en el municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo, con respecto a la subprovincia fisiográfica “Carso Yucateco”. .....	390
Figura 85 Modelo Digital de Elevaciones para el SAR y predio del proyecto .....	391
Figura 86 Principales terrenos tectono-estratigráficos presentes en México. ....	392
Figura 87 Geología del SAR y predio del proyecto y columna estratigráfica para Puerto Morelos elaborada por el Servicio Geológico Mexicano con base a INEGI (1997). ....	396
Figura 88 Regionalización sísmica del país, incluyendo la península de Yucatán, realizada por la CFE. Sismicidad: a) zona A baja; b) zona B, media; c) zona C, alta y, d) zona D, muy alta. ....	397
Figura 89 Tipo de suelo presente en el SAR y en el área del predio para el proyecto NINE.....	400
Figura 90 Mapa del territorio nacional para la estimación por regiones del comportamiento de la precipitación media anual.....	403
Figura 91 Mapas para los factores generados con la herramienta “Análisis de Erosión Hídrica” para estimar la erosión potencial en el SAR y predio del proyecto turístico.411	
Figura 92 Mapa de la pérdida de suelo hídrica potencial en el SAR y predio del proyecto turístico en Puerto Morelos, Quintana Roo. ....	412
Figura 93 Resultado de la aplicación del método no paramétrico Chao2 al muestreo de fauna silvestre realizado para el desarrollo del proyecto “NINE” .....	425
Figura 94 Aves observadas en el predio del proyecto “NINE”: garza blanca ( <i>Egretta thula</i> ), garza azul ( <i>Egretta caerulea</i> ) y zanate mayor ( <i>Quiscalus mexicanus</i> ). .....	427



## Capítulo I

Figura 95 Uso de suelo y vegetación presentes en el SAR definido para el desarrollo del proyecto “NINE”.....	432
Figura 96 Matrice 300 RTK.....	434
Figura 97 Nube de puntos capturada por LiDAR.....	435
Figura 98 Detalle de la nube de puntos dentro del área de proyecto.....	436
Figura 99 Imágen frontal del terreno que muestra la vegetación en unporte arbóreo y arbustivo; además de extracción de construcciones .....	438
Figura 100 Imágen que muestra el terreno discriminado de la vegetación.....	439
Figura 101 Clases de puntos subrepuestos entre sí.....	440
Figura 102 Ejemplo de las fotografías aéreas tomadas sobre el terreno .....	440
Figura 103 Ortofoto generada sobre el terreno .....	441
Figura 104 Elementos que conforman el paisaje dentro del predio .....	443
Figura 105 Alturas de la vegetación dentro del terren .....	444
Figura 106 Usos de suelo y vegetación definidos para el área del predio del proyecto "NINE".....	448
Figura 107 Condición de la vegetación presente en el predio del proyecto y de desplante de las obras que lo conforman. Al fondo de las imágenes se aprecia un área con cobertura arbórea, la cual queda fuera del área de desplante de las obras del proyecto. ....	451
Figura 108 Población por entidad federativa de acuerdo con el conteo de población y vivienda realizado por el INEGI en el año 2015.....	478
Figura 109 Densidad poblacional por entidad federativa de acuerdo con el conteo de población y vivienda realizado por el INEGI en el año 2015.....	480
Figura 110 Población municipal en el estado de Quintana Roo de acuerdo con el conteo de población y vivienda realizado por el INEGI en el año 2015.....	480
Figura 111 Densidad poblacional en los municipios del estado de Quintana Roo de acuerdo con el conteo de población y vivienda realizado por el INEGI en el año 2015. ....	481
Figura 112 Tasa promedio de crecimiento poblacional anual estimada con los censos y conteos poblacionales reportados por el INEGI para el periodo de 1970 a 2015 a nivel nacional, estatal y municipal. ....	483
Figura 113 Fecundidad a nivel nacional, estatal y municipal de 1970 a 2010, expresada como el número de hijos nacidos vivos por el total de la población femenina mayor de 12 años.....	485

## Capítulo I

Figura 114 Tasa promedio de crecimiento anual de la natalidad entre 2010 y 2018.	486
Figura 115 Proporción de defunciones con respecto a la población total para el año 2015 a nivel nacional, estatal y en los tres municipios con mayor actividad turística de Quintana Roo.....	487
Figura 116 Tasa de defunciones generales de 2010 a 2016 en la población a nivel nacional, estatal y en los municipios de Benito Juárez y Solidaridad, Quintana Roo. ....	488
Figura 117 Tasa promedio de crecimiento anual de defunciones a nivel nacional, estatal y municipal, para el periodo 2009 - 2018.....	489
Figura 118 Participación de las defunciones por homicidio con respecto a las defunciones generales a nivel nacional, estatal y municipal para el periodo 1990 - 2015. Los resultados son valores promedio por quinquenio .....	490
Figura 119 Origen de la población a nivel nacional, en el estado de Quintana Roo y en sus municipios de Benito Juárez y Solidaridad, de acuerdo con los resultados de los últimos cuatro censos de población y vivienda realizados por el INEGI. ....	492
Figura 120 Distribución proporcional de la población que no residía en su estado natal al momento de levantar el censo de población y vivienda por parte del INEGI en el 2010. ....	493
Figura 121 Origen de la población censada en el 2010 por parte del INEGI en el estado de Quintana Roo, por entidad federal de origen.....	494
Figura 122 Flujo de emigrantes mexicanos fuera del territorio nacional según estado de nacimiento, 2012-2017. ....	496
Figura 123 Participación por entidad federativa en la generación del PIB nacional promedio entre 2006 y 2016 a valores constantes. Cifras preliminares para el 2015 y 2017. ....	498
Figura 124 Crecimiento del PIB a valores constantes a nivel nacional y del estado de Quintana Roo, y su tendencia de crecimiento, entre 2004 y 2018. Con cifras revisadas para 2017 y preliminares para 2018.....	499
Figura 125 Participación de los sectores productivos en el PIB nacional y del estado de Quintana Roo para el año 2018 (con información preliminar), para valores constantes. ....	500
Figura 126 Participación de las actividades productivas, por sector, en la generación del PIB nacional para el año 2018 (con información preliminar), en valores constantes.	501

## Capítulo I

Figura 127 Participación de las actividades productivas, por sector, en la generación del PIB en el estado de Quintana Roo para el año 2018 (con información preliminar), en valores constantes. ....	501
Figura 128 Variación de la tasa promedio de crecimiento anual del municipio de Benito Juárez durante el periodo de 2000 al 2013. ....	503
Figura 129 Participación de los diferentes rubros en el ingreso bruto del municipio de Benito Juárez durante el periodo de 2000 al 2013. ....	504
Figura 130 Grado promedio de escolaridad de la población nacional mayor a 15 años de acuerdo con la información intercensal presentada por el INEGI para el 2015. ....	506
Figura 131 Nivel de escolaridad alcanzada por la población estatal mayor a 15 años de acuerdo con la información intercensal presentada por el INEGI para el 2015. ....	508
Figura 132 Comparación de los indicadores tasa de mortalidad infantil (muertos por cada 1000 nacimientos vivos), esperanza de vida (años), para el 2016, y cáncer maligno (incidentes por cada 100,000 habitantes, para el 2012), en países miembros de la OECD y en adhesión. ....	510
Figura 133 Esperanza de vida al nacer en el estado de Quintana Roo y a nivel nacional de 1990 al 2018, con proyección del 2013. ....	511
Figura 134 Relación de habitantes con unidad de servicio médico y hospitales, por entidad estatal y federal, para el año 2014. ....	519
Figura 135 Relación de habitantes : cama hospitalaria, por entidad estatal y federal, para la atención médica de su población al 2014. ....	520
Figura 136 Diferenciación de las unidades de paisaje identificadas en el SAR definido para el desarrollo del proyecto. ....	528
Figura 137 Resumen esquemático de los indicadores de impactos identificados para el proyecto. ....	556
Figura 138 Sembrado del proyecto con respecto a cobertura vegetal. ....	567
Figura 139 Ubicación del desplante del proyecto y condición del uso de suelo y vegetación en el predio del proyecto. ....	568
Figura 140 Superficie total de los manchones de vegetación forestal a remover. ....	569
Figura 141 Ejemplo de impactos ambientales valorizados como compatibles y su medida ambiental a implementar para prevenirlos o mitigarlos. ....	644
Figura 142 Condición de la cobertura vegetal en el predio del proyecto. ....	685

## Capítulo I

Figura 143 Delimitación del polígono del sistema ambiental regional definido para el proyecto “NINE” ..	703
Figura 144 Imagen del predio sin proyecto. ....	709
Figura 145 Representación gráfica de la ubicación del predio del proyecto, marca roja, con respecto a la poligonal de la UGA 28 de la Modificación al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez. ....	735
Figura 146 Representación gráfica de la ubicación del predio del proyecto, marca roja, con respecto a la poligonal de la UGA 28 de la Modificación al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez. ....	736
Figura 147 Ubicación del predio del proyecto, elipse roja, con respecto a los usos de suelo definidos en el “ Programa Director de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos” ..	737
Figura 148 Delimitación del polígono del sistema ambiental regional definido para el ..	739
Figura 149 Mapas para los factores generados con la herramienta “Análisis de Erosión Hídrica” para estimar la erosión potencial en el SAR y predio del proyecto turístico.	742
Figura 150 Mapa de la pérdida de suelo hídrica potencial en el SAR y predio del proyecto ..	743

## Tablas

Tabla 1 División de la superficie del predio del proyecto en área de aprovechamiento y conservación. ....	40
Tabla 2 Parámetros y lineamientos en la superficie del predio 8.15 ha, de acuerdo con el uso de suelo de suelo asignado en el PDUCCPM.....	42
Tabla 3 Coordenadas UTM, datum horizontal WGS 1984 zona 16N del predio del.....	47
Tabla 4 Zonificaciones dentro del predio .....	50
Tabla 5 Afectación de vegetación por tipo de obra en el predio .....	51
Tabla 6 Coordenadas UTM, datum horizontal WGS 1984 zona 16N, de la ubicación de los pozos de absorción y rechazo de aguas propuestos a habilitar como parte de desarrollo del proyecto.....	53
Tabla 7 Componentes que se encuentran en el nivel 1 del proyecto “NINE”, así como la superficie que abarcan .....	55
Tabla 8 Resumen de las áreas que aparentemente consumen suelo. ....	58
Tabla 9 Resumen de las superficies totales del proyecto .....	58
Tabla 10 Áreas de ocupación y sin aprovechamiento de acuerdo con el diseño de las obras del proyecto.....	59
Tabla 11 Especificaciones establecidas en la actualización del PDDUPM para el uso de suelo TH1 en el cual se ubica el predio del proyecto. ....	61
Tabla 12 Componentes del proyecto NINE, por nivel y funcionalidad de las áreas, incluyendo las superficies de cada uno de ellos.....	68
Tabla 13 Distribución por nivel de los cuartos contemplados .....	80
Tabla 14 Requerimiento de mano de obra por etapa de desarrollo del proyecto .....	82
Tabla 15 Cronograma de actividades para el proyecto.....	86
Tabla 16 Características descriptivas de los biodigestores a instalar durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto. ....	109
Tabla 17 Estimación de la demanda de algunos materiales y equipos automotores durante la etapa de construcción del proyecto. ....	115
Tabla 18 Tipos de equipos automotores y materiales potenciales a requerirse para la construcción del proyecto. ....	115
Tabla 19 Demanda de volumen de agua potable estimado para la operación y mantenimiento del proyecto.....	120

## Capítulo I

Tabla 20 Obtención del agua potable proveniente del proceso de ósmosis inversa para el desarrollo del proyecto. ....	120
Tabla 21 Parámetros de diseño de la POI a instalar como parte de la operación del proyecto.....	123
Tabla 22 Volumen de agua residual a generar y su tratamiento durante la operación del proyecto.....	130
Tabla 23 Valores estimados de variables utilizadas para evaluar la calidad del agua tratada por medio de la PTAR a instalar y los lodos a generarse como parte de la operación del proyecto. ....	131
Tabla 24 Vinculación jurídico-ambiental considerando la naturaleza del proyecto y lo establecido en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. ....	165
Tabla 25 Vinculación jurídico-ambiental considerando la naturaleza del proyecto y lo establecido en la LGEEPA y el REIA .....	168
Tabla 26 Vinculación jurídico-ambiental considerando la naturaleza del proyecto y lo establecido en la LGDFS y su reglamento.....	176
Tabla 27 Vinculación jurídico-ambiental considerando la naturaleza del proyecto y lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y el Decreto de por el que se adiciona el artículo 60 TER. ....	190
Tabla 28 Vinculación jurídico-ambiental considerando la naturaleza del proyecto y lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento. ....	195
Tabla 29 Vinculación jurídico-ambiental considerando la naturaleza del proyecto y lo establecido en la Ley General de Cambio Climático. ....	203
Tabla 30 Vinculación jurídico-ambiental considerando la naturaleza del proyecto y lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento.....	208
Tabla 31 Vinculación jurídico-ambiental considerando la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental y la naturaleza del proyecto. ....	215
Tabla 32 Especificaciones aplicables a la UAB 62 del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. ....	220
Tabla 33 Vinculación del proyecto con los criterios de regulación ecológica, de aplicación general, aplicables a la UGA 28 de la de la Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.....	238

## Capítulo I

Tabla 34 Criterios ecológicos específicos de la UGA 28 de aplicación urbana de la Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.....	252
Tabla 35 Vinculación del proyecto con los criterios de regulación ecológica, de aplicación urbana, de la UGA 28 de la de la Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.....	253
Tabla 36 Normas generales asignadas a los usos de suelo Turístico Hotelero de Medio (TH1) del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos 2020-2021 .....	279
Tabla 37 Definición de parámetros definidos en la actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos aplicables al predio del proyect .....	280
Tabla 38 Definición de parámetros definidos en la actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos aplicables al predio del proyect .....	280
Tabla 39 Cumplimiento del planteamiento del proyecto de las restricciones generales establecidas en la actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos 2020-2030 .....	281
Tabla 40 Número, tipo y superficie de las Áreas Naturales Protegidas de carácter estatal en el estado de Quintana Roo.....	286
Tabla 41 Caída promedio de hojarasca en manglares según Twiller <i>et al.</i> (1986) .....	318
Tabla 42 Identificación de especies de fauna silvestres en el predio y en el sistema ambiental del predio del proyecto .....	321
Tabla 43 Normas oficiales mexicanas vigentes y aplicables durante el desarrollo del proyecto.....	347
Tabla 44 Coordenadas UTM, datum horizontal WGS 1984 zona 16N del predio del proyecto.....	362
Tabla 45 Estaciones meteorológicas seleccionadas para caracterizar el clima de la región aledaña al predio del proyecto turístico ubicado en la costa de Puerto Morelos, Q. Roo. ....	368
Tabla 46 Temperaturas máximas y mínimas promedio anuales, evaporación y días con lluvia al año en las estaciones meteorológicas seleccionadas para la caracterización ambiental del proyecto. ....	377

## Capítulo I

Tabla 47 Descripción de los tipos de precipitación correspondientes al SAR .....	379
Tabla 48 Clasificación de ciclones tropicales de acuerdo con la velocidad de sus vientos .....	381
Tabla 49 Fenómenos hidrometeorológicos de mayor impacto en el estado de Quintana Roo entre 1988 y 2020. ....	383
Tabla 50 Descripción de los tipos de suelo presentes en el SAR.....	399
Tabla 51 Ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia en las diferentes regiones del país.....	404
Tabla 52 Factor K de acuerdo el tipo de unidad de suelo y su textura .....	405
Tabla 53 Valores asignados para estimar el factor C en la ecuación RUSLE de para los usos de suelo y tipos de vegetación presentes en el SAR del proyecto. ....	407
Tabla 54 Clasificación de los rangos de erosión hídrica, aplicando la ecuación RUSLE, para la interpretación de los mapas.....	408
Tabla 55 Estimación de la Disponibilidad Media Anual para el acuífero Península de Yucatán.....	415
Tabla 56 Listado de especies de avifauna identificada y su abundancia e índice de Shannon-Weaver .....	422
Tabla 57 Valores estimados para caracterizar la avifauna en el SAR del proyecto. ..	423
Tabla 58 Listado de especies de reptiles identificada y su abundancia e índice de diversidad Shannon- Weaver. ....	424
Tabla 59 Resultado potencial aplicando el modelo obtenido del área muestreada con el método no paramétrico Chao2. ....	425
Tabla 60 Riqueza acumulada aplicando los parámetros obtenidos mediante el método no paramétrico de Chao2. ....	426
Tabla 61 Usos de suelo y vegetación identificados en la poligonal del SAR definido para el proyecto “NINE” .....	430
Tabla 62 Usos de suelo y vegetación identificados en la poligonal del área del proyecto “NINE” .....	447
Tabla 63 Criterios de definición de los estratos en la vegetación. ....	450
Tabla 64 Coordenadas UTM, datum horizontal WGS 1984 zona 16N de los iniciales y finales de las parcelas muestreadas para caracterizar la vegetación en el área del predio del proyecto “NINE” .....	450



## Capítulo I

Tabla 65	Coordenadas UTM, datum horizontal WGS 1984 zona 16N, de los puntos iniciales y finales de las parcelas muestreadas para caracterizar la vegetación dentro del SAR complementarios a los del predio del proyecto. ....	452
Tabla 66	Diversidad florística en la vegetación de manglar distribuida en el predio del proyecto “NINE” .....	458
Tabla 67	Abundancia relativa e índice de diversidad Shannon - Wiener obtenidos con el resultado del muestreo de flora efectuado en la vegetación de manglar distribuida en el área del proyecto .....	459
Tabla 68	Abundancia relativa e índice de diversidad Shannon - Wiener obtenidos con el resultado del muestreo de flora efectuado en el área de desplante de obras al interior del predio.....	463
Tabla 69	Abundancia relativa e índice de diversidad Shannon - Wiener obtenidos con el resultado del muestreo de flora efectuado en el sistema ambiental regional del proyecto “NINE”.....	470
Tabla 70	Municipios que conforman el estado de Quintana Roo a la fecha.....	477
Tabla 71	Número de habitantes a nivel nacional, estatal y municipal de 1970 a 2015 de acuerdo con los censos y conteos poblacionales realizados por el INEGI.....	482
Tabla 72	Veinte principales causas de enfermedades en el 2018, y número de casos, a nivel nacional y en el estado de Quintana Roo. ....	512
Tabla 73	Población con afiliación (%) a los servicios de salud a nivel nacional y del estado de Quintana y sus municipios al 2015§. ....	517
Tabla 74	Rezago social en las entidades estatales y el municipio de Benito Juárez entre el 2000 y el 2015, por quinquenio, de acuerdo con lo estimado por el CONEVAL.....	522
Tabla 75	Dimensión de las unidades de paisaje diferenciadas dentro de la poligonal del SAR definida para el proyecto.....	529
Tabla 76	Etapas del proceso y métodos empleados para la identificación y evaluación de los impactos ambientales potenciales a generarse por el desarrollo del proyecto. ....	549
Tabla 77	Actividades y elementos, por etapa de desarrollo del proyecto, potenciales generadores de impactos ambientales durante el desarrollo del proyecto.....	559
Tabla 78	Factores y subfactores ambientales, por medio socioambiental, potenciales aimpactar por el desarrollo del proyecto “NINE”. ....	560
Tabla 79	Afectación ocasionada a los subfactores ambientales por llevar a cabo las obras y actividades del proyecto. ....	561

## Capítulo I

Tabla 80 Matriz de interacciones entre actividades a ejecutar por el desarrollo del proyecto y los factores ambientales potencialmente a impactarse, por tipo de impacto (A, adverso y, B, benéfico). .....	572
Tabla 81 Interacciones identificadas, adversas y benéficas, por factor ambiental y socioeconómico, y las etapas de desarrollo del proyecto. ....	574
Tabla 82 Valores asignados por criterios considerados para la determinación del valor del impacto. ....	576
Tabla 83 Matriz tipo Leopold (causa – efecto) con la valorización de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto “NINE” .....	577
Tabla 84 Concentrado de impactos ambientales potenciales identificados a generarse por efecto del desarrollo del proyecto “NINE” .....	579
Tabla 85 Criterios utilizados para describir el carácter y comportamiento de los impactos ambientales .....	580
Tabla 86 Descripción de las relaciones adversas moderadas y severas (aquellos con valoración $\geq 10$ ), obtenidas del análisis semicuantitativo realizado.....	583
Tabla 87 Listado de impactos ambientales residuales potenciales a presentarse por el desarrollo del proyecto “NINE” .....	602
Tabla 88 Listado de impactos ambientales acumulativos potenciales a presentarse por el desarrollo del proyecto “NINE” .....	610
Tabla 89 Medidas ambientales propuestas para impactos ambientales moderados y severos identificados durante la etapa de identificación y evaluación de impactos, por etapa de desarrollo del proyecto, incluyendo las medidas para impactos acumulativos. ....	624
Tabla 90 Medidas ambientales propuestas para impactos ambientales compatibles identificados durante la etapa de identificación y evaluación de impactos, por etapa de desarrollo del proyecto .....	635
Tabla 91 Indicadores de seguimiento y eficiencia de la medida de compensación propuesta para el desarrollo del proyecto.....	650
Tabla 92 Listado de impactos ambientales potenciales a generarse por el desarrollo del proyecto y las medidas ambientales a implementar.....	652
Tabla 93 Subprogramas que constituyen el Programa de Vigilancia Ambiental a implementar como parte del proyecto. ....	664

## Capítulo I

Tabla 94 Escala para la evaluación del nivel de cumplimiento o eficiencia de las medidas ambientales .....	677
Tabla 95 División de la superficie del predio del proyecto en área de aprovechamiento y conservación .....	684
Tabla 96 Costos de la implementación de las actividades de reforestación dentro de las actividades de restauración.....	691
Tabla 97 Costos promedio de los conceptos para la construcción de 167 m de cortina rompevientos .....	693
Tabla 98 Costos promedio de la instalación de la para la construcción de la cortina rompevientos en el área de cambio de uso de suelo.....	694
Tabla 99 Montos económicos por la realización de las actividades de mantenimiento del área de restauración.....	695
Tabla 100 Montos económicos total por la ejecución las actividades de restauración ambiental en el área de cambio de uso de suelo .....	696
Tabla 101 División de la superficie del predio del proyecto en área de aprovechamiento y conservación .....	704
Tabla 102 Valores máximos para las variables definidas para el uso de suelo TH1 según los parámetros definidos en el PDUCCPPM en las 8.15 ha del predio .....	704
Tabla 103 Conformación de las áreas de ocupación del predio para el desplante del proyecto.....	705
Tabla 104 Conformación de las unidades del paisaje del área del sistema ambiental SIN el desarrollo del proyecto.....	705
Tabla 105 Conformación de las unidades del paisaje del área del sistema ambiental CON el desarrollo del proyecto.....	706
Tabla 106 Conformación de las unidades del paisaje del área del sistema ambiental SIN el desarrollo del proyecto.....	707
Tabla 107 Escenarios esperados por la construcción de las obras y realización de las actividades que implican el desarrollo del proyecto .....	711
Tabla 108 Escenario esperado con la implementación de las medidas ambientales propuestas para impactos ambientales moderados y severos identificados durante la etapa de identificación y evaluación de impactos, por etapa de desarrollo del proyecto .....	716
Tabla 109 Criterios de definición de los estratos en la vegetación.....	747

## Capítulo I

Tabla 110 Etapas del proceso y métodos empleados para la identificación y evaluación de los impactos ambientales potenciales a generarse por el desarrollo del proyecto. 750	
Tabla 111 Valores asignados por criterios considerados para la determinación del valor del impacto. ....	753

***NINE***

**MANIFESTACIÓN DE  
IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD REGIONAL**

**CAPÍTULO**

**I**

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

PROMOVENTE:

**Banco Ve Por Mas, S.A., Fideicomiso 321**

## I. Capítulo I

### Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental

#### I.1. Datos Generales del proyecto

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

NINE

##### I.1.2. Ubicación del proyecto

El predio se encuentra ubicado en la Unidad Cuarenta, Lote número 1-01, Manzana 20, de boulevard El Cid, en calle sin nombre de la Supermanzana 03, en Puerto Morelos, Quintana Roo.

Regionalmente el predio del proyecto se ubica al noreste del estado de Quintana Roo, este del municipio de Puerto Morelos, siendo este el municipio de más reciente creación en el Estado, colindando con el mar Caribe, a aproximadamente 35 km al sur de la ciudad de Cancún y 32 de la ciudad de Playa del Carmen; sobre la franja denominada como Riviera Maya. Localmente se encuentra entre los recintos portuarios “Muelle de transbordador” y la escollera “Punta Tampa” Figura 1 Ubicación geográfica regional del predio del proyecto.

Al este del predio se encuentra la carretera 357 “Cancún – Tulum, a aproximadamente 1,900 m de distancia en línea recta entre los puntos más cercanos, ubicándose a la altura del km 320 donde se encuentra el jardín botánico de ECOSUR “Dr. Alfredo Barrera Marín” y la carretera que lleva a Leona Vicario. El área existente entre el predio del proyecto y la carretera federal resalta por ser parte del humedal de Puerto Morelos. Por este mismo lado, el predio colinda con la avenida Boulevard El Cid, la cual comunica con la localidad de Puerto Morelos, estando la entrada al predio del proyecto a 850 m de la calle Cozumel del centro de población y 1,450 m de la calle José Ma. Morelos que conecta la colonia centro de Puerto Morelos con la carretera federal 357 y la colonia Joaquín Zetina Gasca.

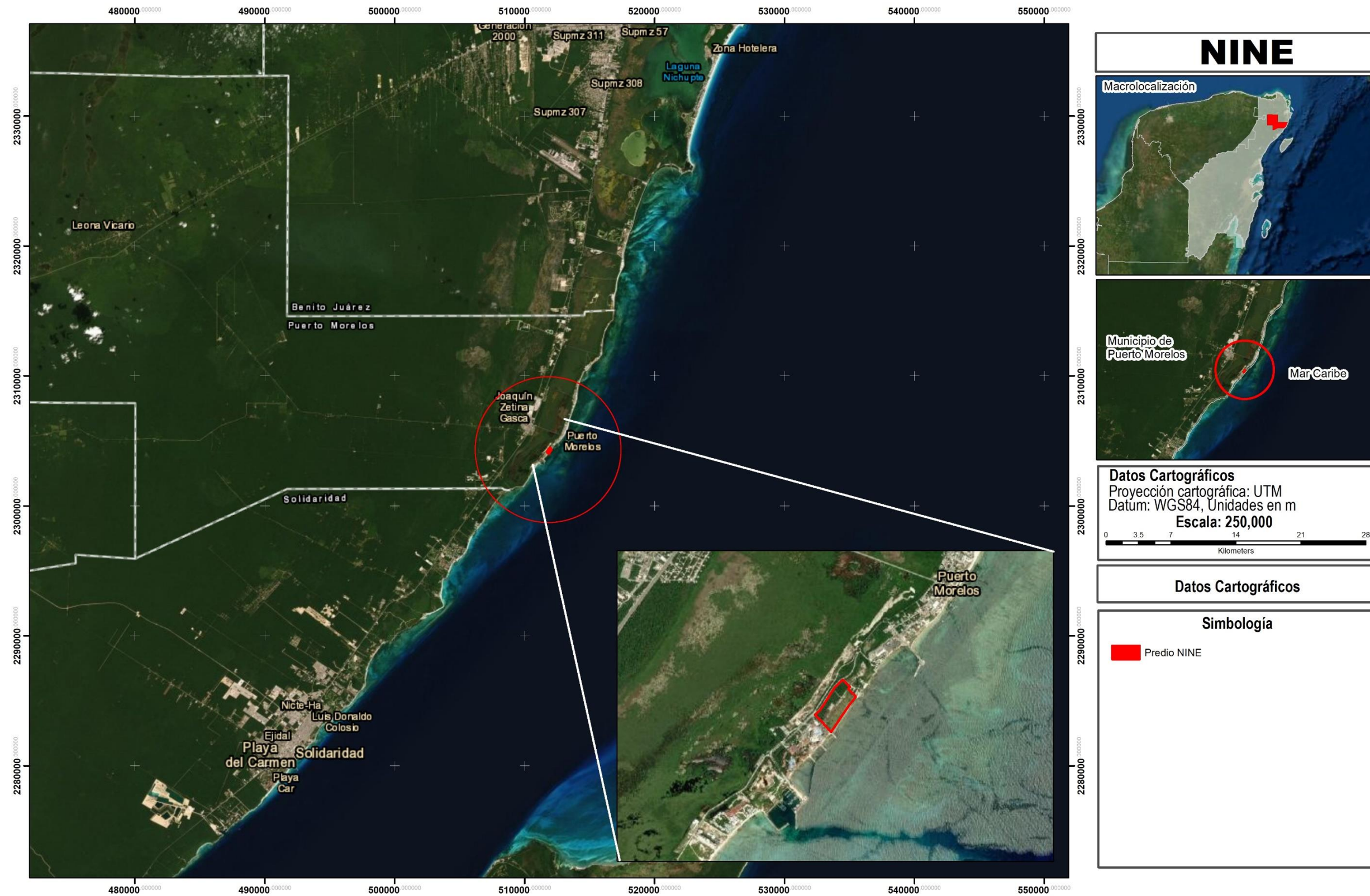


Figura 1 Ubicación geográfica regional del predio del proyecto.





I.3.3. Dirección del responsable técnico del documento



I.4. Presentación y antecedentes de la gestión del predio del proyecto

Este proyecto que se presenta a consideración de esa Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, se localiza en el municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo, en un predio que consta de 81,461.85 m<sup>2</sup> (8.15 ha) de superficie total.

El sitio del proyecto se encuentra inmerso en la zona urbana definida y reconocida por los instrumentos de gestión ambiental y administración del territorio por su localización geográfica. En este contexto, el predio cuenta con posibilidades de acceso a los servicios urbanos y de comunicación brindados por las diferentes instancias gubernamentales y privadas encargadas de brindarlos.

El escenario ambiental que implica el predio en el que se plantean las obras y actividades de este proyecto, es del conocimiento de la autoridad, como se muestra en trazabilidad administrativa en materia ambiental que se presenta en este apartado.

El predio del proyecto es el resultado de la fusión de 7 lotes, cuatro ubicados al oeste (3, 5, 7 y 9), mismos que se encuentran dentro de la poligonal del proyecto el “Cid de Cancún” y, los tres restantes (31, 32 y 33) se ubican al este, siendo éstos parte del que en su momento se denominó proyecto Caribbean Reef Village, conforme se describe a continuación:

- I. Que el 15 de septiembre de 1999, la entonces Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental de la SEMARNAP autorizó, mediante oficio D.O.O.DGOEIA.-005955, la manifestación de impacto ambiental, modalidad particular, del plan maestro “El Cid de Cancún”, promovido por la empresa Caribe Paradise, S.A. de C.V.

## Capítulo I

- II. El Plan Maestro autorizado destina el 73.61% del total de la superficie del proyecto a conservación para mantener los servicios ecológicos que proveen los ecosistemas presentes en el mismo, que incluyen 179.61 ha de la cuenca intermitente del humedal y considera un total de 74.7072 ha (26.39%) para aprovechamiento turístico; asimismo, se autorizaron las afectaciones máximas permisibles para cada lote y ecosistema en la zona de aprovechamiento turístico del plan maestro “El Cid de Cancún”, que en específico, para los lotes de interés en el presente proyecto, incluye los lotes 3, 5, 7 y 9.
- III. Mediante oficio número S.G.P.A./DGIRA.DEI.0213.06, de fecha 07 de febrero de 2006, la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) modificó el oficio resolutivo D.O.O.DGOEIA.-005955, en el que se estableció la superficie de afectación por lote de acuerdo con el COS de 0.45 autorizado por el Municipio.
- IV. La superficie total de modificación de 1.742 ha existente sobre el relicto de humedal costero con vegetación de manglar que se distribuye en los lotes 3, 5, 7 y 9 de los predios de interés y que actualmente corresponden a un camino de acceso y una plataforma de relleno de sascab, derivan de las acciones realizadas por la propietaria inicial de dichos lotes, la sociedad denominada Caribe Paradise, S.A. de C.V., la cual realizó dichas obras y actividades al amparo de la autorización contenida en los citados oficio D.O.O.DGOEIA.- 005955, de fecha 15 de septiembre de 1999, y S.G.P.A./DGIRA.DEI.0213.06, de fecha 07 de febrero de 2006.
- V. En los oficios arriba mencionados se autorizaron las afectaciones máximas permisibles para cada lote y ecosistema en la zona de aprovechamiento turístico, que en específico incluyen a los lotes 3, 5, 7 y 9, siendo éstos los predios de interés. Cabe precisar que, conforme a la documentación disponible, los lotes 31, 32 y 33 no forman parte integral del plan maestro “El Cid de Cancún”, autorizado en materia de impacto ambiental. Sin embargo, de acuerdo con lo indicado en la Constancia de Compatibilidad Urbanística Estatal actual, éstos forman parte del Régimen de Propiedad en Condominio del Plan Maestro El Cid.

## Capítulo I

- VI. Que el 11 de febrero de 2008, mediante oficio S.G.P.A./DGIRA/DG/0082/08, se autorizó en materia del impacto ambiental, a la empresa Desarrollos Turísticos Morelos, S.A. de C.V., el proyecto “Caribbean Reef Village”, en un conjunto predial con 56,278.49 m<sup>2</sup> de superficie, abarcando el proyecto una superficie de 25,306.86 m<sup>2</sup> conformada por los lotes 31, 32 y 33; así como otros tres lotes que flanquean a los primeros hacia el norte y sur. Para el desarrollo del proyecto se otorgaron a la promovente cuatro años para la construcción, mismos que fenecieron en el año 2012.
- VII. Que el 12 de noviembre de 2008, mediante oficio 03/ARRN/1222/08, se autorizó a la empresa Desarrollos Turísticos Morelos, S.A. de C.V., el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en una superficie de 2.53 ha de un total de 6.420 ha. De acuerdo con lo establecido en el numeral XXVII del oficio resolutivo, la vigencia establecida fue de 2 años.
- VIII. Que el 19 de noviembre de 2009, se dio aviso del inicio de obras y actividades del proyecto Caribbean Reef Village; autorizadas mediante el oficio S.G.P.A./DGIRA/DG/0082/08, de fecha 11 de febrero de 2008.
- IX. Que el 23 de noviembre de 2009, se dio el aviso de inicio del cambio de uso de suelo en terrenos forestales de 2.53 ha, superficie autorizada para el desarrollo del proyecto Caribbean Reef Village, mediante oficio 03/ARRN/1222/08 del 12 de noviembre de 2008.
- X. Que el 18 de septiembre de 2014, personal de la Delegación Federal de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) en el Estado de Quintana Roo realizó una inspección en materia de impacto ambiental en los lotes 3, 5, 7 y 9. Como resultado de dicho acto, la Delegación Federal de la PROFEPA en el Estado de Quintana Roo emitió el Acuerdo número 0558/2014, de fecha 19 de diciembre de 2014, a través del cual ordenó la conclusión y cierre de actuaciones del procedimiento administrativo, en materia de impacto ambiental, No. PFPA/29.3/2C.27.5/0079-14. Lo anterior fue por no encontrar infracciones debido a que las modificaciones a los ecosistemas presentes en los lotes del predio 3, 5, 7 y 9, fueron realizadas por la propietaria inicial Caribe

## Capítulo I

Paradise, S.A. de C.V., de manera lícita al amparo de la autorización condicionada en materia de impacto ambiental No. D.O.O.DGOEIA.-005955 del 15 de septiembre de 1999. Adicionalmente, se concluyó que las modificaciones existentes en los lotes 31, 32 y 33 fueron realizados en el 2009 al amparo de la autorización No. S.G.P.A./DGIRA/DG/0082/08, de fecha 11 de febrero de 2008.

- XI. Que el 20 de octubre de 2014, personal de la Delegación Federal de la PROFEPA en el Estado de Quintana Roo realizó una inspección en materia de impacto ambiental a las obras existentes en los lotes 31, 32 y 33. Como resultado de dicho acto administrativo, se emitió el Acuerdo No, 0561/2014, de fecha 15 de diciembre de 2014, mediante el cual se ordenó la conclusión y cierre de actuaciones del Procedimiento administrativo No. PFPA/29.3/2C.27.5/0084-14. Lo anterior, en virtud de que del acta de inspección de referencia no se desprendió irregularidad alguna que pudiera ser sancionada; si bien se circunstanció que la superficie de afectación por obras y actividades inspeccionadas es de 7,254.50 m<sup>2</sup>, la cual se encuentra compactada con material pétreo y con vegetación secundaria oportunista e invasora, también lo es que se exhibió el oficio S.G.P.A./DGIRA/DG/0082/08, a través del cual la SEMARNAT autorizó en materia de impacto ambiental el desarrollo del proyecto Caribbean Reef Villages, así como el escrito relativo al aviso de inicio de obras y actividades con fecha de recepción por parte de la PROFEPA el día 19 de noviembre de 2009. Con ello se evidenció que, al momento de iniciar las actividades se contaba con la autorización vigente para ello y, además, no se circunstanciaron afectaciones recientes, puesto que al momento de la visita de inspección no se constataron trabajos o actividades constructivas reciente que implicaran la remoción de cobertura vegetal, quedando indicado de la siguiente manera: “advirtiendo que si bien hubo afectación, se derivó en primer lugar al amparo de una autorización ambiental otorgada por la autoridad federal normativa competente, ya que demostró fehacientemente contar con el oficio antes aludido y, en segundo término, la afectación que existió fue tendiente a desarrollar el multicitado proyecto, es decir, para las etapas de preparación del sitio, sin embargo, no se continuó con las obras de construcción ya que el capital no fue suficiente, tal y como lo señaló el inspeccionado al momento de la visita de inspección. Aunado a

## Capítulo I

lo anterior, el inspector actuante plasmó que por las características físicas observadas se advierten que no son de reciente afectación, pues la superficie que se encuentra compactada con material pétreo se observó con vegetación secundaria oportunista e invasora”.

- XII. Que el 10 de octubre de 2014, personal de la Delegación Federal de la PROFEPA en el Estado de Quintana Roo realizó una inspección en materia forestal de los trabajos y actividades en los lotes 3, 5,7, 9, 31, 32 y 33. Como resultado de dicho acto administrativo, se emitió el Acuerdo No, 0557/2014, de fecha 19 de diciembre de 2014, mediante el cual se ordenó la conclusión y cierre de actuaciones del Procedimiento administrativo No. PFPA/29.3/2C.27.5/0135-14. Lo anterior, en virtud de que del acta de inspección de referencia no se desprendió irregularidad alguna que pudiera ser sancionada; si bien se circunstanció que 17,392.48 m<sup>2</sup> dentro de los lotes aludidos, se observó remoción de la cobertura vegetal no de reciente afectación toda vez que se encuentra compactada con material pétreo y con vegetación secundaria oportunista e invasora, también lo es que se argumentó que se trata de un sitio previamente inspeccionado por esa autoridad y cuenta con la secuela procedimental del proyecto el Cid de Cancún que cuenta con resolutive D.O.O.DGOEUA.005955 de fecha 15 de septiembre de 1999, en el que se instauró que las obras fueron iniciadas en el 2001 y de las que son de conocimiento de esa autoridad y la que argumento que no es dable la aplicación de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable del año 2003, por lo que no podría configurarse infracción alguna por otro se desprende el escrito relativo al aviso de inicio de obras y actividades con fecha de recepción por parte de la PROFEPA el día 23 de noviembre de 2009 derivado del oficio 03/ARRN/1222/08, a través del cual la SEMARNAT autorizó en materia forestal el desarrollo del proyecto Caribbean Reef Villages. En virtud de lo anterior, la autoridad al no encontrar afecciones en razón de que las modificaciones se realizaron de manera lícita y al guardar conexidad e identidad de hechos y omisiones con el diverso procedimiento instaurado por la PROFEPA, cerro el expediente administrativo.
- XIII. Que mediante escritura pública número 18967, volumen CXLII TOMO C, de fecha 19 de octubre de 2017, que contiene la modificación del régimen de

## Capítulo I

propiedad inmueble en condominio denominado EL CID DE CANCÚN, que formalizan las sociedades denominadas Caribe Paradise, S.A de C.V. y Desarrollos Turísticos Morelos S.A de C.V., asentando la unidad 40 dentro del régimen en condominio, tal y como se describe a continuación:

Unidad Cuarenta, Lote número 1-01, Manzana 20, ubicado en boulevard El Cid, con calle sin nombre de la Supermanzana 03, de Puerto Morelos, Quintana Roo, con la siguiente descripción de medidas y colindancias; al norte, en 91.19 m con calle sin nombre y en 124.16 m con lotes particulares; al sur, en 100.0 m con unidad privativa 34 hotelero y en 119.05 m con unidad privativa once hoteleros; al este en 397.41 m con zona federal marítimo terrestres; al oeste, en 417.41 m lineales con Boulevard El Cid. Área privativa ochenta y un mil cuatrocientos sesenta y uno punto ocho mil quinientos treinta y dos metros cuadrados; área común siete mil trescientos treinta y tres puntos cuatro mil novecientos veintinueve metros cuadrados Área total ochenta ocho mil setecientos noventa y cinco puntos tres mil cuatrocientos sesenta y un metros cuadrados; a dicho inmueble le corresponde un porcentaje de indiviso de 0.079701017%.

- XIV. Que el 7 de noviembre de 2017, mediante acta número 81462, otorgan ante el Lic. Roberto Núñez y Bandera, titular de la notaría 01 de la Ciudad de México, se protocolizó el documento privado de fecha 31 de octubre de 2017, que contiene el contrato de Fideicomiso identificado con el número 321 y para efectos fiscales como Banco Ve Por Mas, S.A., Fideicomiso 321, en el que Banco Ve Por Mas, S.A., Institución de Banca Múltiple, Grupo Financiero Ve Por Mas, actúo como Fiduciario.
- XV. Que el 01 de octubre de 2018, mediante instrumento 84831, ante el Lic. Roberto Núñez y Bandera, titular de la notaría número Uno de la Ciudad de México, hizo constar el poder que otorga , en favor de los Señores J
- XVI. Que el 4 de septiembre de 2018, mediante instrumento 60573, se hizo constar ante el Lic. Héctor Manuel Cárdenas Villarreal, titular de la notaría número 201 del Distrito Federal, actualmente ciudad de México; El contrato de Compraventa con Reserva de Dominio que celebran, por una parte, como vendedora D,

## Capítulo I

referente al inmueble Unidad Cuarenta, Lote número 1-01, Manzana 20, Supermanzana 03, ubicado en avenida Boulevard El Cid con calle sin nombre, Puerto Morelos, Quintana Roo, con las siguientes medidas y colindancias. Área privativa: ochenta y un mil cuatrocientos sesenta y uno punto ocho mil quinientos treinta y dos metros cuadrados; área común siete mil trescientos treinta y tres punto cuatro mil novecientos veintinueve metros cuadrados Área total ochenta ocho mil setecientos noventa y cinco punto tres mil cuatrocientos sesenta y un metros cuadrados; Medidas y colindancias al norte, en 91.19 m con calle sin nombre y en 124.16 m con lotes particulares; al sur, en 100.0 m con unidad privativa 34 hotelero y en 119.05 m con unidad privativa once hotelero; al este en 397.41 m con zona federal marítimo terrestres; al oeste, en 417.41 m con Boulevard El Cid.

En virtud de lo antes expuesto, la promovente solicita, a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de esta manifestación de impacto ambiental, modalidad regional, la evaluación y la emisión del oficio resolutivo en materia de impacto ambiental correspondiente a la preparación, construcción y operación del desarrollo turístico hotelero; proyecto denominado “NINE”. A desarrollarse en el predio que se ubica en la Unidad Cuarenta, Lote número 1-01, Manzana 20, Boulevard El Cid, calle sin nombre, de la Supermanzana 03, de Puerto Morelos, Quintana Roo. En un Área privativa que cuenta con una superficie de 81,461.85 m<sup>2</sup> (8.15 ha), y en concordancia con el uso de suelo determinado por la actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos y lo establecido en los criterios generales y específicos aplicables del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, que a éste corresponde.

**NINE**

**MANIFESTACIÓN DE  
IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD REGIONAL**

**CAPÍTULO  
II**

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

PROMOVENTE:  
**Banco Ve Por Mas, S.A., Fideicomiso 321**



## FUNDAMENTO JURÍDICO

La integración de este capítulo tiene como objetivo el dar cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 13, fracción II, del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el cual establece que las manifestaciones de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberán contener la siguiente información:

*II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;*

De conformidad con lo anterior, en este apartado se establece de manera puntual y detallada la ubicación física del proyecto, sus colindancias o referencias, las características particulares del proyecto, las dimensiones, y cada uno de los elementos que lo integran, de igual forma se presenta información cartográfica que destaca las condiciones fisiográficas y la expresión gráfica espacial del proyecto respecto de los principales atributos del ambiente.

Asimismo, se presenta información del uso actual del suelo y las superficies de afectación por uso y por concepto, de igual forma se describe de manera concreta y objetiva las principales actividades que integran las diferentes etapas del proyecto: Preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento

## II. Capítulo II

### Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo

#### II.1. Información general del proyecto

##### II.1.1. Naturaleza del proyecto

El (la promovente) somete a evaluación de esa SEMARNAT la presente manifestación de impacto ambiental, modalidad regional, (MIA-R) correspondiente al desarrollo del proyecto “NINE”, en el predio localizado en la Unidad Cuarenta, Lote número 1-01, Manzana 20, ubicado en avenida Boulevard El Cid con calle sin nombre de la Supermanzana 03, municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo, sobre una superficie de terreno 81,461.85 m<sup>2</sup> (8.15 ha).

El proyecto pretende desarrollar la construcción y operación de un hotel todo incluido con 407 habitaciones, distribuidas en un conjunto modular de 4 niveles cada uno, el hotel contará con áreas techadas y no techadas. Las áreas techas (impermeables) estarán conformadas por el área de habitaciones, áreas comunes, de servicios y administrativas (para el personal). Y, por otro lado, las no techadas que se constituyen por áreas exteriores y áreas permeables, aquí incluidas el área de jardines, además de las áreas de conservación.

Los edificios fueron resueltos en diseño constructivo que implica una losa elevada sobre pilas que sobresalen 3.2 m, ocupando una superficie de aprovechamiento de 4.41 ha y una superficie de conservación de 3.73 ha (Tabla 1 División de la superficie del predio del proyecto en área de aprovechamiento y conservación.).

Tabla 1 División de la superficie del predio del proyecto en área de aprovechamiento y conservación.

<b>Concepto</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Proporción (%)</b>
<b>Aprovechamiento proyecto</b>	44,149.18	54.2
<b>Vegetación nativa por conservar (sin intervención)</b>	37,312.67	45.8
<b>Total</b>	81,461.85	100

## Capítulo II

El predio en el que se pretende el proyecto cuenta con características de intervención<sup>1</sup> correspondiente a caminos: uno que cruza longitudinalmente en dirección suroeste-noreste y, dos caminos de acceso más que cruzan de oeste a este del predio. Sobre estos dos últimos existen hincado de postes y un tendido eléctrico, mismo que fue realizado por la Comisión Federal de Electricidad. En este mismo sentido, cuenta con áreas compactadas y con desarrollo de pasto cortadera, pioneras o vegetación rastrera y matorral costero ubicadas en la parte media del terreno hacia el este del terreno; también se encuentran parches de relicto de humedal que se distribuye al oeste en un 40.16% de la superficie total del predio.

Conforme a lo anterior, el proyecto hotelero que aquí se presenta solo pretende ocupar las áreas que cuentan con intervención previa, así como las áreas donde se desarrolla vegetación herbácea, con una superficie de 4.41 ha, dejando bajo conservación el relicto de mangle existente y playa con vegetación herbácea de matorral costero dentro del predio, las cuales se consideran como áreas para conservación y que suman una superficie de 3.73 Ha.

Desde el marco legal aplicable, el proyecto que se pretende se diseñó bajo lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos 2020-2030 (PDUCCPM) del 05 de marzo de 2020, y bajo los límites y condiciones que permite la Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (MPOELBJ), publicado el 27 de febrero del 2014. Se consideró el alcance del artículo 60 ter y la adición del segundo párrafo al artículo 99 de la Ley General de Vida Silvestre (LGVS), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 01 de febrero de 2007, así como lo establecido en la NOM- 059-SEMARNAT-2010 y la NOM-022-SEMARNAT-2003, de fecha 10 de abril 2003, y la adición de la especificación 4.43.

Conforme al PDUCCPM, en particular al terreno de 8.15 ha le aplica el uso de suelo clave “Turístico hotelero Medio” (TH1) con una superficie aplicable de 8.15 ha; densidad de 50 cuartos por hectárea, Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS) del 50%; el

---

<sup>1</sup> Contó con actos de autoridad que permitieron las intervenciones previas señaladas en antecedentes administrativos.

## Capítulo II

Coefficiente de Utilización del Suelo (CUS) es de 1.2, y una altura máxima de 4 niveles (14 m).

Por su parte, la MPOELBJ le asigna al área en la que se encuentra el predio el uso de suelo correspondiente a la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 28, la cual permite el uso de aprovechamiento sustentable que debe de sujetarse y condicionarse a lo indicado, precisamente, por los instrumentos normativos de carácter urbano establecidos en la actualización del PDUCPPM, y a los que podrá acogerse, en lo referente a densidades, alturas y carga constructiva entre otros lineamientos y parámetros netamente urbanísticos.

El proyecto que se pretende cumple con los parámetros y lineamientos totales conforme a la actualización del PDUCPPM, considerando la ocupación en la UGA 28 (Tabla 2 Parámetros y lineamientos en la superficie del predio 8.15 ha, de acuerdo con el uso de suelo de suelo asignado en el PDUCPPM).

Tabla 2 Parámetros y lineamientos en la superficie del predio 8.15 ha, de acuerdo con el uso de suelo de suelo asignado en el PDUCPPM<sup>2</sup>

<b>Parámetros y lineamientos</b>	<b>PDUCPPM</b>	<b>Aplicable al predio</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Cumple</b>
<b>Densidad</b>	$\frac{50 \text{ ctos}}{\text{ha}}$	$\frac{407.5 \text{ ctos}}{\text{ha}}$	407 cuartos	Sí
<b>Coefficiente de ocupación del suelo (COS)</b>	50%	4.605 ha	1.93 ha (23.69%)	Sí
<b>Coefficiente de utilización del suelo (CUS)</b>	1.2	9.78 ha	5.1 ha -0.63	Sí
<b>Altura (m)</b>	$\frac{4 \text{ Niv}}{14 \text{ m}}$	$\frac{4 \text{ Niv}}{14 \text{ m}}$	$\frac{4 \text{ Niv}}{14 \text{ m}}$	Sí

---

<sup>2</sup> Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 05 de marzo de 2020.

## Capítulo II

De acuerdo con lo anterior, el proyecto se ajusta a los parámetros y lineamientos indicados por la actualización del PDUCPPM, a los criterios ambientales establecidos en la MPOELBJ con respecto a la UGA 28, dejando bajo protección el 100% del manglar<sup>3</sup> y área de playa; por lo que se mantiene sin ocupación el 45.80% del total del predio.

La intervención que se propone considera aquellas que en materia ambiental le aplica por remoción de vegetación, así como las actividades relativas a la construcción y operación de un proyecto turístico; bajo el alcance jurídico y administrativo, por lo que, para este análisis se valora el impacto ambiental determinado para las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento.

De manera particular, el proyecto propuesto se ajusta a los usos de suelo aplicables, a la densidad, COS, CUS, altura, todos ellos definidos por la actualización del PDUCPPM.

La UGA 28 de la MPOELBJ permite el uso predominantemente turístico que debe de sujetarse y condicionarse a lo indicado, precisamente, por los instrumentos normativos de carácter urbano establecidos en la actualización del PDUCPPM, y a los que se sujeta esta MIA-R.

De acuerdo con lo anterior, el proyecto NINE que se pretende se ajusta a los criterios ambientales aplicables a la UGA 28 de las que destacan los criterios ecológicos de carácter ambiental. El proyecto asume áreas de conservación del manglar existente, así como la propuesta de áreas permeables.

Las obras y actividades relacionadas con este proyecto se encuadran en los supuestos del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), fracciones I, IX y X; así como a lo indicado por el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), artículo 5, incisos A) fracciones VI y XII, Q), y R) fracciones I y II.

---

<sup>3</sup> En cumplimiento con el Art 60 TER de la LGVS y de la NOM-022-SEMARNAT-2003 y su especificación 4.43.

## Capítulo II

El proyecto solicitado mediante esta MIA-R implica la preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento de un hotel todo incluido, integrado por planta baja o primer nivel, por el lobby recepción, acceso, estacionamientos, restaurantes, módulos de habitaciones, spa, y servicios que incluyen, entre otros, una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) y una planta de ósmosis inversa (POI) para la potabilización del agua de servicios. Los exteriores consideran albercas, terrazas, andadores, áreas de circulación, estacionamientos y jardines donde se privilegiará la introducción de especies nativas características del matorral costero. Todo lo anterior en una superficie de 4.41 ha, lo cual está dentro de la superficie aprovechable para el área donde se ubica el predio, y dado que el Criterio CG05 aplicable a la UGA21 del POELBJ indica acatar el Art. 132 de la LEEPAQROO, en este escenario el proyecto contará con 60.8% áreas de conservación y jardinadas como permeables preferentemente verdes. En cuanto a las áreas de alojamiento, este proyecto implica 407 cuartos distribuidos en módulos de 4 niveles (14 m de altura).

### II.1.2. Justificación

El planteamiento del proyecto cumple con la política de uso de suelo indicada por el MPOELBJ y los usos de suelo establecidos por el PDUCCPPM para zona donde se ubica el predio y, a través de este documento se presenta la forma como el desarrollo del proyecto cumple con el marco jurídico ambiental aplicable para su desarrollo.

El sitio donde se pretende el desarrollo del proyecto en los términos planteados, además de contar la factibilidad que le otorgan el MPOELBJ y el PDUCCPPM, se encuentra inmerso entre ecosistemas que le dan un valor paisajístico especial para los amantes de la naturaleza. Por un lado, se tiene la vista especial que le da la belleza del mar caribe, con sus playas y mar de agua de intensas gamas azul, templada y calmo, y, por el otro lado, se tiene una cobertura vegetal dada por el manglar que se encuentra formando parte de los humedales de Puerto Morelos. Estos ambientes contrastantes privilegian al proyecto al integrarse con paisajes en un entorno natural, los que combinados con servicios e instalaciones exclusivas brindarán una alternativa real para la población que anda en búsqueda de lugares apropiados para relajación y descanso.

## Capítulo II

Para la realización del proyecto, no se consideraron otras alternativas ya que el predio ofrece las posibilidades que se requieren para la preparación, construcción y operación del proyecto y cumple con los objetivos trazados para su ejecución. Y, las alternativas consideradas estuvieron en función de la ubicación y desplante de las obras dentro del predio, siendo la sometida a evaluación la de menor impacto ambiental, conservación de áreas relevantes ambientalmente y de cumplimiento a los ordenamientos ecológicos y de desarrollo urbano vigentes y aplicables.

### II.1.2.1.Objetivo del proyecto

Colaborar en el desarrollo y consolidación del municipio de Puerto Morelos como centro turístico, poniendo a disposición de la población una nueva opción para brindar servicios recreativos de calidad, eficientes y con la comodidad del más alto nivel; todo en un ambiente de respeto por el medio ambiente, la sociedad civil y las políticas de desarrollo aplicables.

### II.1.2.2.Selección del sitio

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

- 1) La promovente cuenta con un título de propiedad privada para un terreno costero del predio del proyecto con una superficie de 81,461.85 m<sup>2</sup>, marcado como Unidad Cuarenta, Lote número 1-01, Manzana 20, ubicado en el boulevard El Cid, con calle sin nombre de la Supermanzana 03, de Puerto Morelos, Quintana Roo.
- 2) Se trata de un sitio fragmentado en todas sus partes por el desarrollo colindante; el predio cuenta con áreas previamente impactadas tanto como por eventos naturales como por acciones antropogénicas, en su interior se encuentran caminos rústicos y tendidos de luz de la CFE, así como áreas rellenadas y compactadas, la que modificó la morfología del terreno; también se encuentra de relevancia relicto de humedal costero con parches de mangle.

## Capítulo II

- 3) El proyecto pretende aprovechar la superficie previamente impactada, además de aquellas que los ordenamientos permitan, y conservar el manglar existente
- 4) La ocupación territorial del predio y los usos del suelo aplicables son congruentes con la normatividad aplicable en la materia.
- 5) El sitio cuenta con vistas del paisaje privilegiadas que van en congruencia con el destino planteado por la actualización del PDUCCPM 2020-2030, publicado en el Periódico Oficial el 05 de marzo de 2020.
- 6) La MPOELBJ, publicado en el Periódico Oficial de Gobierno del Estado el 27 de febrero del 2014, clasifica al sitio donde se ubica el predio como UGA 28, para la cual se establece la política de ordenamiento ecológico de “aprovechamiento sustentable”.
- 7) El sitio en el que se proponen las obras y actividades corresponden a un espacio conocido por la autoridad ambiental, toda vez que previamente se emitió a empresas diferentes para proyectos turísticos, mediante actos de autoridad correspondientes a resoluciones ambientales.

No se consideraron otras alternativas ya que el predio ofrece las posibilidades que se requieren para la preparación, construcción y operación del proyecto dentro de un entorno afectado bajo el amparo de actos de autoridad previamente otorgados por esa Secretaría. Y, las alternativas consideradas estuvieron en función de la ubicación y desplante de las obras dentro del predio, siendo la sometida a evaluación la de menor impacto ambiental, conservación de áreas relevantes ambientalmente y de cumplimiento a los ordenamientos ecológicos y de desarrollo urbano vigentes y aplicables.

### II.1.3.Ubicación física y dimensiones del proyecto

El predio donde se ubica el proyecto tiene como dirección la Unidad Cuarenta, lote número 1-01, manzana 20, en el boulevard El Cid, calle sin nombre de la Supermanzana 03, de Puerto Morelos, Quintana Roo.



## Capítulo II

Las colindancias del predio son las siguientes: norte, en 91.19 m con calle sin nombre y en 124.16 m con lotes particulares; sur, en 100.0 m con unidad privativa 34 hotelero y en 119.05 con unidad privativa once hoteleros; este en 397.41 m con zona federal marítimo terrestres; oeste, en 417.41 m lineales con boulevard El Cid. La Tabla 3 Coordenadas UTM, datum horizontal WGS 1984 zona 16N del predio del contiene las coordenadas UTM, datum horizontal WGS 1984 zona 16N del predio del proyecto, y la Figura 1 Ubicación geográfica regional del predio del proyecto. la ubicación geográfica del mismo.

Tabla 3 Coordenadas UTM, datum horizontal WGS 1984 zona 16N del predio del

Punto	Coordenadas UTM	
	Y	X
1	2304327.01	512073.916
2	2304399.34	512004.838
3	2304417.74	512020.488
4	2304482.81	511956.61
5	2304481.57	511954.584
6	2304480.45	511952.835
7	2304479.09	511950.809
8	2304477.86	511949.053
9	2304475.71	511946.132
10	2304474.3	511944.311
11	2304472.53	511942.134
12	2304471.22	511940.589
13	2304469.56	511938.7
14	2304467.14	511936.102
15	2304465.11	511934.023
16	2304451.86	511920.518
17	2304445.68	511914.223
18	2304436.7	511905.079

Punto	Coordenadas UTM	
	Y	X
19	2304430.02	511898.272
20	2304421.85	511889.942
21	2304414.67	511882.771
22	2304409.86	511878.492
23	2304406.24	511875.569
24	2304400.14	511871.16
25	2304394.17	511867.295
26	2304387.83	511863.253
27	2304366.81	511849.83
28	2304346.12	511836.62
29	2304325.48	511823.444
30	2304312.37	511815.069
31	2304270.08	511788.065
32	2304249.55	511774.948
33	2304219.43	511755.73
34	2304211.13	511750.015
35	2304208.93	511748.357
36	2304205.25	511745.427
37	2304203.09	511743.616
38	2304200.63	511741.463

Capítulo II

Punto	Coordenadas UTM	
	Y	X
<b>39</b>	2304197.28	511738.404
<b>40</b>	2304192.32	511733.419
<b>41</b>	2304188.65	511729.437
<b>42</b>	2304182.22	511,722.19
<b>43</b>	2304178.75	511718.272
<b>44</b>	2304171.94	511710.587
<b>45</b>	2304170.22	511708.644
<b>46</b>	2304165.57	511703.397

Punto	Coordenadas UTM	
	Y	X
<b>47</b>	2304160.08	511697.208
<b>48</b>	2304076.56	511778.418
<b>49</b>	2304074.87	511777.273
<b>50</b>	2304002.06	511845.817
<b>51</b>	2304167.91	511958.205
<b>52</b>	2304250.92	512013.97
<b>Superficie total = 81,461.85 m<sup>2</sup>.</b>		

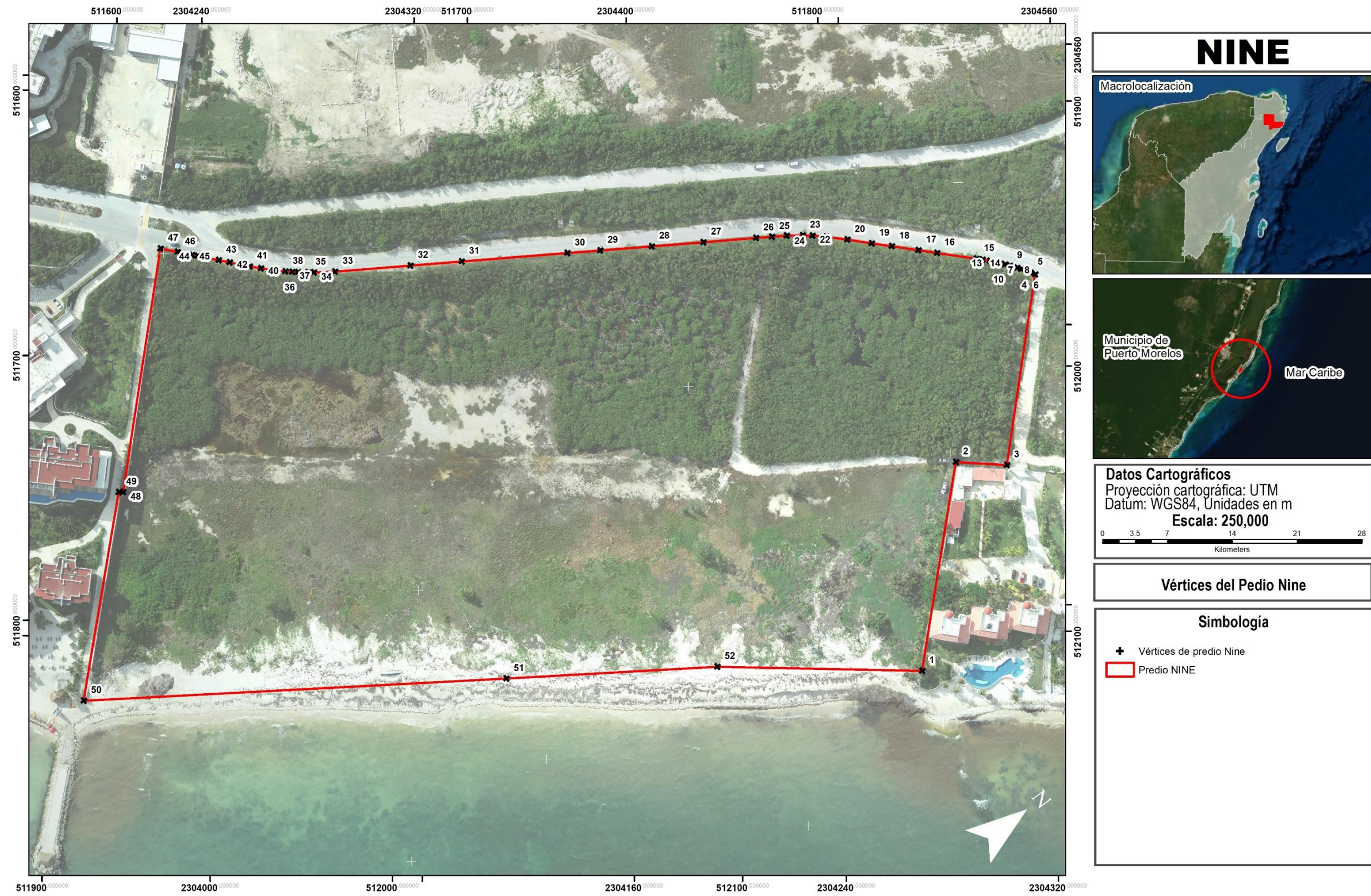


Figura 2 Ubicación del predio del proyecto NINE.

## Capítulo II

El predio albergará tanto el proyecto como un área de donde se conservará la vegetación. Es así como de la superficie total de 81.461.85 m<sup>2</sup>, 37,312.67 m<sup>2</sup> se emplearán para conservación, 12,287.20 m<sup>2</sup> para áreas exteriores permeables y 31,861.9 m<sup>2</sup> para áreas impermeables (Tabla 4 Zonificaciones dentro del predio).

Tabla 4 Zonificaciones dentro del predio

Concepto	Superficie
Proyecto en áreas construidas techadas	31,861.9 m <sup>2</sup>
Proyecto en áreas verdes o libres	12,287.20 m <sup>2</sup>
Áreas de conservación	37,312.67 m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>81,461.85 m<sup>2</sup></b>



Figura 3 Zonificación dentro del predio

## Capítulo II

Ahora bien, considerando los usos de suelo y vegetación (que serán definidos en extenso en el Capítulo IV del presentes estudio); se tiene la siguiente ocupación del proyecto por tipo de vegetación.

Tabla 5 Afectación de vegetación por tipo de obra en el predio

<b>Obra</b>	<b>Tipo de vegetación</b>	<b>Superficie</b>
<b>Conservación</b>	Manglares	32,164.18
<b>Obra construídas techadas</b>	Asentamientos Humanos	24,168.35
	Caminos	1,366.97
	Cuerpo de Agua	706.79
	Playa	5,217.43
	Tular	1,825.27
	Vegetación de selva baja	2,172.55
<b>Obra en áreas verdes o libres</b>	Asentamientos Humanos	11,002.41
	Caminos	31.76
	Cuerpo de Agua	668.67
	Playa	638.82
	Tular	437.42
	Vegetación de selva baja	1,061.24
<b>Total</b>		<b>81,461.85</b>

### II.1.3.1. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.

El área en la que se localiza el predio corresponde a un sitio urbanizado. Se cuenta con vialidades, suministro de energía eléctrica, servicio de transmisión de voz y datos, televisión satelital, dotación de gas LP y servicio de recolección de residuos sólidos urbanos.

## Capítulo II

Vialidades. La vía de acceso principal al sitio del proyecto es por la carretera federal 307 “Chetumal-Puerto Juárez”, con acceso a la entrada de Puerto Morelos, la cual conecta hacia el norte con el plan maestro “El Cid de Cancún” y accesos al predio de interés.

Agua potable. El suministro de agua potable es factible y bien podría estar a cargo de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (C.A.P.A.). El suministro proporcionado por esta instancia estatal se realiza a pie de predio. No obstante, la promotora opta por instalar y operar una planta de ósmosis inversa (POI) con la finalidad de abastecer al proyecto con agua potable. Para esto, se tramitará ante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) la concesión de aprovechamiento de aguas subterráneas y, una vez obtenida, se perforarán dos pozos para la extracción y otro de rechazo para la salmuera, para el cual también se tramitará su autorización ante la misma dependencia federal.

Drenaje sanitario. Las descargas de agua residual se conducirán a través de una red hidrosanitaria que será colocada por debajo de las losas piloteadas. Las descargas serán conducidas hacia la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) con que contará el proyecto, a ubicarse al norte del predio. Por la naturaleza del proyecto, las aguas residuales serán de tipo doméstico, es decir, serán aquellas servidas en sanitarios, duchas y cocinas, sin contener residuos industriales.

Las aguas residuales una vez tratadas servirán para riego de áreas verdes y limpieza de áreas públicas. Los excedentes de agua residual tratada se descargarán al manto acuífero, para lo cual se tramitará la perforación del pozo para la descarga de aguas residuales a un bien nacional ante la CONAGUA. Lo anterior en concordancia con las normas oficiales mexicanas aplicables y bajo las regulaciones correspondientes aplicadas por esta dependencia federal.

La ubicación de los pozos, tanto los de aprovechamiento de agua subterránea como los de rechazo de aguas, incluyendo las pluviales, será aledaña a la ubicación del área de servicios, cercano al área de conservación. Los pozos de succión estarán junto al almacén de mantenimiento, opuesto a la POI y, por otro lado, los pozos de rechazo junto al almacén general y la cancha de tenis, ubicaciones que se muestran más adelante. La Tabla 6 Coordenadas UTM, datum horizontal WGS 1984 zona 16N, de la ubicación de los pozos de absorción y rechazo de aguas propuestos a habilitar como parte de desarrollo

## Capítulo II

del proyecto contiene las coordenadas UTM, datum horizontal WGS 1984 zona 16N, de la ubicación de cada uno de los pozos mencionados, a expensas de que sean autorizados por la CONAGUA.

Tabla 6 Coordenadas UTM, datum horizontal WGS 1984 zona 16N, de la ubicación de los pozos de absorción y rechazo de aguas propuestos a habilitar como parte de desarrollo del proyecto.

Pozo	Coordenadas	
	X	Y
Absorción 1	511817.93	2304208.36
Absorción 2	511811.2	2304198.25
Rechazo 1	511791.56	2304169.8
Rechazo 2	511785.46	2304160.32

La ubicación física de cada uno de los pozos se puede ver en la figura anexa y en el plano que muestra el desplante del proyecto del nivel 1, mismos que están incluidos en el archivo dwg del nivel 1 que forma parte del anexo del presente documento.

Escurrecimientos pluviales. En cuanto a los escurrimientos de agua de lluvia, éstos serán conducidos al subsuelo, ya que la permeabilidad actual se mantendrá en el 59.24% de la propiedad (área de conservación, jardines y circulación con adopasto), permitiendo su traslado al manto freático somero y siendo asistida, en sitios específicos, por pozos de absorción. Este proceso implica que en ningún momento el agua pluvial tiene contacto o posibilidad de que esté con aguas servidas. Los pozos serán tramitados ante la CONAGUA una vez determinado su número y ubicación.

Energía eléctrica. La dotación de energía eléctrica es factible y será suministrada por la CFE. La demanda de energía eléctrica es de 4,000 KW, la que se resolverá con una subestación localizada en la sala de máquinas, en la parte central del complejo de obras del proyecto en el nivel 1. Además, se instalará una planta de emergencia turbodiésel con capacidad para generar 600 KW.

Recolección de basura. Durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, el servicio de recolección de basura municipal estará a cargo de la autoridad competente

## Capítulo II

quien brinda el servicio en la zona. Para ello, se contará con un plan integral de manejo de residuos, mismo que deberá ser sometido a consideración ante la autoridad competente previo al inicio de la operación del proyecto.

### II.1.4. Inversión requerida

Las obras y actividades requeridas para el desarrollo operación y mantenimiento del proyecto, tienen un costo estimado de \$ 90'000,000 USD (noventa millones de dólares americanos), lo cual, considerando un tipo de cambio de \$ 20.00 por dólar, equivale a \$ 1,800'000,000 (Unos mil ochocientos millones ochocientos mil pesos mexicanos).

## II.2. Características particulares del proyecto

El proyecto implica la construcción de un hotel con 407 cuartos, el cual contará con amenidades interiores y exteriores, así como áreas de servicios, áreas de jardines y áreas de conservación, todo sobre el predio de 8.15 ha. El proyecto está planeado para tener una ocupación neta del suelo igual a 4.41 ha.

El hotel contará con un lobby con espacios amplios de recepción, sala de espera, bar y área administrativa. Los módulos que acogen los 407 cuartos se distribuirán en cuatro (4) niveles con vistas al mar Caribe y a las piscinas. Las habitaciones en planta baja contarán con “swimouts”, mientras que otras tendrán tinas de hidromasaje en las terrazas.

Hacia la parte posterior del área de habitaciones, se construirán 2 edificios que contendrán espacios de recepción, estancia, sala de juntas y consejo, centro de negocios, salón de eventos, bodas showroom, gimnasio, áreas de servicio, consultorio médico, BOH<sup>4</sup>, entre otros.

El proyecto estará rodeado por exuberantes paisajes y diferentes estilos de albercas, ofreciendo una amplia variedad de experiencias y esparcimiento.

---

<sup>4</sup> BOH: Back of house. Área de servicios.



## Capítulo II

En cuanto al diseño, el proyecto combinará el diseño moderno y funcionalista con elementos y materiales naturales de la zona como piedras, madera y aplanados de la región, lo que le da un ambiente acogedor y exclusivo.

El diseño constructivo pretende una plataforma elevada soportada por 473 pilas a 3.2 msnm, lo que implican una superficie de contacto con el suelo de 0.09 ha. Por su parte, las áreas exteriores sin techar contempladas son: albercas y swimouts, jacuzzi, outdoor water features, piscinas deck (área para 600 camastros), cancha de tenis, acceso principal y andén de carga y descarga, las que suman una superficie de contacto con el suelo igual a 1.26 ha (Tabla 7 Componentes que se encuentran en el nivel 1 del proyecto “NINE”, así como la superficie que abarcan). Es decir que, el consumo directo de suelo de este proyecto es de tan solo 1.35 ha, lo que representa el 16.58%. Lo anterior implica que el resto del terreno será permeable.

Tabla 7 Componentes que se encuentran en el nivel 1 del proyecto “NINE”, así como la superficie que abarcan

COMPONENTE	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )
<b>ÁREAS TECHADAS</b>	
<b>ÁREA DE HOTEL SUITES</b>	
<b>Habitaciones totales</b>	4,600.97
<b>Terrazas cubiertas</b>	836.01
<b>Roperías de piso (1 cada 40 llaves)</b>	68.14
<b>Pasillos y circulaciones</b>	951.94
<b>Elevadores huéspedes</b>	29.75
<b>Elevadores servicios</b>	32.04
<b>Escaleras FOH</b>	75.46
<b>Escaleras BOH</b>	6.86
<b>Subtotal</b>	<b>6,601.17</b>
<b>ÁREAS COMUNES</b>	
<b>Himitsu (Oriental)</b>	250.02
<b>Portofino (Italiano)</b>	307.62
<b>Market Café (Buffete)</b>	836.53
<b>Seaside Grill (Carnes)</b>	200

## Capítulo II

COMPONENTE	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )
<b>Oceana (Pescados y mariscos)</b>	257.88
<b>Sport bar / Discoteca (Desire)</b>	284.4
<b>SPA (Baños, Vestidores, lockers, áreas comunes, BOH y circulación)</b>	1,245.50
<b>Sala de juegos</b>	249.27
<b>Recepción concierge</b>	169.92
<b>Barracuda (Beach bar)</b>	127.65
<b>Sugar Reef (Pool bar)</b>	56.87
<b>Amstar/Avis/Representantes mayoristas y UVC</b>	77.91
<b>Subtotal</b>	<b>4,063.57</b>
<b>ÁREAS DE SERVICIOS</b>	
<b>Cocinas y servicios restaurantes</b>	1,522.21
<b>Cocina de preparación</b>	116.2
<b>Lavandería</b>	623.27
<b>Almacenes (3)</b>	1,650.14
<b>Anden de carga y descarga</b>	1,133.21
<b>Compras / Salida y recepción de mercancía</b>	76.64
<b>Basura</b>	78.28
<b>Almacén de mantenimiento</b>	189.35
<b>Sala de máquinas</b>	557.02
<b>Cisternas</b>	129.58
<b>Planta de ósmosis inversa</b>	88
<b>Circulación de área de servicios</b>	1,610.59
<b>Subtotal</b>	<b>7,774.49</b>
<b>ÁREAS DE PERSONAL</b>	
<b>Oficinas de recursos humanos</b>	117.45
<b>Aulas de capacitación</b>	125.02
<b>Comedor de colaboradores</b>	215.19
<b>Baños / Vestidores mujeres</b>	199.28
<b>Baños / Vestidores hombres</b>	199.28
<b>Subtotal</b>	<b>856.22</b>

## Capítulo II

COMPONENTE	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )
<b>ÁREAS NO TECHADAS</b>	
<b>ÁREAS EXTERIORES</b>	
Anden de carga y descarga	232.85
Acceso principal y PTAR	588.37
Cancha de tenis	260.87
Jacuzzi	45
Outdoor water features	708.02
Albercas y swimouts	4,398.23
Piscina deck (Área para 600 camastros)	6,333.19
<b>Subtotal</b>	<b>12,566.53</b>
<b>ÁREAS PERMEABLES</b>	
Circulación servicio vehicular	537.07
Circulación servicio golf carts (adopasto)	702.75
Estacionamientos	855.63
Áreas de jardineras	9,981.67
Circulaciones peatonales	210.08
<b>Subtotal</b>	<b>12,287.20</b>
<b>ÁREAS VERDES POR CONSERVAR</b>	
Área de protección de playa	4,599.09
Áreas de protección de mangle	32,713.58
<b>Subtotal</b>	<b>37,312.67</b>
<b>SUPERFICIE TOTAL</b>	<b>81,461.85</b>

En la parte exterior del desarrollo, hacia el noroeste del predio, se ubicará el acceso principal, sobre un camino ya existente, que subirá suavemente hacia el área del gran lobby piloteado. Hacia la zona este se encuentra el área de piscinas, andadores, jardines y áreas conservadas con vegetación de la duna costera. Ahí se establecerán pasos hacia la playa y el mar Caribe.

## Capítulo II

Considerando el diseño constructivo propuesto para el desplante de las obras del proyecto, se tiene previsto no afectar el flujo hídrico superficial existente, así como tampoco se interferirá sobre los flujos subterráneos ni sobre las propiedades del acuífero.

A nivel de paisaje, el desarrollo se integrará con áreas nativas, áreas conservadas y jardinadas, privilegiando la vegetación local en las colindancias del predio, en los cuatro puntos cardinales.

Las Tabla 8 Resumen de las áreas que aparentemente consumen suelo.y II-7 contiene un resumen de las áreas implicadas en el desplante de las obras del proyecto en cuestión.

Tabla 8 Resumen de las áreas que aparentemente consumen suelo.

<b>Concepto</b>	<b>Superficie (m2)</b>	<b>Proporción (%)</b>
<b>Áreas techadas<sup>5</sup></b>	19,295.45	23.69
<b>Áreas exteriores</b>	12,566.53	15.43
<b>Áreas permeables (circulación y jardinadas)</b>	12,287.20	15.08
<b>TOTAL</b>	<b>44,149.18</b>	<b>54.2</b>

Tabla 9 Resumen de las superficies totales del proyecto

<b>Concepto</b>	<b>Superficie (m2)</b>	<b>Proporción (%)</b>
<b>Áreas techadas<sup>6</sup></b>	19,295.45	23.69
<b>Áreas exteriores</b>	12,566.53	15.43
<b>Áreas permeables (jardines, circulación con adopasto)</b>	12,287.20	15.08
<b>Áreas de conservación</b>	37,312.67	45.8

<sup>5</sup> Sobre losa elevada por pilotes a 3.2 msnm que implican una superficie de contacto con el suelo de 0.09 ha.

<sup>6</sup> Sobre losa elevada por pilotes a 3.2 msnm que implican una superficie de contacto con el suelo de 0.09 ha

## Capítulo II

<b>TOTAL</b>	<b>81,461.85</b>	<b>100</b>
--------------	------------------	------------

De las tablas anteriores se obtiene que las áreas techadas ocupan 23.69% y las áreas exteriores ocupan 15.43%, por lo que en razón quedarían 60.88% de áreas permeables en las que se integran, adopasto jardines y las áreas de conservación.

No obstante, se maximiza la permeabilidad del terreno al minimizar las superficies de contacto mediante las pilas elevadas a 3msnm.

Por lo antes, se mantienen las áreas de ocupación de acuerdo con lo que se indica en la Tabla 10 Áreas de ocupación y sin aprovechamiento de acuerdo con el diseño de las obras del proyecto.

Tabla 10 Áreas de ocupación y sin aprovechamiento de acuerdo con el diseño de las obras del proyecto.

<b>Concepto</b>	<b>Superficie (m2)</b>	<b>Proporción (%)</b>
<b>Áreas de aprovechamiento<sup>7</sup></b>	44,149.18	54.2
<b>Áreas sin aprovechamiento</b>	37,312.67	45.8
<b>Total</b>	81,461.85	100

La Figura 4 Clasificación de las áreas de aprovechamiento y conservación (incluye las denominadas áreas verdes, conservación y playa) en el predio del proyecto.; muestra la distribución de las áreas de despalme del proyecto y las de conservación.

---

<sup>7</sup> Se señala que, de las áreas de aprovechamiento indicadas en la tabla anterior, ocupan áreas previamente intervenidas con expedientes de la SEMARNAT y la PROFEPA. Las superficies que se ocupan corresponden a áreas previamente intervenidas y con gramíneas y algunos ejemplares de matorral costero y herbáceas, que es donde se realizarán las actividades correspondientes a la preparación de sitio mismas que implican marcaje y delimitación topográficos; actividades de rescate selectivo y reubicación de vegetación y deshierbe y despalde para continuar con nivelaciones e hincado de pilas



Figura 4 Clasificación de las áreas de aprovechamiento y conservación (incluye las denominadas áreas verdes, conservación y playa) en el predio del proyecto.

## Capítulo II

De esta manera, el planteamiento del proyecto que se somete a evaluación se ajusta a los parámetros y lineamientos del PDDUPM, tal como lo indica la Tabla 11 Especificaciones establecidas en la actualización del PDDUPM para el uso de suelo TH1 en el cual se ubica el predio del proyecto..

Tabla 11 Especificaciones establecidas en la actualización del PDDUPM<sup>8</sup> para el uso de suelo TH1 en el cual se ubica el predio del proyecto.

<b>Parámetros y lineamientos</b>	<b>Proyecto superficie (m2)</b>	<b>Cumplimiento</b>
<b>Superficie del predio.</b>	81,461.85	Sí
<b>Densidad</b>	407	Sí
<b>Coefficiente de ocupación del suelo (COS)</b>	19,295.45	Sí
<b>Coefficiente de utilización del suelo (CUS)</b>	51,062.03	Sí
<b>Altura</b>	4 niveles /14 m	Sí

Conforme a lo anterior, el desarrollo del proyecto involucra un COS de 23.69% del terreno, sobre un área de aprovechamiento de 54.20%, lo cual implica un área libre de construcción de 45.80%, un coeficiente de utilización del suelo CUS de 0.63 y una altura de 4 niveles.

Las dimensiones, arreglo y ocupación de superficies se muestran en los planos arquitectónicos y de conjunto anexos al presente documento.

### **Descripción de obras del proyecto**

Como ha sido mencionado, el sistema estructural de la edificación se encuentra diseñado a partir de pilas de concreto armado que sirven de cimentación para columnas del mismo material y las que sobresalen 3.2 msnm. Se formarán marcos rígidos con el uso de trabes

---

<sup>8</sup> PDDUPM: Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos, 2020 – 2030, publicado en el Periódico Oficial del Estado el 05 de marzo de 2020.

## Capítulo II

también de concreto armado a efecto de brindar soporte; las plataformas y los entrepisos se construirán utilizando el sistema de vigueta y bovedilla con capa de compresión de concreto. Para los muros se utilizará block de concreto aligerado de 12x20x40 cm con aplanados y pasta; en los muros divisorios de las habitaciones se usará un lambrín de tablaroca colocado sobre los muros de block, y que recibirá el acabado final a base de pintura vinílica. Se colocarán falsos plafones de tablaroca para ocultar el paso de los distintos ramales de instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, aire acondicionado, redes de voz y datos. Asimismo, este plafón permitirá el registro de las instalaciones para su mantenimiento.

Para el diseño de las estructuras se consideraron todas las condiciones particulares de la zona, teniendo especial cuidado en las cargas producidas por el viento en caso de huracanes, tomando en cuenta todos los esfuerzos adicionales a los que se verán sometidas las estructuras de los módulos verticales cuando se presente una situación de esta naturaleza. Se diseñó la estructura, la cual está calculada para soportar los módulos de 4 niveles, para ser formada y sostenida por pilas de concreto armado que soportarán las cargas gravitacionales de la plataforma y de los edificios hasta el sustrato resistente de roca a una profundidad promedio de 15 m.

La estructura estará apoyada sobre una cimentación reticular superficial a base de contra trabes de 1.2 m de peralte por 0.6 m de sección unidas por dados en cada nodo apoyados sobre las pilas, siguiendo la forma de los edificios.

Los elementos de apoyo y carga serán a base de columnas y trabes, las losas de los entrepisos serán de vigueta y bovedilla. La estructura estará apoyada en elementos verticales tipo muro de concreto armado y columnas colado en sitio que serán dispuestos en los ejes transversales siguiendo la forma del edificio.

El predio presenta 397 m lineales de playa, por lo que todas las habitaciones del hotel tendrán vista al mar, lo cual se ve favorecido por el diseño del proyecto (disposición de las habitaciones).

Hacia la parte posterior del área de habitaciones y playa, se construirán las obras para el servicio del proyecto y empleados, entre ellas los almacenes, las plantas de ósmosis inversa y de tratamiento de aguas residuales, cisternas, sala de máquinas, baños y



## Capítulo II

vestidores, comedores, lavandería, aulas de capacitación, oficinas de recursos humanos, vía de acceso, andén de carga y descarga y sitio para el manejo y disposición temporal de residuos, estacionamiento.

El proyecto estará rodeado por exuberantes paisajes y diferentes estilos de albercas, ofreciendo una amplia variedad de experiencias y esparcimiento.

En cuanto al diseño, el proyecto combinará el diseño moderno y funcionalista con elementos y materiales naturales de la zona como piedras, madera y aplanados de la región, lo que le da un ambiente acogedor y exclusivo.

A continuación, se describen los diferentes espacios que contendrá el proyecto.

**ZONA DE HABITACIONES:** Esta zona está compuesta por bloques de diferente dimensión y arreglo que concentrarán los 407 cuartos hoteleros y se distribuyen a lo largo del predio, con mayor concentración en la parte noreste y sur del predio.

**SWIMOUT, ALBERCAS Y ASOLEADEROS:** Corresponde al espacio donde se encontrará la mayor cantidad de huéspedes durante el día. Se conciben como espacios de integración entre el mar, albercas, vegetación de la zona, esparcimiento y contará con las siguientes zonas y características:

- Zona Preferred: Será el área más exclusiva y tranquila dedicada a la relajación y descanso, cuenta con alberca con efecto infinity, jacuzzi y zona de camastros, alberca formal, es una alberca de contemplación y servirá principalmente para asolearse, relajarse y como escenario para bodas y desfiles de moda.
- Alberca Central: Se tratará de una alberca poco convencional donde se crean diferentes ambientes exclusivos.
- Zona Alberca General: Será la más extensa y está concebida como un gran lago con islas para crear espacios y visuales de exploración, es la zona de donde se desarrollarán actividades dirigidas dentro y fuera de la alberca, contará con áreas de asoleaderos y palapa de snack.
- Área para Camastros: Esta área rodea las albercas y cuenta con: sombrillas, cabañas de parejas, camastros y mesas con sillas.

## Capítulo II

**BARES DE ALBERCA:** Inmerso dentro de las áreas no techadas, zona de exteriores, en la zona de albercas y swimouts, outdoor water features y piscina deck, el proyecto contempla la inclusión de dos bares de alberca, siendo: a) Sugar Reef, un pool bar ubicado al norte del predio y, b) Barracuda, un beach bar al centro este, en la zona de la alberca central. Estos solo funcionarán como bares para el servicio del público.

**RESTAURANTES Y BARES:** El Hotel ofrecerá seis diferentes restaurantes, cada uno con módulos de servicios. En el nivel 1 estarán ubicados los restaurantes: Oceana, Himitsu, Portofino, Market Café y Seaside Grill; y, por otro lado, en el nivel 2 se contará con el restaurante Bordeaux.

Los restaurantes Oceana, para pescados y mariscos, y Seaside Grill, con la especialidad de carnes asadas, son dos estructuras descubiertas con terraza sobre la alberca y vista al mar. El restaurante Seaside Grill se ubica en la alberca de la zona sur del predio y el restaurante Oceana, sobre la alberca de la zona centro del predio. Junto al restaurante Oceana se ubica el restaurante Himitsu, para comida oriental, compartiendo la zona de cocina y preparación.

En la parte central de la misma zona de albercas, se ubica el restaurante Market Café, siendo el más grande de los seis, con la característica de que será un restaurante buffete. Junto a este, frente al beach bar Barracuda, se ubica el restaurante Portofino para comida italiana. Sobre este restaurante, en el nivel 2, se ubica el Bordeaux, cuya especialidad será la comida francesa.

Adicional a los dos beach bar, el proyecto contempla otros dos bares, uno de ellos, el Desires, un sports bar ubicado en el nivel 1, entre la sala de juegos y un almacén, y el Rendezvous, que es un lobby bar del nivel 2, ubicado aledaño a la Coco / heladería y el consultorio médico.

**SPA:** Corresponde a zonas cerradas y abiertas, ubicadas tanto en el nivel 1 como en el 2, donde se ofrecerá una variedad de tratamientos corporales. Se disponen las siguientes áreas: área de recepción, salón de belleza, áreas de masaje separadas para mujeres y hombres, 12 salas de masaje mixtas con regadera, jacuzzi, fosa de agua helada, circuito de agua, área de reposo, recepción, área de espera y jardín de relajación.

## Capítulo II

**ÁREAS PÚBLICAS:** Estas áreas se encuentran tanto en el nivel 1 como en el 2 y alojan componentes del proyecto para el uso general del público y trabajadores y para brindar servicio a proveedores y clientes. En el nivel 1 se tiene un área para Amstar, Avis, representante de mayoristas y UVC (unlimited vacation club), caminos de acceso, circulación y servicios y de estacionamiento. Y, por otro lado, en el nivel 2 se cuenta con lobby, estancia, bodas showroom, galería y tienda, centro de negocios, motor lobby, baños públicos, estacionamientos y área para circulación exterior peatonal.

**OFICINAS ADMINISTRATIVAS:** Estos conceptos son para uso exclusivo del personal del proyecto y se ubican en los niveles 1, 3 y 4. En el nivel 1 se tienen las oficinas de recursos humanos. En el nivel 3 se ubican las oficinas de ventas, contraloría y administrativas. Y, finalmente, en el nivel 4 se habilitarán oficinas administrativas, oficinas de dirección, oficinas de alimentos y bebidas, entretenimiento, teléfonos y representantes.

**ÁREAS DE SERVICIO:** Estas áreas estarán ubicadas en el nivel 1 y constará de cocinas y servicios a restaurantes, cocina de preparación, lavandería, almacenes, almacén de mantenimiento, andenes de carga y descarga, compras, salida y recepción de mercancía, sitio de disposición de residuos, sala de máquinas, una POI y la PTAR.

**ÁREAS DE PERSONAL:** Consta de las áreas de oficinas de personal, aulas de capacitación, comedor de empleados, área de uniformes y baños para el personal femenino y masculino, respectivamente.

De acuerdo con la anterior presentación, a continuación, se describen de manera general los diferentes elementos que componen el proyecto por nivel.

### NIVEL 1

En este nivel, planta baja, se ubicarán, como parte de las áreas comunes, cuatro restaurantes de alta cocina, el restaurant de alberca, comercios y los módulos con 86 habitaciones, así como la estación de piso. Las áreas de servicio alojan cuartos de máquinas, de bombas y cisternas, así como la planta de tratamiento de aguas residuales

## Capítulo II

y la planta de ósmosis inversa. También, en este nivel, se encuentran las cocinas, los almacenes, bodegas y áreas de administración.

La huella de los módulos de habitaciones, servicios de restaurante y módulo de servicios en general, las áreas techadas, distribuidos en el predio implican una superficie de 19,295.45 m<sup>2</sup>, misma que se realizará sobre losas soportadas por pilas que sobresalen 3.2 msnm.

Las áreas exteriores están formadas por asoleaderos, albercas y swinouts, fuentes, el acceso principal, cancha de tenis, jacuzzi y terraza, implicando una superficie de 12,566.53 m<sup>2</sup>. Como parte de las áreas del conjunto arquitectónico se encontrarán áreas sin intervenir que suman 37,312.67 m<sup>2</sup>, las cuales comprenden áreas nativas de manglar y matorral costero, así como áreas de jardineras con especies comunes de jardinería y adaptadas a la región.

### NIVEL 2

En este nivel se encuentran ubicados, además de 93 habitaciones, el restaurante francés, el lobby bar Rendezvous, la coco heladería, las salas de reuniones y banquetes, un teatro, un salón de belleza con su recepción (perteneciente al SPA), el gimnasio, y áreas públicas (recepción lobby, estancia, unlimited vacation club, recepción preferred club, boda showroom, centro de negocios y baños públicos, concierge, consultorio médico, motor lobby, estacionamientos y circulaciones exteriores.

Este nivel comprende una superficie techada igual a 12,184.80 m<sup>2</sup>, y las áreas sin techar abarcan 5,619.13 m<sup>2</sup>, en la que se contemplan las plazas de acceso, el motor lobby y estacionamientos. En total, en este nivel se construirán 17,803.93 m<sup>2</sup>, entre áreas techadas y no techadas.

### NIVEL 3

Los componentes en este nivel tienen la característica de que todas las áreas son techadas. Aquí se pretenden construir 115 habitaciones distribuidas entre los módulos

## **Capítulo II**

del hotel en 9,364.51 m<sup>2</sup>, que implican las habitaciones, terrazas cubiertas, ropería de piso (1 cada 40 llaves), pasillos y circulaciones, elevadores para huéspedes, elevadores para el servicio y escaleras (FOH y BOH), componentes que se encuentran en los cuatro niveles en el área de habitaciones. Además, en este nivel se tienen oficinas de ventas, oficinas de contraloría y oficinas administrativas circulares, abarcando 424.61 m<sup>2</sup>.

### **NIVEL 4**

En este nivel, al igual que en el nivel 3, todos los componentes son techados. Se ubican 113 habitaciones distribuidas entre los módulos del hotel en 9,368.06 m<sup>2</sup>, que implican las habitaciones, terrazas cubiertas, ropería de piso (1 cada 40 llaves), pasillos y circulaciones, elevadores para huéspedes, elevadores para el servicio y escaleras (FOH y BOH). Las oficinas administrativas, conformada por oficinas de dirección, de alimentos y bebidas, teléfonos y representante, oficinas administrativas circulares y sanitarios comprenden 424.60 m<sup>2</sup>.

### **AZOTEA**

El proyecto contempla utilizar 1,534.13 m<sup>2</sup> de la azotea para la terraza roof top, área sin techar para asoleadero. Además, para que se tenga acceso al sitio y se brinde servicio al público, se prolongaría el servicio de elevadores y se habilitaría un área como ropería de piso, esto componentes en 22.95 m<sup>2</sup> techados.

La edificación será conectada a los servicios básicos sin menoscabo del servicio dado a otros usuarios de la localidad. La Comisión Federal de Electricidad (CFE) proporcionará la energía eléctrica y otros servicios como telefonía, TV por cable, internet serán pactados con contratos privados. Por otra parte, el mantenimiento de vialidades, alumbrado público, jardinería urbana y recoja de desperdicios domésticos y residuos sólidos municipales son servicios otorgados por el Municipio. Todos estos servicios se encuentran disponibles ya que el lote se ubica en una zona turística entendiéndose que existe capacidad de cubrir la demanda del hotel propuesto durante la etapa constructiva y operativa del proyecto.

## Capítulo II

La Tabla 12 Componentes del proyecto NINE, por nivel y funcionalidad de las áreas, incluyendo las superficies de cada uno de ellos., contiene las superficies de ocupación y la distribución de cada uno de los componentes del proyecto, por nivel y funcionalidad de las áreas, los cuales fueron mencionados en los párrafos anteriores más algunos omitidos ya que la presentación se realizó de manera genérica, lo que no significa que no vayan a estar presentes.

Tabla 12 Componentes del proyecto NINE, por nivel y funcionalidad de las áreas, incluyendo las superficies de cada uno de ellos.

COMPONENTE	SUPERFICIE DE LOS COMPONENTES POR NIVEL (m2)				
	1	2	3	4	AZOTE A
<b>ÁREAS TECHADAS</b>					
<b>ÁREA DE HOTEL SUITES</b>					
<b>Habitaciones totales</b>	4,600.97	4,975.41	6,721.69	6,725.24	---
<b>Terrazas cubiertas</b>	836.01	905.38	1,174.84	1,174.84	---
<b>Roperías de piso (1 cada 40 llaves)</b>	68.14	68.14	68.14	68.14	11.84
<b>Pasillos &amp; Circulaciones</b>	951.94	1,032.54	1,272.18	1,272.18	---
<b>Elevadores huéspedes</b>	29.75	29.75	25.5	25.5	4.25
<b>Elevadores servicios</b>	32.04	32.04	26.7	26.7	---
<b>Escaleras FOH</b>	75.46	82.32	68.6	68.6	6.86
<b>Escaleras BOH</b>	6.86	6.86	6.86	6.86	---
<b>ÁREAS COMUNES</b>					
<b>Himitsu (Oriental)</b>	250.02	---	---	---	---

## Capítulo II

COMPONENTE	SUPERFICIE DE LOS COMPONENTES POR NIVEL (m2)				
	1	2	3	4	AZOTE A
<b>Portofino (Italiano)</b>	307.62	---	---	---	---
<b>Market Café (Buffete)</b>	836.53	---	---	---	---
<b>Seaside Grill (Carnes)</b>	200	---	---	---	---
<b>Oceana (Pescados y mariscos)</b>	257.88	---	---	---	---
<b>Sport bar / Discoteca (Desire)</b>	284.4	---	---	---	---
<b>SPA (Baños, Vestidores, lockers, áreas comunes, BOH y circulación)</b>	1245.5	---	---	---	---
<b>Sala de juegos</b>	249.27	---	---	---	---
<b>Recepción concierge</b>	169.92	---	---	---	---
<b>Barracuda (Beach bar)</b>	127.65	---	---	---	---
<b>Sugar Reef (Pool bar)</b>	56.87	---	---	---	---
<b>Amstar/Avis/Representantes mayoristas y UVC</b>	77.91	---	---	---	---
<b>Bordeaux (Frances)</b>	---	307	---	---	---
<b>Coco heladería</b>	---	68.67	---	---	---
<b>Rendezvous (Lobby bar)</b>	---	297.68	---	---	---
<b>Salón de eventos (Ballroom)</b>	---	800.63	---	---	---
<b>Pasillo de servicio</b>	---	173.23	---	---	---
<b>Bodega de equipo de servicio y montajes</b>	---	81.26	---	---	---
<b>Cabina &amp; Bodega de AV</b>	---	<b>49.86</b>	---	---	---
<b>Foyer (Ballroom &amp; teatro)</b>	---	321.67	---	---	---
<b>Sala de consejo</b>	---	48.16	---	---	---

## Capítulo II

COMPONENTE	SUPERFICIE DE LOS COMPONENTES POR NIVEL (m2)				
	1	2	3	4	AZOTE A
Sala de juntas (3)	---	99.97	---	---	---
Sanitarios	---	32.56	---	---	---
Ballroom circulaciones	---	94.68	---	---	---
Teatro y sala de juegos	---	493.01	---	---	---
Salón de belleza (SPA)	---	170.69	---	---	---
Gimnasio	---	121.67	---	---	---
Recepción lobby	---	93.82	---	---	---
Estancia	---	164.94	---	---	---
UVC (Unlimited Vacation Club) Lounge & Servicios	---	96.08	---	---	---
Preferred recepcion club	---	77.91	---	---	---
Bodas showroom	---	67.38	---	---	---
Galería & tienda	---	125.38	---	---	---
Centro de negocios	---	63.52	---	---	---
Baños públicos	---	36.87	---	---	---
Área de resguardo para concierge	---	32.87	---	---	---
Consultorio médico	---	54.12	---	---	---
Motor lobby	---	144.7	---	---	---
Circulaciones exteriores peatonales	---	934.03	---	---	---
<b>ÁREAS DE SERVICIOS</b>					
Cocinas y servicios restaurantes	1,522.21	---	---	---	---



## Capítulo II

COMPONENTE	SUPERFICIE DE LOS COMPONENTES POR NIVEL (m2)				
	1	2	3	4	AZOTE A
<b>Cocina de preparación</b>	116.2	---	---	---	---
<b>Lavandería</b>	623.27	---	---	---	---
<b>Almacenes (3)</b>	1,650.14	---	---	---	---
<b>Anden de carga y descarga</b>	1,133.21	---	---	---	---
<b>Compras / Salida y recepción de mercancía</b>	76.64	---	---	---	---
<b>Basura</b>	78.28	---	---	---	---
<b>Almacén de mantenimiento</b>	189.35	---	---	---	---
<b>Sala de máquinas</b>	557.02	---	---	---	---
<b>Cisternas</b>	129.58	---	---	---	---
<b>Planta de ósmosis inversa</b>	88	---	---	---	---
<b>Circulación de área de servicios</b>	1,610.59	---	---	---	---
<b>AREAS DE PERSONAL</b>					
<b>Oficinas de recursos humanos</b>	117.45	---	---	---	---
<b>Aulas de capacitación</b>	125.02	---	---	---	---
<b>Comedor de colaboradores</b>	215.19	---	---	---	---
<b>Baños / Vestidores mujeres</b>	199.28	---	---	---	---
<b>Baños / Vestidores hombres</b>	199.28	---	---	---	---
<b>Oficinas de ventas</b>	---	---	107.94	---	---
<b>Oficinas de contraloría</b>	---	---	306.94	---	---

## Capítulo II

COMPONENTE	SUPERFICIE DE LOS COMPONENTES POR NIVEL (m2)				
	1	2	3	4	AZOTE A
Oficinas administrativas circulaciones	---	---	9.73	27.08	---
Oficinas de dirección	---	---	---	107.94	---
Oficinas de alimentos & bebidas, entretenimiento, central teléfonos y representante	---	---	---	218.42	---
Sanitarios empleados	---	---	---	71.16	---
<b>ÁREAS NO TECHADAS</b>					
<b>ÁREAS EXTERIORES</b>					
Anden de carga y descarga	232.85	---	---	---	---
Acceso principal y PTAR	588.37	---	---	---	---
Cancha de tenis	260.87	---	---	---	---
Jacuzzi	45	---	---	---	---
Outdoor water features	708.02	---	---	---	---
Albercas & Swimouts	4,398.23	---	---	---	---
Piscina deck (Área para 600 camastros)	6,333.19	---	---	---	---
Motor lobby	---	1,739.30	---	---	---
Estacionamientos	---	2,206.55	---	---	---
Circulaciones exteriores peatonales	---	1,673.28	---	---	---
Terraza roof top	---	---	---	---	1,534.13

## Capítulo II

COMPONENTE	SUPERFICIE DE LOS COMPONENTES POR NIVEL (m2)				
	1	2	3	4	AZOTE A
<b>ÁREAS PERMEABLES</b>					
<b>Circulación servicio vehicular</b>	537.07	---	---	---	---
<b>Circulación servicio golf carts (adopasto)</b>	702.75	---	---	---	---
<b>Estacionamientos</b>	855.63	---	---	---	---
<b>Áreas de jardineras</b>	9,981.67	---	---	---	---
<b>Circulaciones peatonales</b>	210.08	---	---	---	---
<b>ÁREAS VERDES SIN CONSTRUIR</b>					
<b>Área de protección de playa</b>	4,599.09	---	---	---	---
<b>Áreas de protección de mangle</b>	32,713.58	---	---	---	---
<b>Superficie total</b>	<b>81,461.85</b>	<b>17,803.93</b>	<b>9,789.12</b>	<b>9,792.66</b>	<b>1,557.08</b>

En las Figura 5 Desplante de las pilas que conforman el proyecto NINE., Figura 6 Desplante de los componentes que conforman el nivel 1 del proyecto NINE., Figura 7 Desplante de los componentes que conforman el nivel 2 del proyecto NINE, Figura 8 Desplante de los componentes que conforman el nivel 3 del proyecto NINE, Figura 9 Desplante de los componentes que conforman el nivel 4 del proyecto NINE y Figura 10 Desplante de los componentes que conforman la azotea del proyecto NINE, se representan el desplante de las pilas y de las obras del proyecto por nivel.

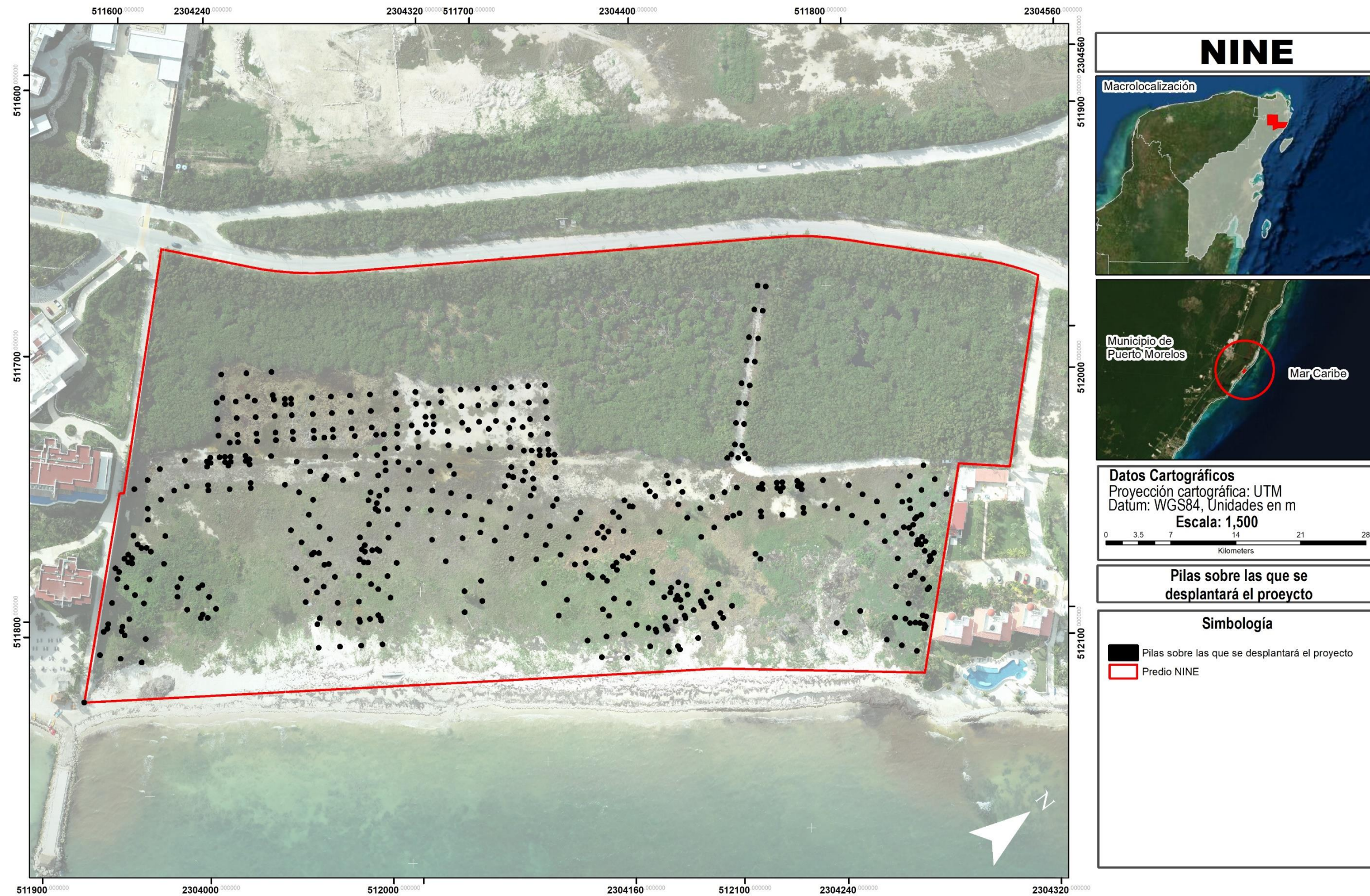


Figura 5 Desplante de las pilas que conforman el proyecto NINE.



Figura 6 Desplante de los componentes que conforman el nivel 1 del proyecto NINE.

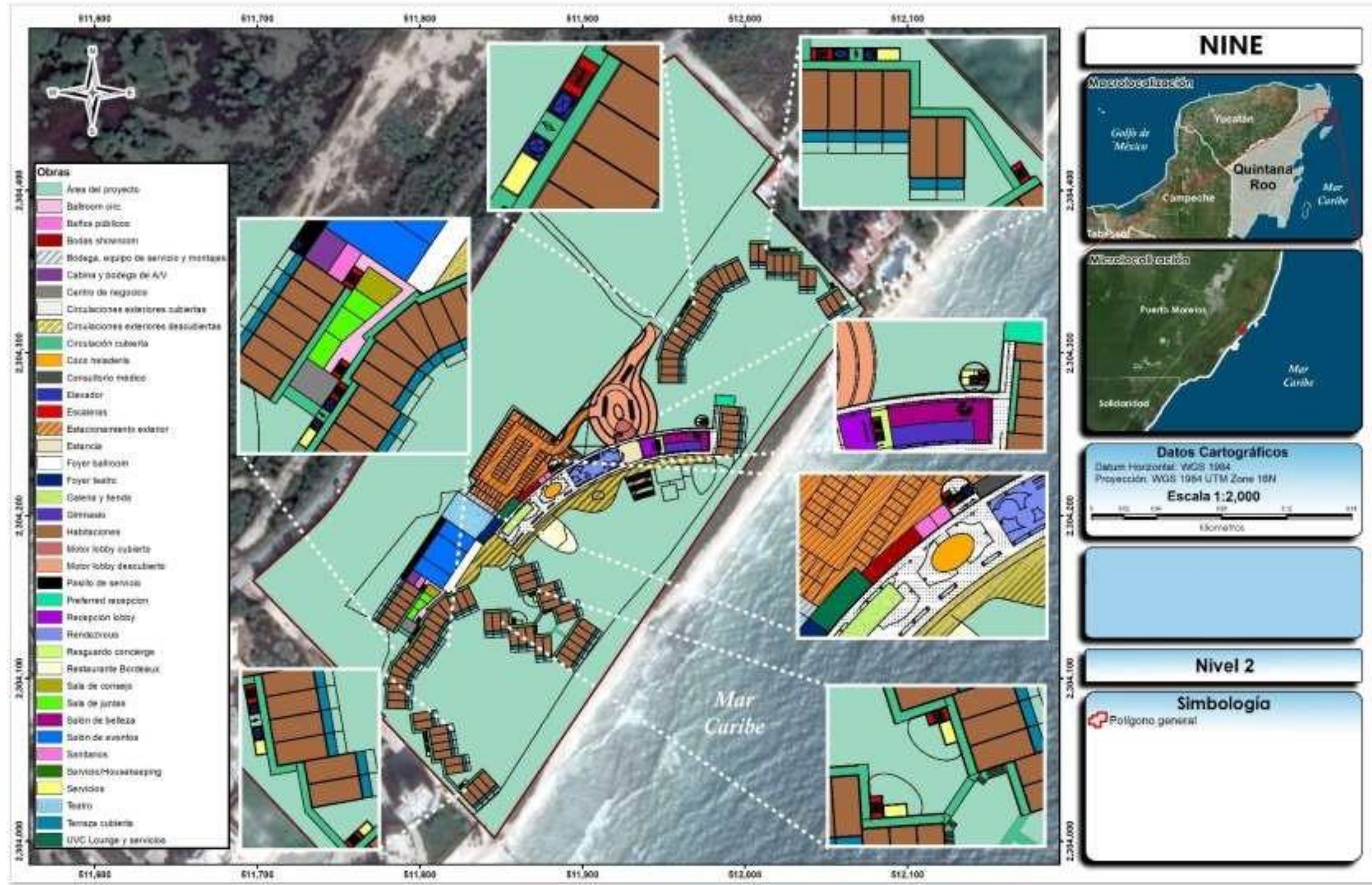


Figura 7 Desplante de los componentes que conforman el nivel 2 del proyecto NINE

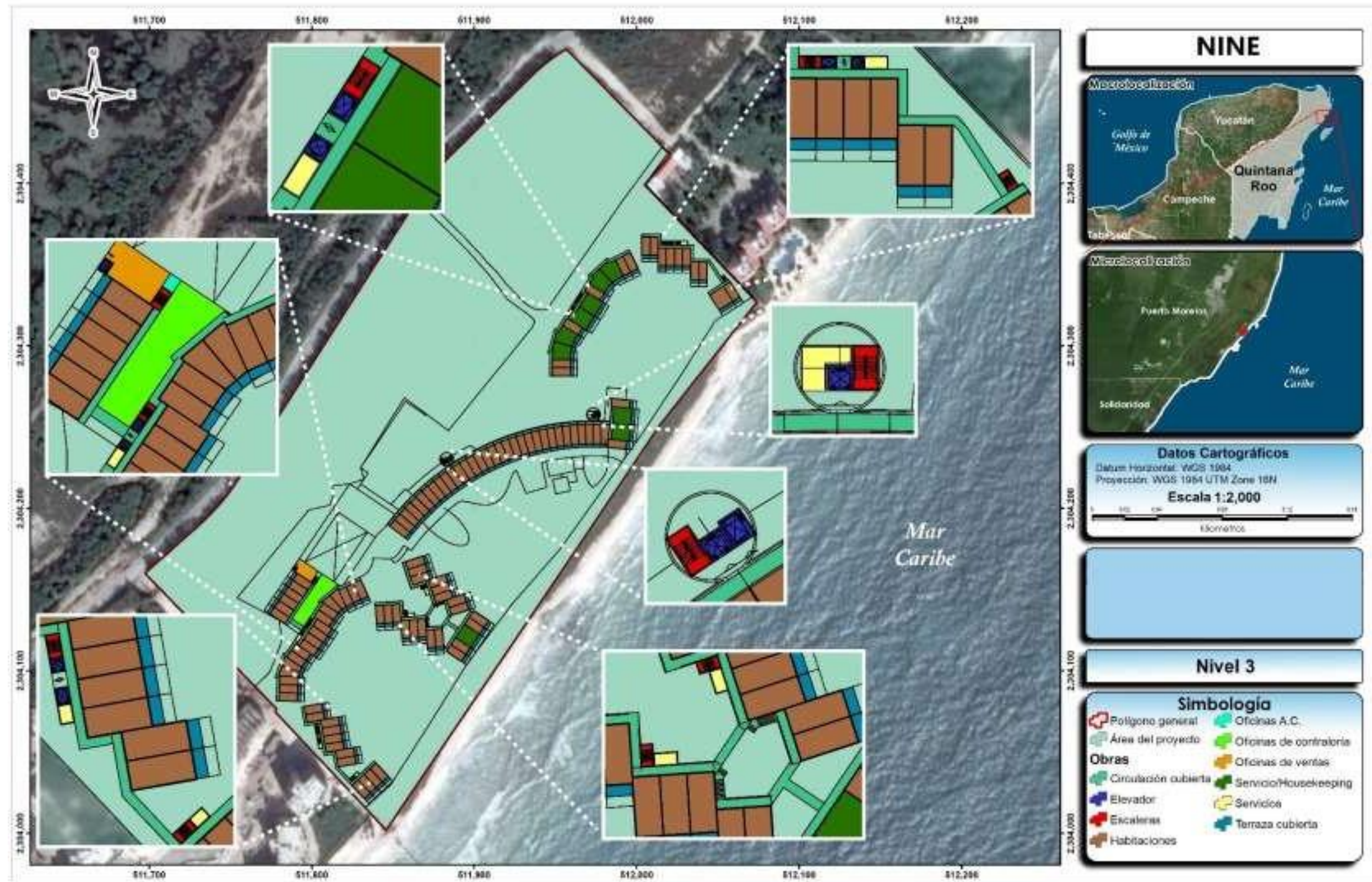


Figura 8 Desplante de los componentes que conforman el nivel 3 del proyecto NINE

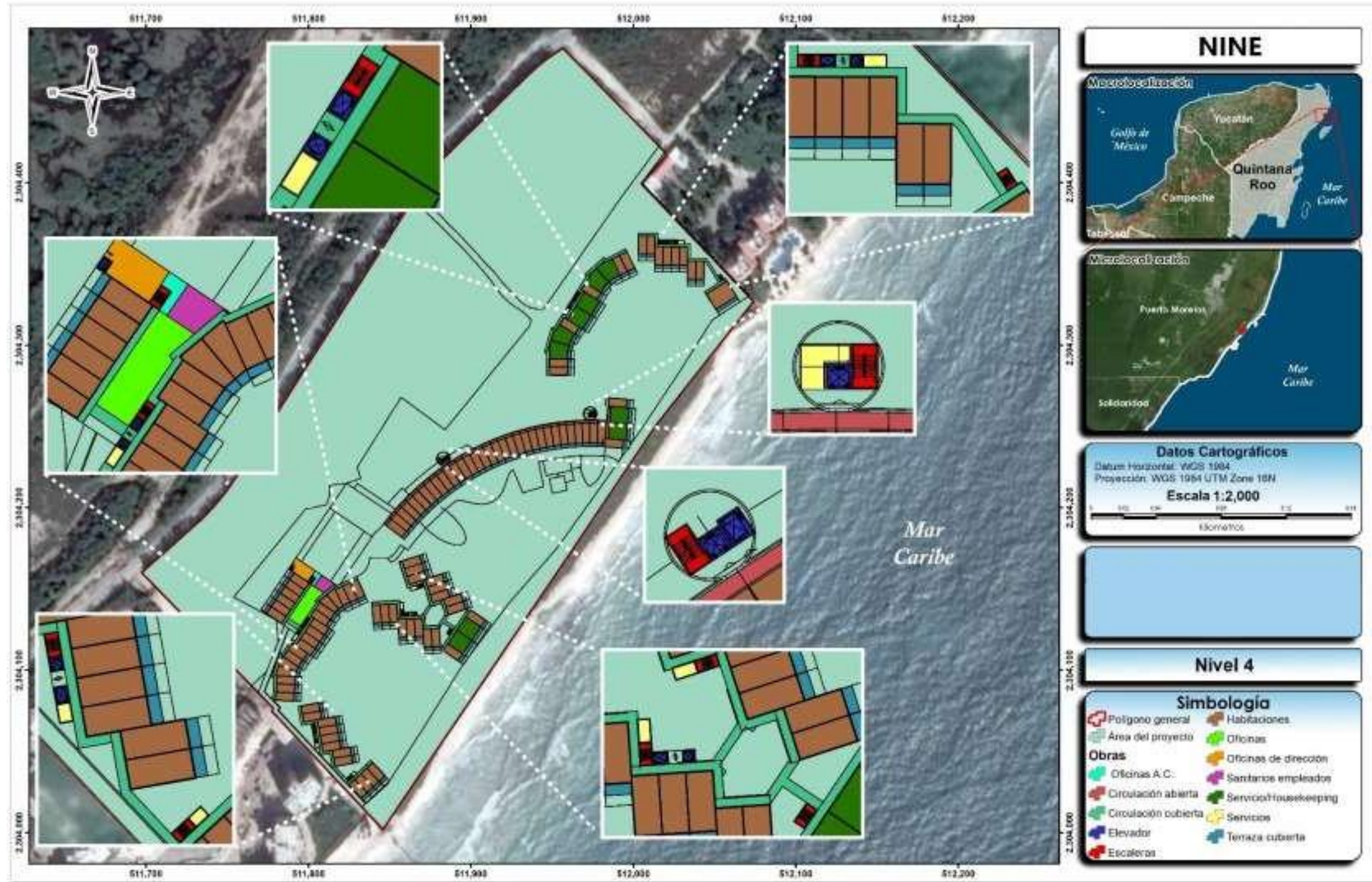


Figura 9 Desplante de los componentes que conforman el nivel 4 del proyecto NINE





Figura 10 Desplante de los componentes que conforman la azotea del proyecto NINE

## Capítulo II

Los 407 cuartos totales que conforman el planteamiento del proyecto no se distribuyen de manera uniforme por nivel, estos varían de acuerdo con la superficie que ocupan los otros componentes del proyecto a construir en cada uno de los niveles. La Tabla 13 Distribución por nivel de los cuartos contemplados, refiere el número de cuartos a construir en cada uno de los niveles.

Tabla 13 Distribución por nivel de los cuartos contemplados

<b>Nivel</b>	<b>Cuartos (No.)</b>
<b>1</b>	86
<b>2</b>	93
<b>3</b>	115
<b>4</b>	113
<b>TOTAL</b>	407

En las imágenes de la Figura 11 Imágenes de los cortes y fachadas del proyecto NINE se muestra la fachada del proyecto y en los planos anexos a la presente se presentan, por nivel, la distribución del proyecto que se pretende.

Capítulo II

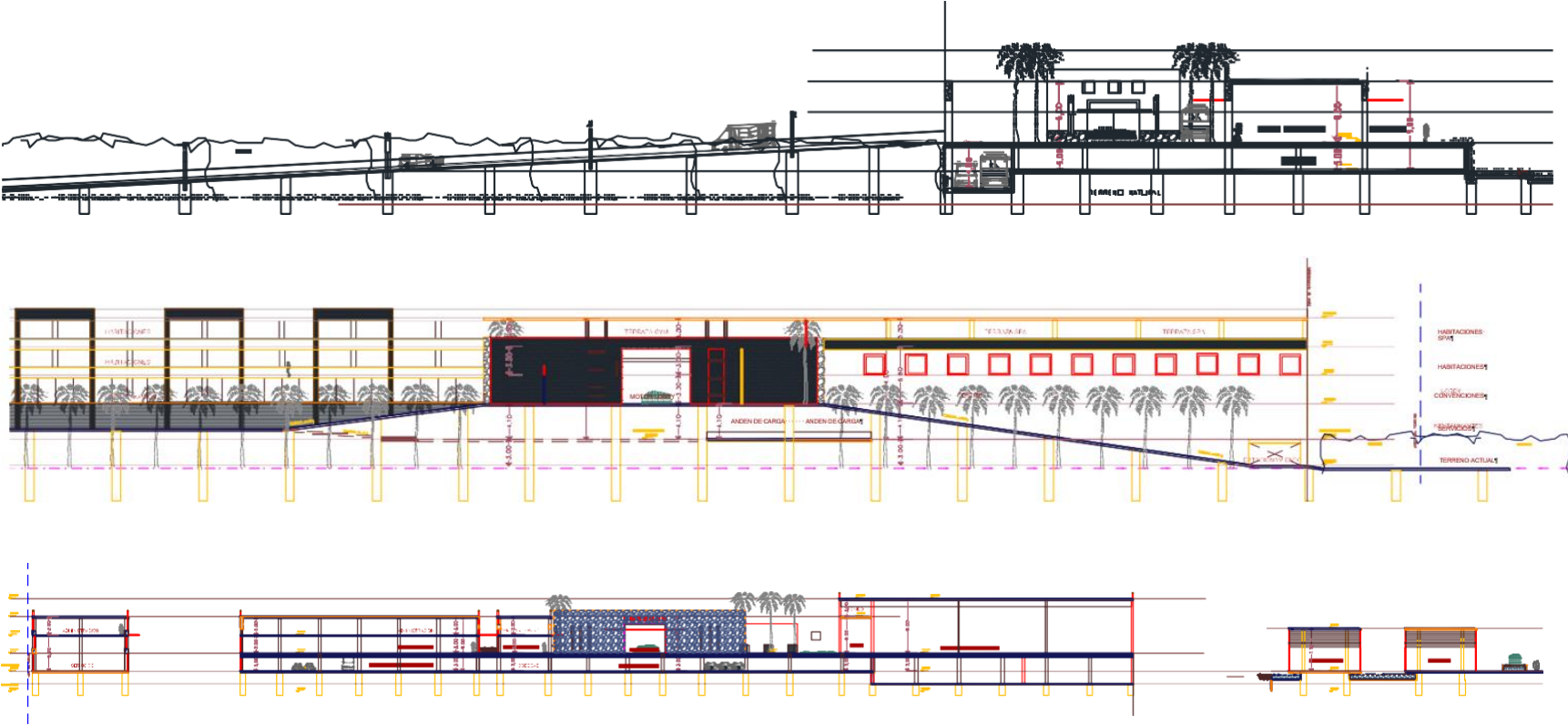


Figura 11 Imágenes de los cortes y fachadas del proyecto NINE

## Capítulo II

### Requerimiento de personal

El desarrollo del proyecto que nos ocupa genera una base de empleos temporales y permanentes, los cuales varían a razón del avance en el frente de preparación y construcción del proyecto, flujo de capitales de desarrollo y requerimientos de la misma obra.

Se estima que por el desarrollo del proyecto se generarán 1,357 empleos totales, en el que resalta la gran demanda de mano de obra directa en la etapa de construcción (Tabla 14 Requerimiento de mano de obra por etapa de desarrollo del proyecto). Ya, durante la etapa de operación, disminuye la mano de obra directa requerida, tiene la ventaja que gran parte de esta es mano de obra especializada y son empleos permanentes.

Tabla 14 Requerimiento de mano de obra por etapa de desarrollo del proyecto

<b>Actividad</b>	<b>Empleo (No.)</b>	<b>Trabajador</b>	<b>Tipo de empleo</b>
<b>Etapa de preparación del sitio</b>			
<b>Ejecución de rescate de fauna</b>	5	Especialista	Temporal, durante las actividades preliminares.
	5	Supervisor	Temporal, durante las actividades preliminares.
	10	Ayudantes	Temporal, durante las actividades del rescate de fauna.
<b>Ejecución de rescate de vegetación</b>	5	Supervisor	Temporal,
	5	Jardinero	Temporal,
	5	Ayudantes	Temporal, durante las actividades del rescate de flora.
<b>Trabajo topográfico (delimitación)</b>	5	Topógrafo	Temporal,
	5	Auxiliar	Temporal,

## Capítulo II

<b>Actividad</b>	<b>Empleo (No.)</b>	<b>Trabajador</b>	<b>Tipo de empleo</b>
<b>Chapeo y deshierbe</b>	5	Gerente	Temporal,
	5	Supervisor	Temporal,
	25	Operarios	Temporal,
	50	Peones	Temporal,
<b>Triturado de vegetación</b>	5	Supervisor	Temporal,
	5	Operario	Temporal,
	5	Peón	Temporal,
<b>Nivelación</b>	1	Gerente de obra	Temporal,
	5	Subgerente	de obra
	2	Coordinador	de obra
	3	Capataz de obra	Temporal,
	480	Cabo de obra	Temporal,
<b>Seguimiento técnico</b>	5	Especialista	Permanente.
<b>Residentes</b>	de obra	3	Encargado
<b>Supervisor</b>	15	Supervisor	Permanente.
<b>Vigilantes</b>	20	Vigilancia	Permanente.
<b>Administrativo</b>	35	Personal	de oficina
<b>Etapas de construcción</b>			
<b>Jardinería</b>	5	Supervisor	Temporal, al final de la etapa de construcción.
	25	Jardineros	Temporal, al final de la etapa de construcción.
<b>Obra</b>	5	Seguimiento técnico	Permanente
	1	Gerente de obra	Permanente.
	2	Subgerente de obra	Permanente

## Capítulo II

Actividad	Empleo (No.)	Trabajador	Tipo de empleo
	3	Coordinador de obra 1	Temporal, durante las actividades constructivas
		Coordinador de obra 2	Temporal, durante las actividades constructivas
		Capataz de obra 1	Temporal, durante las actividades constructivas
		Capataz de obra 2	Temporal, durante las actividades constructivas
		Capataz de obra 3	Temporal, durante las actividades constructivas
	480	Cabo de obra	Temporal, durante las actividades constructivas
<b>Programa de manejo de residuos</b>	1	Coordinador de obra	Temporal, durante las actividades constructivas
	3	Capataz de obra	Temporal, durante las actividades constructivas
	20	Peón	Temporal, durante las actividades constructivas
<b>Etapas de operación y mantenimiento</b>			
<b>Personal de limpieza</b>	25	Encargado de limpieza	Permanente
<b>Mantenimiento</b>	20	Encargado de mantenimiento y verificación	Permanente
<b>Vigilancia</b>	25	Vigilantes y veladores	Permanente
<b>Administrativo</b>	25	Administración	Permanente

De acuerdo con lo anterior, se tiene que el proyecto considera generar con el desarrollo del proyecto un aproximado de 1,357 empleos directos, entre temporales y permanentes.

## Capítulo II

Si consideramos la relación de que por cada empleado directo se generan 2 empleos indirectos adicionales, se estarían generando 4,071 empleos totales por el desarrollo integral del proyecto.

## Capítulo II

### II.2.1. Programa de trabajo

El desarrollo de las obras y actividades que se someten a consideración de la SEMARNAT serán ejecutadas en un periodo de 10 años para la preparación de sitio y construcción y 99 adicionales para la operación y mantenimiento del proyecto.

Los periodos anteriores son para que la promovente, de ser el caso, pueda enfrentar cualquier eventualidad o contratiempo.

El siguiente cronograma muestra, de manera general, las fases, tiempos, obras y actividades que comprenden la ejecución del proyecto que se pretende.

Tabla 15 Cronograma de actividades para el proyecto

Concepto	Desarrollo del proyecto (año)																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	...	...	98	99		
<b>PREPARACIÓN DE SITIO</b>																			
<b>Rescate de flora y fauna.</b>																			
<b>Trazo de áreas (Topografía)</b>																			
<b>Delimitación</b>																			
<b>Limpieza del sitio (retiro de residuos y deshierbe)</b>																			
<b>Nivelación</b>																			
<b>Obras preliminares (Caseta y área de mantenimiento, comedor, bodegas, instalaciones).</b>																			



## Capítulo II

Concepto	Desarrollo del proyecto (año)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	...	...	98	99	
<b>CONSTRUCCIÓN</b>																		
Nivelación		■	■	■	■	■	■											
Conformación de terracerías e infraestructura		■	■	■	■	■												
Hincado de pilotes		■	■	■	■	■												
Losa o plataforma		■	■	■	■	■	■											
Levantamiento de los elementos			■	■	■	■	■											
Muros y albañilería			■	■	■	■	■											
Instalaciones				■	■	■	■											
Cancelería exterior					■	■	■	■										
Carpintería						■	■	■	■									
Instalación de bombas y equipos						■	■											
Mobiliario y decoración							■	■	■	■								
Jardinería								■	■									
<b>OPERACIÓN</b>																		
Fase de pruebas y operación y mantenimiento										■	■	■	■	■	■	■	■	

## Capítulo II

### II.2.2.Representación gráfica regional

Regionalmente el predio del proyecto se ubica al noreste del estado de Quintana Roo, este del municipio de Puerto Morelos, siendo este el municipio de más reciente creación en el Estado, colindando con el mar Caribe, a aproximadamente 35 km al sur de la ciudad de Cancún y 32 de la ciudad de Playa del Carmen; sobre la franja denominada como Riviera Maya. Localmente se encuentra entre los recintos portuarios “Muelle de transbordador” y la escollera “Punta Tampa” (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Al este del predio se encuentra la carretera 357 “Cancún – Tulum, a aproximadamente 1,900 m de distancia en línea recta entre los puntos más cercanos, ubicándose a la altura del km 320 donde se encuentra el jardín botánico de ECOSUR “Dr. Alfredo Barrera Marín” y la carretera que lleva a Leona Vicario. El área existente entre el predio del proyecto y la carretera federal resalta por ser parte del humedal de Puerto Morelos. Por este mismo lado, el predio colinda con la avenida Boulevard El Cid, la cual comunica con la localidad de Puerto Morelos, estando la entrada al predio del proyecto a 850 m de la calle Cozumel del centro de población y 1,450 m de la calle José Ma. Morelos que conecta la colonia centro de Puerto Morelos con la carretera federal 357 y la colonia Joaquín Zetina Gasca.

Al ubicarse dentro del corredor denominado Riviera Maya, que es la zona turística que corre a lo largo de la costa del mar Caribe en los 130 km entre Isla Blanca y Punta Allen, dentro de la reserva de la biósfera de Sian Ka'an, en el estado de Quintana Roo, cuenta con eficientes vías de comunicación secundarias que se conectan directamente a la carretera federal 357. Además, con la finalidad de mejorarla y ampliar los servicios de comunicación en la región se tiene planeado la construcción de una vía férrea que comunicaría los diversos centros y desarrollos turísticos de la Riviera con otros importantes centros turísticos y culturales de la Península de Yucatán.

Esta vía de comunicación cumple una importante función en la comunicación interestatal y con los estados aledaños a Quintana Roo, lo que favorece el movimiento de la población y turistas, así como de los productos básicos que se demandan. Sin poner en dudas la relevancia de esta vía de comunicación, también es cierto que su construcción y operación representa ser una barrera que rompe la conectividad, los

## Capítulo II

corredores biológicos y flujos de agua que existían entre la costa del mar Caribe con las áreas con vegetación forestal existe en el lado opuesto de la carretera federal.

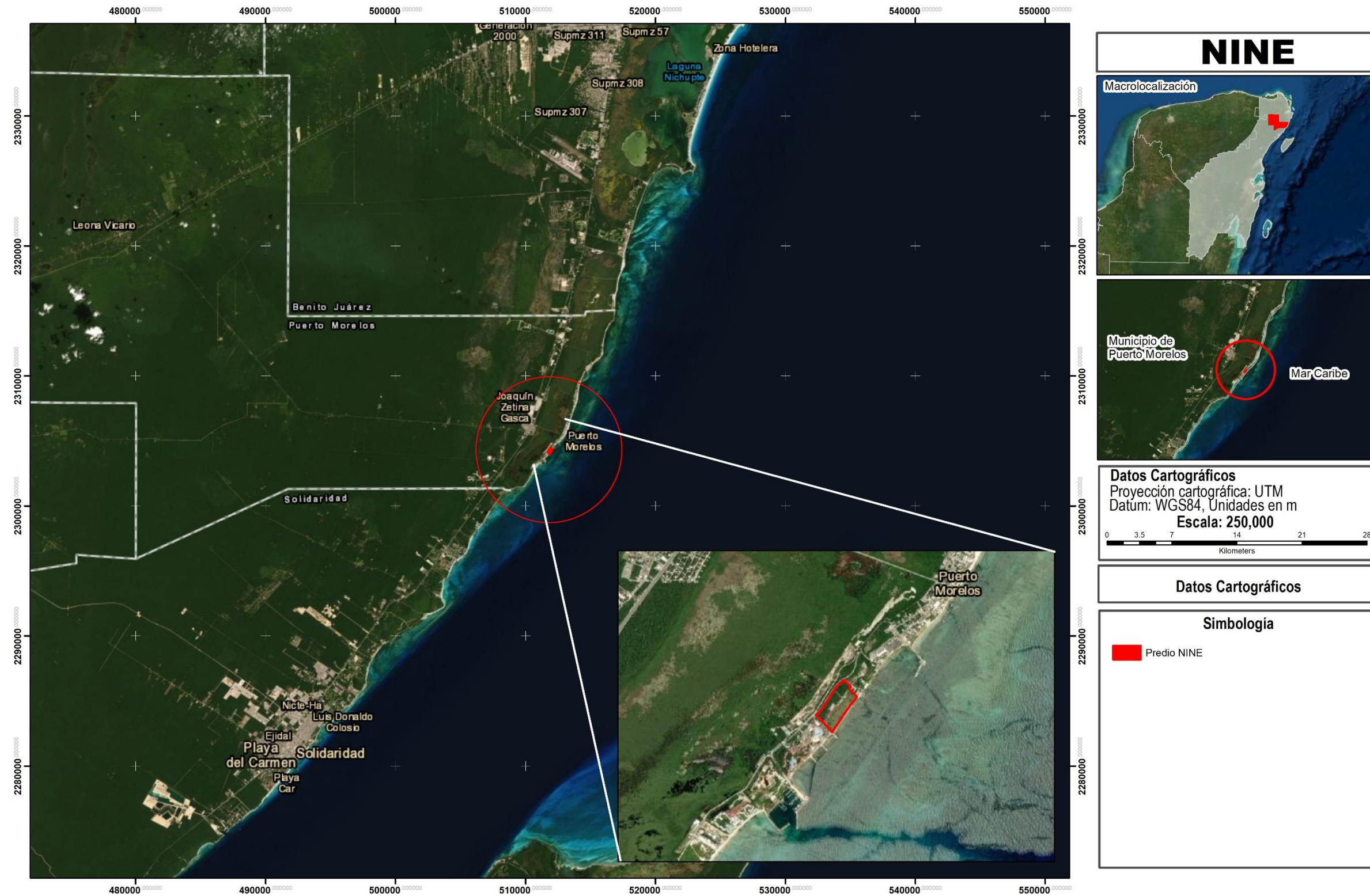


Figura 12 Ubicación geográfica regional del predio del proyecto.

## Capítulo II

Las Selvas cálido-húmedas componen una ecorregión terrestre que cubren 14% del territorio nacional. En sus alrededores se encuentra limitada por la Planicie Costera del Golfo de México, la parte occidental y sur de la Planicie Costera del Pacífico, la parte más alta de la península de Yucatán y las porciones bajas de la Sierra Madre de Chiapas.

Dentro de sus características físicas se encuentran las colinas metamórficas plegadas cubiertas por terreno aluvial delgado, por lo que, el suelo de esta región está formado por depósitos aluviales. Por otra parte, la geología de la zona está dominada por rocas de tipo calcáreas.

Como su nombre lo indica, en esta ecorregión se distribuyen selvas perennifolias y subperennifolias, así como, las deciduas. En términos de biodiversidad, estas comunidades vegetales son las más ricas del mundo.

Los Humedales del Caribe Mexicano corresponden a una ecorregión de nivel III, es decir, forma parte de la ecorregión I "Selvas cálido-húmedas". Estos humedales abarcan una superficie de 778137 ha y se encuentran ubicados en la zona costera frente al Mar Caribe.

Las características y condiciones que estos ecosistemas poseen representan sitios de reproducción, alimentación y criadero para especies de diferentes grupos faunísticos, por lo tanto, son centros de biodiversidad donde la riqueza de especies es extensa. En este mismo sentido, es importante resaltar que la riqueza florística que los humedales albergan es alta, además se distribuyen especies que se encuentran listadas en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El predio del proyecto se ubica en una región donde existe un gran corredor con importantes y reconocidos desarrollos turísticos, inmersos en áreas verdes donde predomina la vegetación de selva mediana subperennifolia, baja subcaducifolia, matorral costero y humedales. Como ya se mencionó, el predio se encuentra aledaño a la zona del humedal de Puerto Morelos, donde predomina el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), pero también con presencia de las especies de mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), y donde resalta la presencia de la subespecie del mangle botoncillo (*Conocarpus erectus* var. *sericeus*).

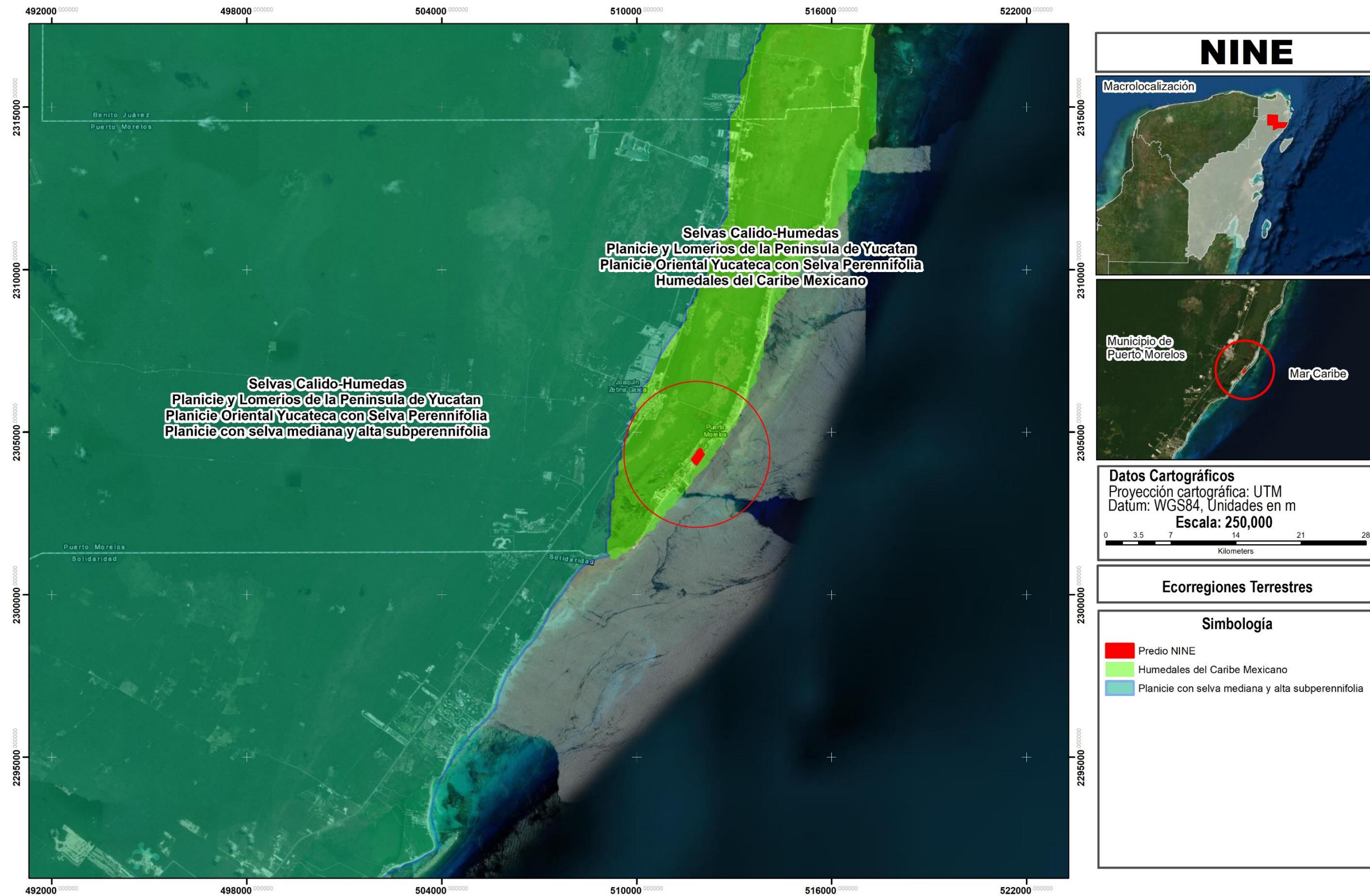


Figura 13 Ubicación del proyecto con respecto a las Ecorregiones .

## Capítulo II

Es útil para el diseño del proyecto conocer la dinámica ambiental de la región mediante imágenes satelitales. Para ello se descargó una imagen satelital del sensor MSS de la Misión Landsat, esta imagen con fecha de 1979, muestra como existe fragmentación del hábitat desde aquel entonces, representado principalmente por vías de comunicación y algunos desarrollos de pequeño-mediano tamaño. Ahora bien, independientemente de este tipo de fragmentación, se muestra claramente la existencia de grandes parches de vegetación hidrófila y lagunas, además de una frontera de vegetación que tiene una probabilidad muy alta de tratarse de manglares<sup>9</sup> (Figura 14 Imagen satelital landsat MSS 1979-02-05.).

Por otro lado, se descargó una imagen satelital del sensor OLI<sup>10</sup> de la misión Landsat con fecha del 7 de septiembre del 2021. Encontrando que es evidente el crecimiento de la mancha urbana pero se mantiene la vegetación hidrófila, de manglares y selvas dentro de la región (Figura 15 Imagen satelital landsat OLI 2021-09-07.).

Una comparativa de las imágenes satelitales evidencia el establecimiento de diversos desarrollos turísticos en frente de playa, situación que queda clara en la comparación de la Figura 16 Comparativo entre imagen OLI y MSS.

También puede apreciarse que a pesar del desarrollo turístico, las dinámicas hidrológicas se han mantenido en un estado medio de conservación, permitiendo la permanencia de vegetación hidrófila, manglares y aquellas asociadas a este tipo de procesos. Estas dinámicas se estudiarán en mayor detalle en el Capítulo 4 del presente estudio.

En el área específica del proyecto, también es importante destacar que el 12 de noviembre de 2008, mediante oficio 03/ARRN/1222/08, se autorizó a la empresa Desarrollos Turísticos Morelos, S.A. de C.V., el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en una superficie de 2.53 ha de un total de 6.420 ha. De acuerdo con lo

---

<sup>9</sup> Cabe destacar que los ejercicios mediante imágenes satelitales de periodos tan antiguos (1979), solo permiten identificar tendencias en la vegetación y parches de la misma por asociaciones vegetales. Asimismo, solo permiten conocer la posible frontera o límite entre tipos de vegetación que existen actualmente ya no presentan registros históricos puntuales que permitan la identificación de firmas espectrales u otras.

<sup>10</sup> Se presenta el detalle técnico de la descarga y uso de las imágenes satelitales anteriores en el Capítulo 8 de la presente Manifestación de Impacto Ambiental

## Capítulo II

establecido en el numeral XXVII del oficio resolutivo con una vigencia de 2 años, para posteriormente llevar a cabo el inicio del cambio de uso de suelo en terrenos forestales por 2.53 ha el 23 de noviembre de 2009.

Lo anterior se menciona en virtud de que al tratarse de una Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional, es de vital importancia para el diseño del proyecto y la identificación de impactos ambientales residuales y sinérgicos en el SAR, el conocimiento histórico, así como la dinámica del medio ambiente en el mismo.



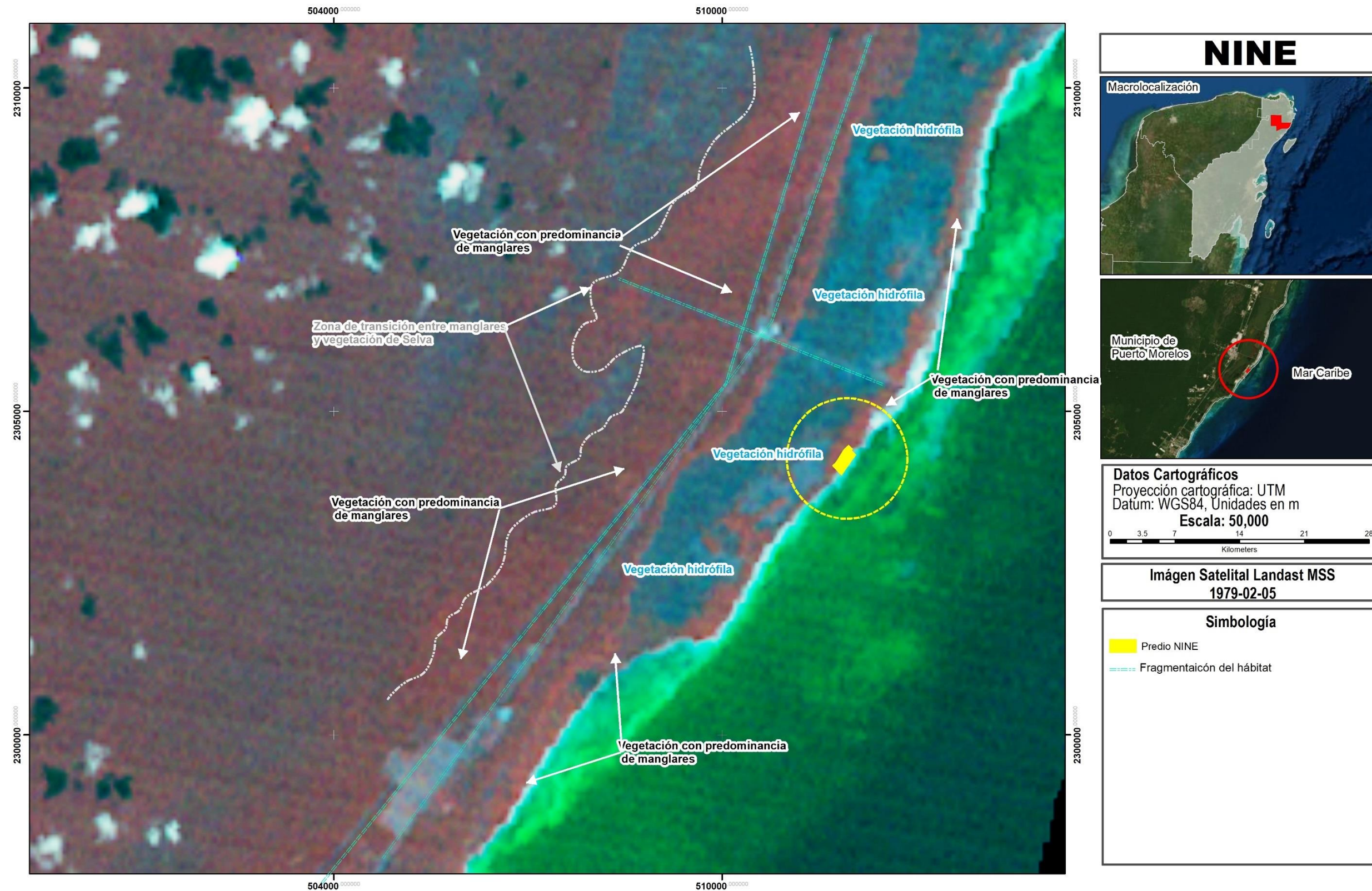


Figura 14 Imagen satelital landsat MSS 1979-02-05.

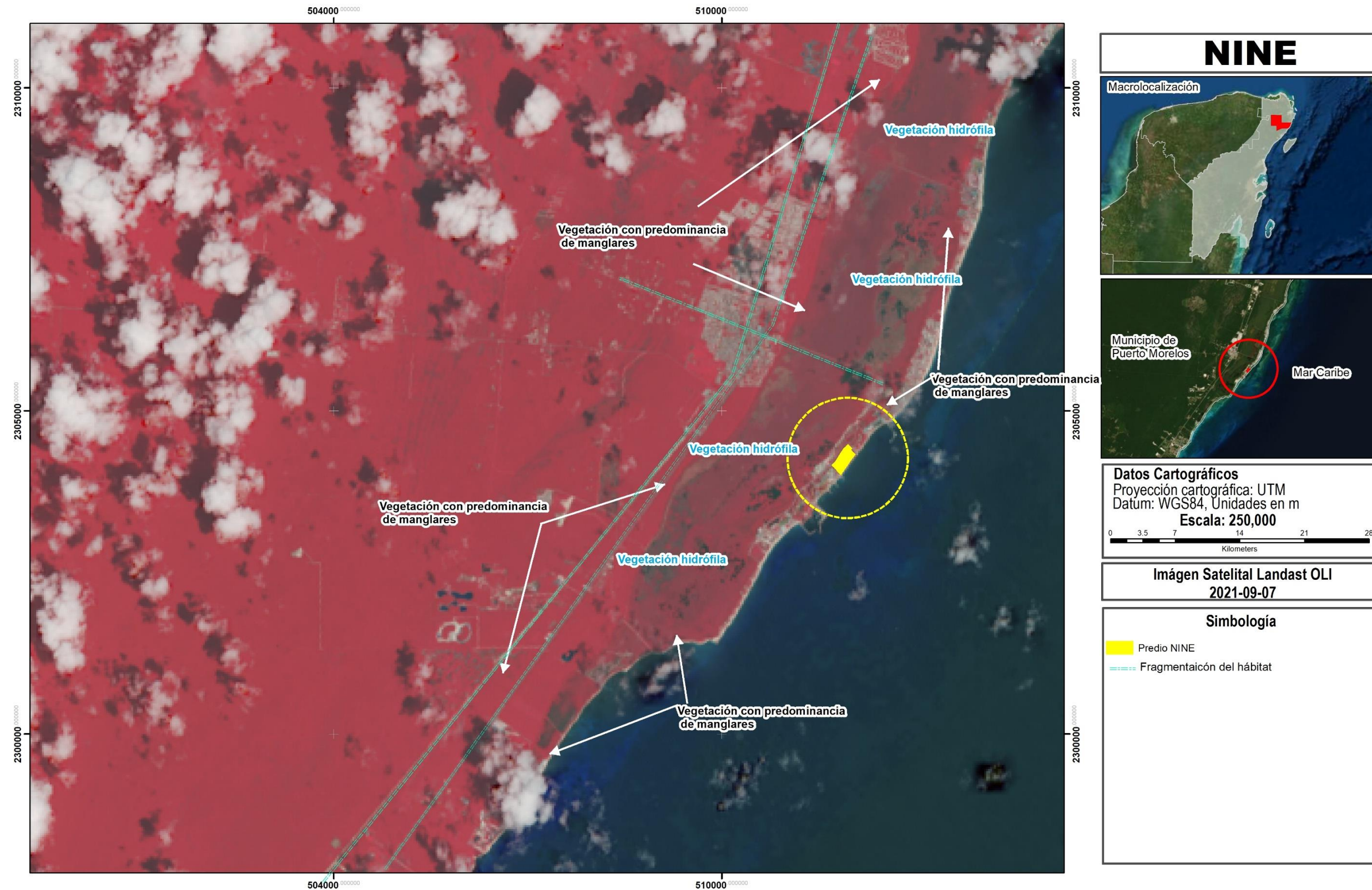


Figura 15 Imagen satelital landsat OLI 2021-09-07.

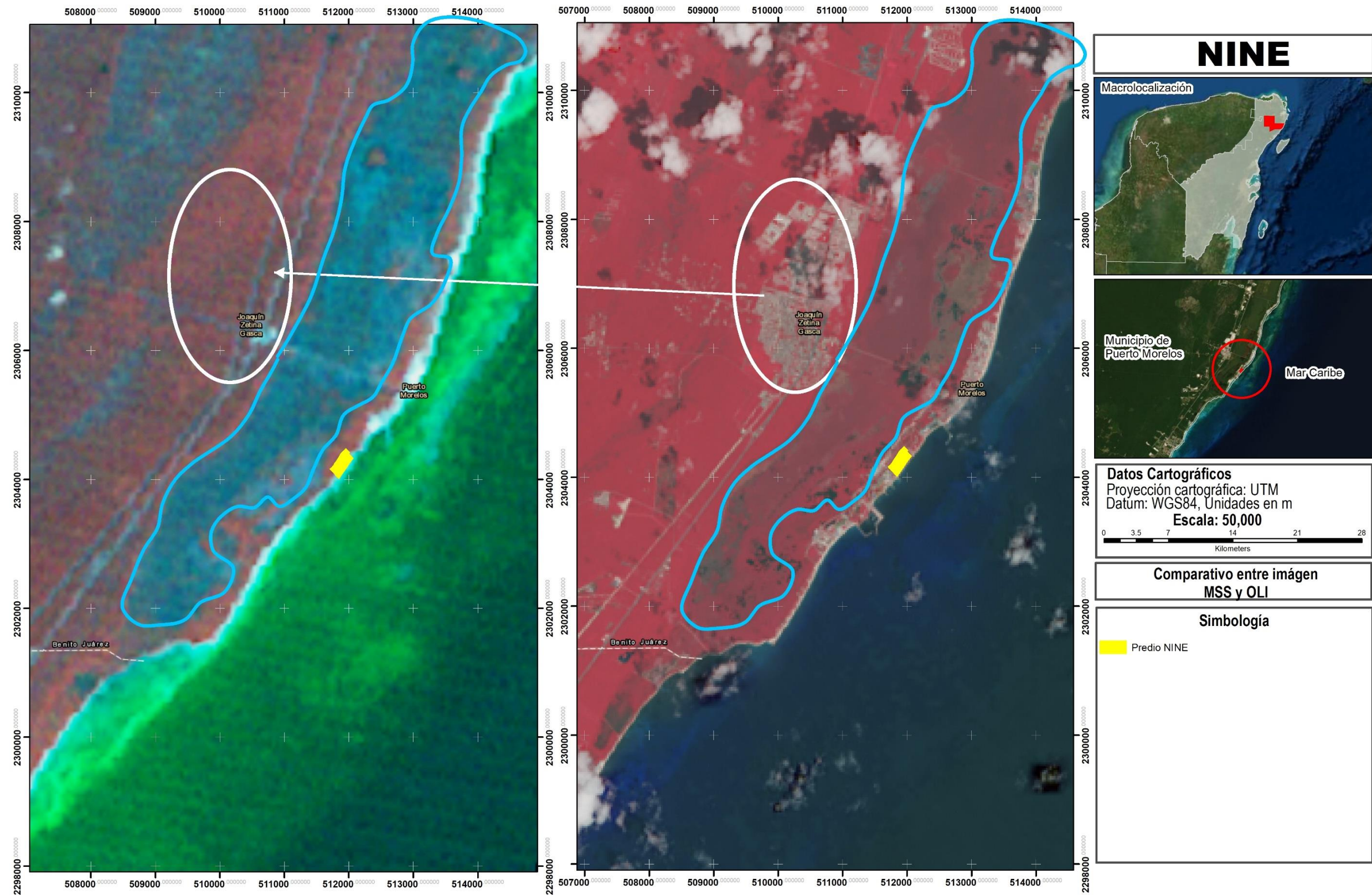


Figura 16 Comparativo entre imagen OLI y MSS

## Capítulo II

### II.2.3.Representación gráfica local

Para poder caracterizar a profundidad el predio donde se pretende desarrollar el proyecto se realizó un sobrevuelo LiDAR<sup>11</sup>.

El vuelo LiDAR se realizó empleando un dron especializado de tipo Matrice 300 RTK<sup>12</sup> de la marca DJI. Las principales ventajas de proceder con este tipo de levantamientos es que se puede tener una nube de puntos con precisión de milímetros tanto del terreno como de la vegetación (a través de perfiles).

En el Capítulo 8 del presente documento se abordan tanto la ficha técnica como las características técnicas del equipo y sensor empleados.



Figura 17 Matrice 300 RTK

---

<sup>11</sup> Un lidar o lidar (acrónimo del inglés LiDAR, Light Detection and Ranging o Laser Imaging Detection and Ranging) es un dispositivo que permite determinar la distancia desde un emisor láser a un objeto o superficie utilizando un haz láser pulsado. La distancia al objeto se determina midiendo el tiempo de retraso entre la emisión del pulso y su detección a través de la señal reflejada.

<sup>12</sup> RTK (del inglés Real Time Kinematic) o navegación cinética satelital en tiempo real, es una técnica usada para la topografía, maquinaria agrícola y navegación marina basado en el uso de medidas de fase de navegadores con señales GPS, GLONASS y/o de Galileo, donde una sola estación de referencia proporciona correcciones en tiempo real, obteniendo una exactitud submétrica.

## Capítulo II

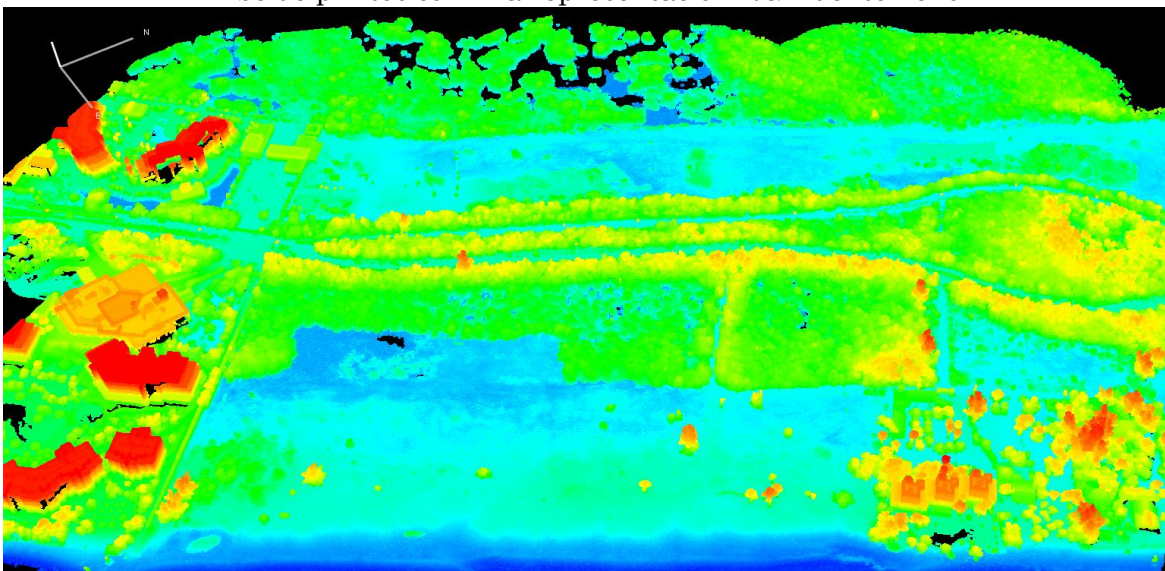
Adicionalmente se obtuvo una ortofoto con precisión de 1 cm empleando una cámara fotogramétrica especial para este tipo de equipos.

La nube de puntos muestra las condiciones en las cuales se encuentra el terreno con respecto a sus diferentes colindancias en diferentes estratos.

La siguiente figura (Figura 18 Nube de puntos capturada por LiDAR) muestra la nube de puntos captada en su conjunto.



Nube de puntos con una representación RGB del terreno



Nube de puntos con una representación de gradiente por elevaciones

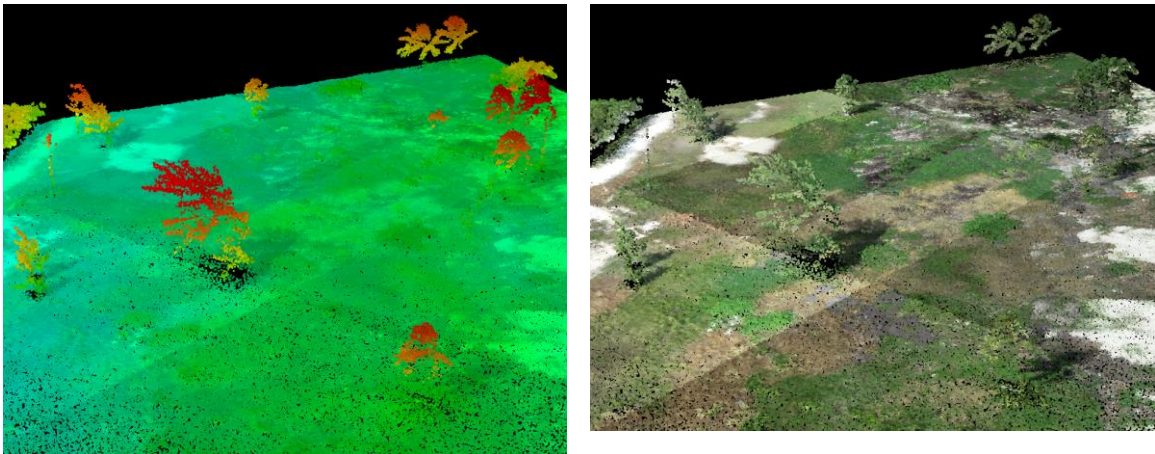
Figura 18 Nube de puntos capturada por LiDAR

## Capítulo II

La siguiente figura (Figura 19 Detalle de la nube de puntos dentro del área de proyecto) muestra el detalle de algunos elementos dentro de la nube de puntos.

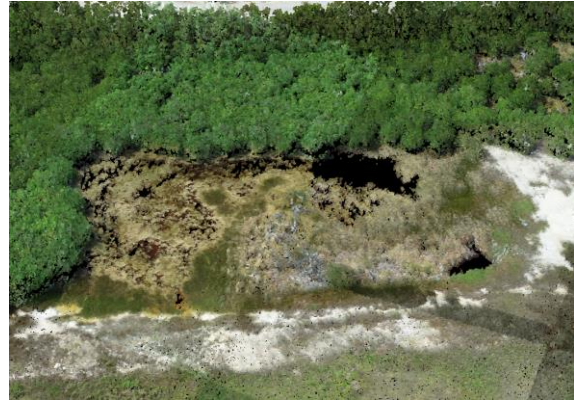
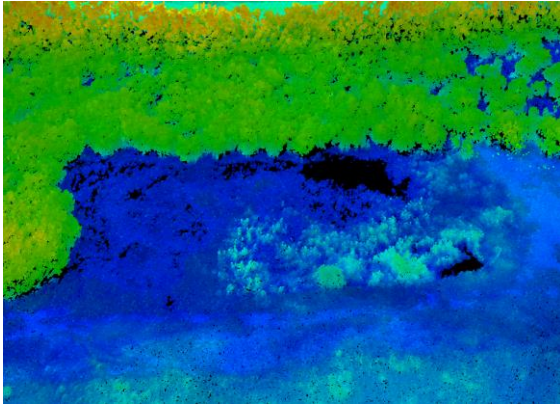


Ejemplo del detalle levantado en el lindero Suroeste

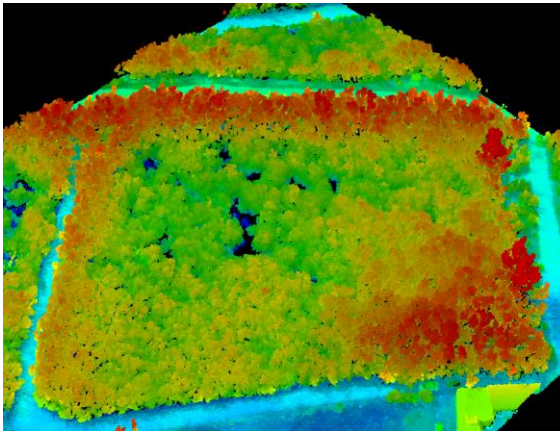


Detalle de palmeras y Casuarinas

## Capítulo II



Detalle de un área de tular contenido dentro del terreno.



Detalle de un área un parche de manglar dentro del terreno.

Figura 19 Detalle de la nube de puntos dentro del área de proyecto

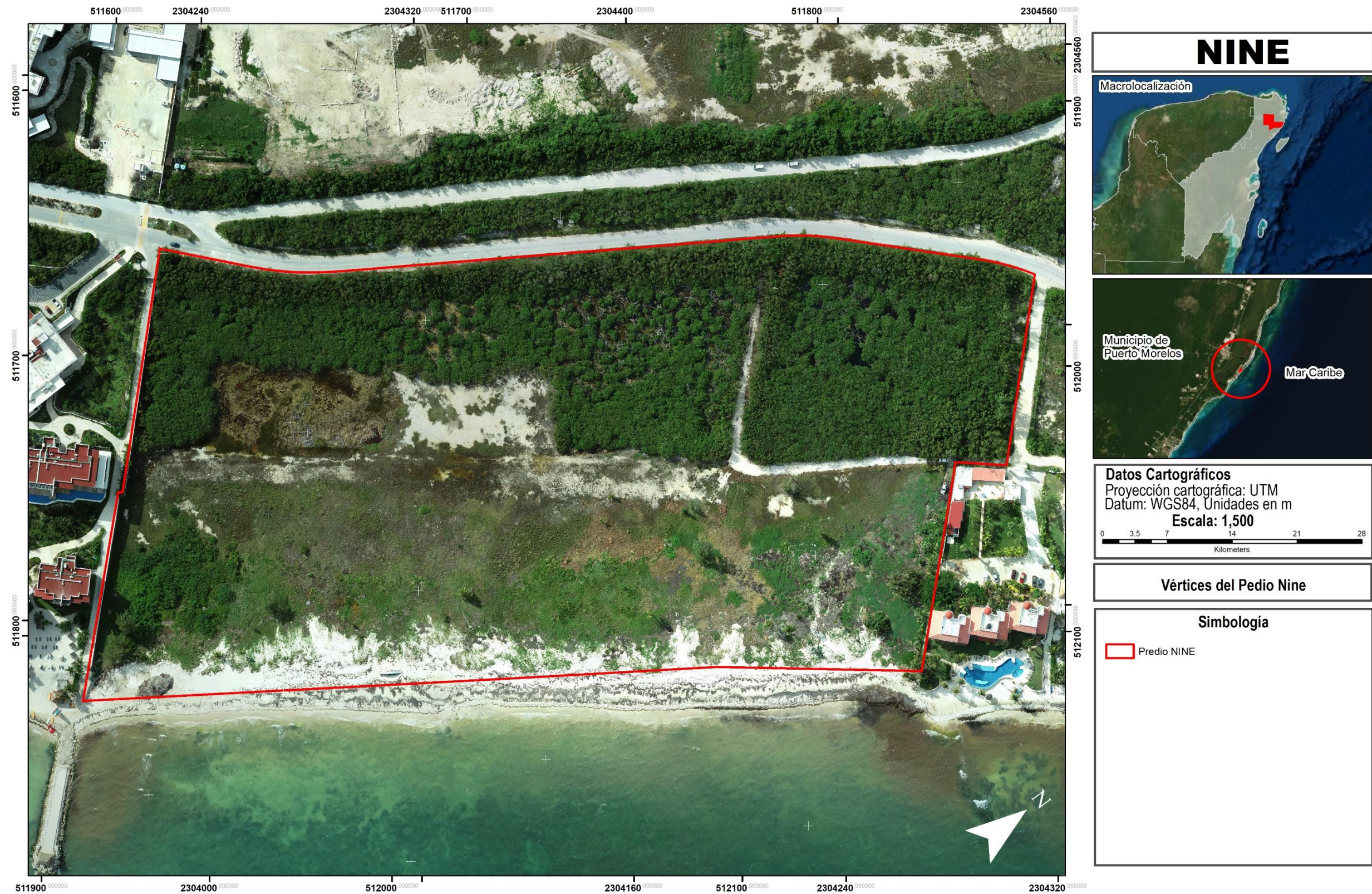


Figura 20 Ortofotografía generada sobre el terreno



## Capítulo II

Cruzando la información de la nube de puntos y la ortofoto generada, se identifican los principales elementos que conforman el paisaje del proyecto (Figura 21 Elementos que conforman el paisaje dentro del predio).

Finalmente, las siguientes imágenes muestran, primero un Modelo Digital de Superficie sobrepuesto sobre la ortofoto para conocer las diferencias de altura dentro del terreno y finalmente una Ortofoto que tiene sobrepuestas las áreas de conservación (verde); obras sin sellamiento de suelo (café) y obras con sellamiento de suelo (rojo) (Figura 22 Distribución de la zonificación del proyecto sobre la ortofoto).

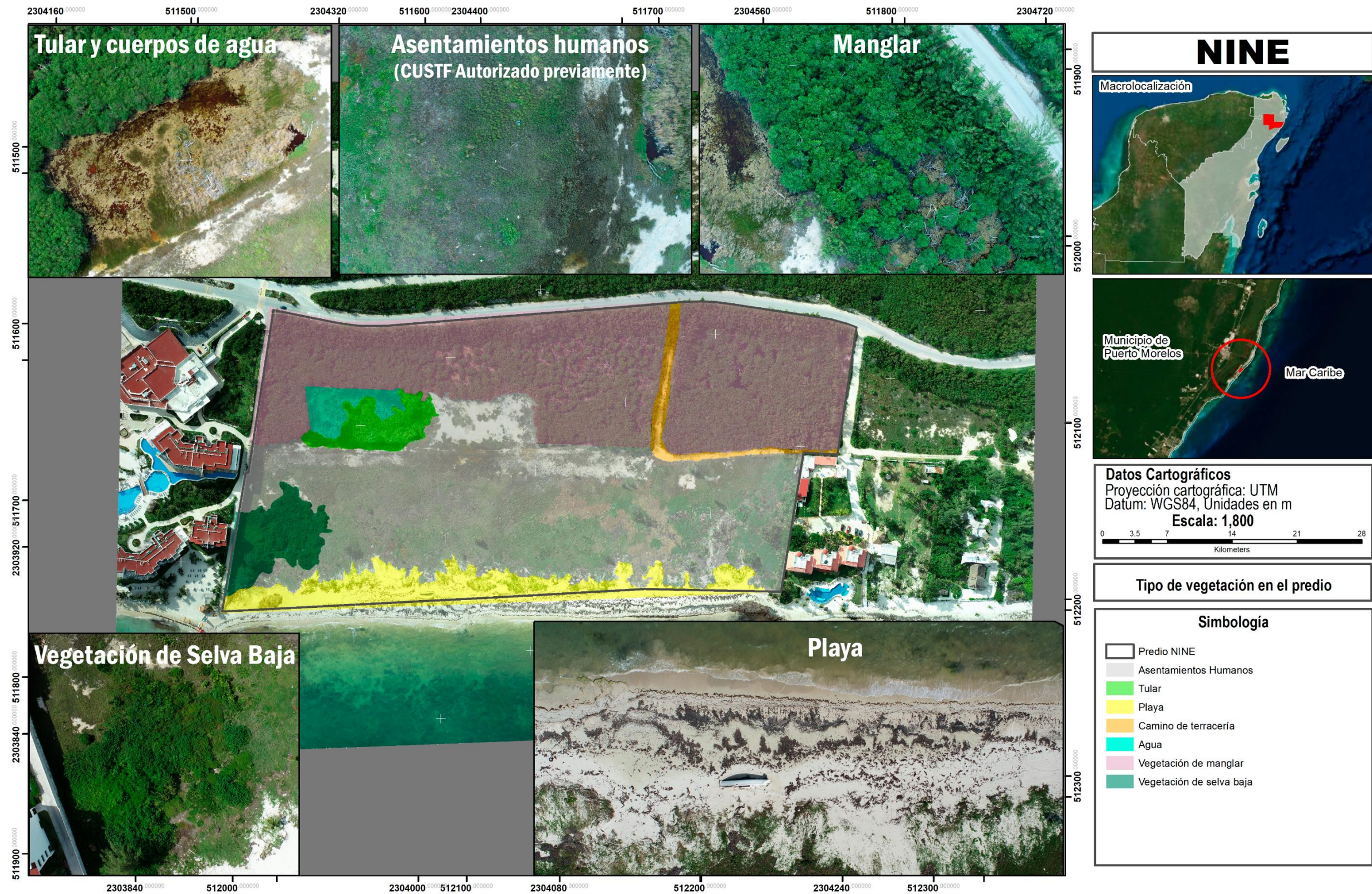


Figura 21 Elementos que conforman el paisaje dentro del predio



Figura 22 Distribución de la zonificación del proyecto sobre la ortofoto

## Capítulo II

### II.2.4.Preparación del sitio y construcción

#### II.2.4.1.Preparación del sitio

Las actividades y obras requeridas durante esta etapa se presentan en el Programa general de trabajo anteriormente indicado. Estas consistirán, básicamente, en el trazado de áreas, retiro de residuos que se han acumulado durante este tiempo, el deshierbe y chapeo de áreas que lo requieran, excavación, nivelación del terreno e hincado de pilas para el área de vialidad infraestructura y delimitación, edificaciones; además de servicios, tales como: el sistema de drenaje pluvial y sanitario, la subestación y red eléctrica, la red telefónica y la planta de tratamiento de aguas residuales y de ósmosis inversa.

Las actividades propias de esta etapa se describen a continuación:

**Marcado y rescate flora:** En las áreas delimitadas y consideradas para el deshierbe, se implementará una campaña para el rescate y reubicación de flora silvestre coordinada por un especialista en identificación y manejo de vegetación y personal de apoyo. Esto con la finalidad de identificar y marcar todos los ejemplares susceptibles de ser rescatados y reubicados, especialmente los que se encuentren en categoría de riesgo listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Una vez que los ejemplares a rescatar hubieran sido identificados y seleccionados, se llevará a cabo la actividad usando la técnica de rescate. Los ejemplares rescatados se transportarán para trasplante o al vivero provisional para su mantenimiento. Este vivero será ubicado temporalmente dentro de las áreas de aprovechamiento del proyecto, seleccionando una de las áreas que estén planeadas a desarrollarse al final del proyecto para evitar posibles afectaciones.

**Rescate de fauna:** Paralelo a las actividades de marcado y rescate de especies de flora, se recorrerá las áreas de deshierbe con la finalidad de rescatar animales de baja movilidad y de trasladarlos a las áreas de conservación de vegetación. Previo a su traslado, cada organismo será identificado y registrado en formatos especiales diseñados por la supervisión ambiental del proyecto.

**Trazo de las áreas de deshierbe chapeo y conservación:** Se realiza el trazo topográfico de los diferentes componentes del proyecto conforme con lo trazado de las obras en los planos. Con cintas plásticas y mallas se delimitan las áreas que serán conservadas e

## Capítulo II

incorporadas al diseño del proyecto y las áreas que serán limpiadas o chapeadas para la construcción de la infraestructura.

Una vez localizado cada punto de referencia con equipo topográfico, se marcan en el terreno con estacas de madera y se delimitan los espacios de intervención, así como las áreas de conservación.

Deshierbe y limpieza del terreno: Una vez que ha sido efectuado el rescate de flora y fauna se realizan las actividades de deshierbe y limpieza del predio. Los sobrantes serán retirados del sitio.

Manejo de materiales, maquinaria y equipo: Para la preparación del sitio se requiere del uso de maquinaria pesada, vehículos para transporte de materiales y equipo, entre otros. Se exigirá al contratista que el equipo se encuentre en óptimas condiciones mecánicas con la finalidad de evitar fallas en el frente de trabajo y retrasos en la etapa correspondiente.

### A. Descripción de obras y actividades provisionales.

Casetas y área de mantenimiento: Se habilitará una caseta de vigilancia para tener control del acceso y salida al predio del proyecto. Esta instalación es provisional y se construiría con materiales recuperables que se desmontan antes de la etapa de operación del proyecto.

Instalaciones sanitarias: Se construirán sanitarios semifijos temporales conectados a un biodigestor principalmente para uso de los trabajadores administrativos, pero no exclusivo. Además, dichas instalaciones serán complementadas con la instalación con sanitarios portátiles, principalmente en los frentes de trabajo más alejados de los sanitarios temporales (Figura 23 Ejemplo de la instalación y mantenimiento de la fosa de un sanitario temporal en sitio de construcción y de un baño portátil instalado en un frente de trabajo para uso de los trabajadores). Se mantendrá una relación de 20 trabajadores por letrina y no deberán estar alejadas a más de 200 m de los sitios de trabajo. Estos serán retirados antes de la etapa de operación del proyecto.

## Capítulo II



Figura 23 Ejemplo de la instalación y mantenimiento de la fosa de un sanitario temporal en sitio de construcción y de un baño portátil instalado en un frente de trabajo para uso de los trabajadores

Los sanitarios semifijos temporales por habilitar para el uso de los trabajadores, principalmente administrativos, pero no exclusivo, estarían conectados a un biodigestor con capacidad diferenciada de 1,300 y 7,000 L. Dada sus característica, funcionalidad y operatividad, éstos se retirarían una vez que se termine la etapa de construcción del proyecto y estén habilitados los fijos del proyecto.

Los biodigestores por instalar son del tipo “Rotoplas” con autolimpieza. Este tipo de biodigestores tienen como característica que cumplen con las especificaciones de la norma oficial mexicana NOM-006-CONAGUA-1997 “Fosas sépticas prefabricadas-Especificaciones y métodos de prueba”, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de enero de 1999. Los biodigestores autolimpiables emplean una tecnología apropiada para el cuidado y protección ambiental, además de la salud de los trabajadores, ya que evita la disposición y esparcimiento de las heces al ambiente y, además, permite que éstas se pueden usar como fuente de energía relativamente limpia. Este sistema tiene las siguientes ventajas:

- Evita la dispersión de malos olores en el medio ambiente en un 90%, llegando incluso a controlarlos totalmente.
- Se controla la proliferación de insectos.
- Se evita totalmente la contaminación de los suelos y mantos acuíferos.
- No se produce humo.
- La materia orgánica generada se puede usar como abono.

## Capítulo II

- Están contruidos de una sola pieza para evitar fugas y agrietamientos y el material con el que está contruido evita la corrosión y es resistente a fuertes impactos.
- Su sistema autolimpiable permite extraer los lodos que se generan en el proceso de tratamiento sin necesidad de usar equipos especiales o sustancias riesgosas.
- De fácil mantenimiento. Cada año, o antes según la intensidad de uso, se abre la válvula para que el lodo acumulado y digerido fluya al registro de lodos. Una vez hecha la purga, la válvula se cierra y así se mantiene hasta el siguiente mantenimiento.

Este tipo de biodigestores se pueden usar en zonas rurales como en áreas urbanas, tanto para uso familiar como para oficinas. Dependiendo del tipo de usuario es la capacidad estimada, de acuerdo con la ficha técnica de la empresa Rotoplas, un biodigestor RP-3,000 (3,000 L), puede abastecer hasta 100 personas cuando son para uso en oficinas, considerando un aporte de 30 L por usuario y, un RP-7,000 (7,000 L), puede funcionar hasta para 233 personas del mismo tipo de usuarios. En la Tabla 16 Características descriptivas de los biodigestores a instalar durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto., se presentan las principales características de cada tipo de biodigestor a instalar.

Tabla 16 Características descriptivas de los biodigestores a instalar durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto.

Concepto	Biodigestor	
	RP-3,000	RP-7,000
<b>Usuario rural (aportación diaria 130 L persona-1)</b>	25	60
<b>Usuario urbano (aportación diaria 260 L persona-1)</b>	10	23
<b>Usuario oficina (aportación diaria 30 L persona-1)</b>	100	233
<b>Dimensiones</b>		
<b>Altura máxima con tapa (m)</b>	2.1	2.6
<b>Diámetro máximo (m)</b>	2	2.4
<b>Diámetro boca de entrada (cm)</b>	45.72	45.72
<b>Diámetro para aguas negras (cm)</b>	10.16	10.16

## Capítulo II

Concepto	Biodigestor	
	RP-3,000	RP-7,000
Diámetro salida de aguas negras (cm)	5.08	5.08
Diámetro salida de lodos (cm)	10.16	10.16

La instalación del tanque biodigestor puede ir total o parcialmente enterrado, entendiéndose como parcialmente enterrado cuando este va al menos la mitad de la altura del biodigestor. Para enterrarlos se cava un hoyo dependiendo según la profundidad a la que se vaya a enterrar; al final de la excavación se deja un ángulo de la misma forma de la base del biodigestor. El ángulo de la excavación va a depender de la estabilidad del suelo, siendo de entre 45° y 60° en suelos plásticos o rocosos inestables, de entre 60° y 75° cuando sea un suelo estable o se trate de tepetate y, de 90° cuando sea suelo duro o roca; esto es para darle mayor estabilidad al biodigestor. El hoyo por cavar debe tener unos 20 – 30 cm más de diámetro que el diámetro mayor del tanque biodigestor para que al momento de su instalación rellenar el espacio libre entre la pared del hoyo y el biodigestor con gravilla de un diámetro de entre ¼ y ½”, la cual se va compactando manualmente en capas de 30 cm, con la finalidad de darle estabilidad al biodigestor.

En el caso específico del proyecto, el biodigestor será enterrado totalmente, ello a pesar de la gran estabilidad que le brinda el subsuelo del predio, pero se hace con la finalidad de proteger la tubería de conexión contra posibles daños durante las actividades de la obra, dejando un ángulo en la base de la cavidad de 90°. Para evitar daños al biodigestor por el flujo que habría en el predio, el área del tanque se aislará mediante cerca con malla ciclónica, dejando una puerta para poder entrar a hacer el mantenimiento.

Durante el proceso de instalación, antes de llegar con el relleno a la zona de conexión de tuberías, se conectan las tuberías de descarga de aguas residuales de los sanitarios a la entrada de aguas residuales del biodigestor, así como la tubería de descarga de agua tratada y la válvula de extracción de lodos y se instala el registro de lodos. La tubería de conexión que se usa en estos casos es de tipo PVC sanitario DWV Ced-40 Marca



## Capítulo II

Durman o Similar, Las conexiones tubo a tubo se realiza con pegamento para PVC y, en las conexiones con cuerda del biodigestor solo llevan cinta teflón.

Una vez instalados y que estén en operación, el mantenimiento estará a cargo de la empresa encargada del darle mantenimiento a los sanitarios portátiles, la cual se contratará una vez que demuestre que tiene los permisos en regla para brindar el servicio y garantice el manejo, transporte y disposición final de los residuos en los sitios autorizados por la autoridad correspondiente.

Bancos de material: Los materiales pétreos serán adquiridos en locales comerciales especializados o de bancos de material autorizados en la región.

Sitios para la disposición de residuos: Se destinará un sitio específico para el almacenamiento temporal de los residuos. Durante las etapas de preparación y construcción del proyecto serán generados residuos de manejo especial, que no representan riesgos potenciales de contaminación al suelo y manto freático; mismos que serán separados, manejados y dispuestos en sitios temporales y diferenciados para su disposición final según el tipo de residuo de que se trate (Figura 24 Ejmplo de la separación de los diferentes tipos de residuos a generarse durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, arriba: residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial (madera); abajo: residuos de manejo especial ()).



## Capítulo II



Figura 24 Ejmplo de la separación de los diferentes tipos de residuos a generarse durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, arriba: residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial (madera); abajo: residuos de manejo especial (

Comedores: Las áreas temporales de obra también alojarán dos comedores temporales para el personal empleado durante las etapas de preparación y construcción, esto con la finalidad de que los trabajadores puedan consumir los alimentos que ellos mismos llevan y descansen en su tiempo libre. En su construcción se utilizarán elementos pre-construidos de fácil montaje y desmontaje, para los que se utiliza, generalmente, láminas y madera (Figura 25 Ejemplo de la habilitación de áreas para el consumo de alimentos y descanso para los trabajadores de obra durante la etapa de construcción).



Figura 25 Ejemplo de la habilitación de áreas para el consumo de alimentos y descanso para los trabajadores de obra durante la etapa de construcción

## Capítulo II

La construcción de los comedores temporales se hará aledaño a frentes de trabajo, en áreas de desplante de futuras obras, para evitar largos desplazamiento de los trabajadores y afectar áreas de conservación dentro del predio.

Bodegas: Se habilitarán bodegas de resguardo de materiales y equipo, en los que se mantendrán todos los aditamentos que sean necesarios por parte de los trabajadores para el desarrollo de sus actividades. Estas bodegas serán de materiales removibles en todo momento, por lo que serán de madera y metal, con forro de láminas de cartón y zinc, principalmente (Figura 26 Habilitación y manejo de almacenes de sustancias químicas y bodegas de herramientas y equipo para la construcción.).

Todas las obras preliminares estarán localizadas en espacios que serán destinadas para su posterior ocupación con elementos del proyecto, por lo que no se utilizarán áreas de conservación. Con ello se garantiza que se respetarán las áreas de no intervención que se autoricen por parte de la Secretaría.



Figura 26 Habilitación y manejo de almacenes de sustancias químicas y bodegas de herramientas y equipo para la construcción.

### II.2.4.2.Etapa de construcción

Excavación nivelación: Después de realizada la limpieza del terreno, una cuadrilla de topógrafos delimita físicamente los diferentes frentes de trabajo y se realizan las actividades de nivelación y excavación, actividades necesarias para el área de trabajo en general.

## Capítulo II

Hincado de pilas y plataforma: El hincado de pilas se hace con cimentación profunda ejecutadas in situ a base de fricción y desplantados a una profundidad promedio de 15 m. Los pasos necesarios por seguir son trazo de ejes de referencia, perforación, fabricación de pilotes e hincado. El hincado se hace con martillo neumático, previa perforación vertical, hasta alcanzar la capa rocosa resistente. La ventaja es que, al ser el hincado un proceso dinámico, los elementos quedan “precargados”, por lo que para alcanzar las cargas en servicio se necesita poca deformación.

Las pilas soportaran una losa plataforma elevada a 3.2 msnm, dicha plataforma o losa es armada con varilla pos tensada y vaciado de concreto, aplanado y secado.

El concepto de la estructura es, de acuerdo con lo anterior, de marcos rígidos a base de trabes y columnas, losas postensadas que permiten el aislamiento acústico y térmico. Los núcleos de los elevadores y las escaleras se estructuran con un sistema de muros de concreto con función estructural de soporte al edificio.

La estructura estará apoyada sobre una cimentación reticular superficial a base de contra trabes de 1.2 m de peralte por 0.6 m de sección unidas por dados en cada nodo apoyados sobre las pilas, siguiendo la forma de los edificios.

Los elementos de apoyo y carga serán a base de columnas y trabes, las losas de los entrepisos serán prefabricados. La estructura estará apoyada en elementos verticales tipo muro de concreto armado colado en sitio que serán dispuestos en los ejes transversales siguiendo la forma del edificio.

Desde la cimentación se desplantan las columnas de sección rectangular constantes a lo largo de todos los niveles. Por los requerimientos de altura de entrepiso 3.5 m, las losas de los cuartos se resolverán mediante un sistema de losa plana aligerada con una retícula de nervaduras postensadas y capiteles macizos en las zonas de conexión con las columnas.

Manejo de maquinaria y equipo: Para la construcción del proyecto se requiere de la contratación y uso de maquinaria, vehículos para transporte de materiales y equipo para las cimentaciones e instalaciones. Se exigirá al contratista que el equipo sea nuevo o se encuentre en óptimas condiciones mecánicas. Además, deberá someterse a un programa

## Capítulo II

de mantenimiento de acuerdo con las especificaciones por tipo de automotor de que se trate.

A continuación, en la Tabla 17 Estimación de la demanda de algunos materiales y equipos automotores durante la etapa de construcción del proyecto. y Tabla 18 Tipos de equipos automotores y materiales potenciales a requerirse para la construcción del proyecto. se presenta de manera enunciativa, más no limitativa, los requerimientos de equipos y materiales para la realización de las obras del proyecto.

Tabla 17 Estimación de la demanda de algunos materiales y equipos automotores durante la etapa de construcción del proyecto.

Concepto	Unidad	Cantidad	Fuente de suministro
<b>Material pétreo</b>	m <sup>3</sup>	3,200	Banco autorizado
<b>Grava</b>	m <sup>3</sup>	1,900	Centro autorizado
<b>Agua</b>	m <sup>3</sup>	182	Pipas de agua
<b>Combustible</b>	L	66,000	Suministro por madrina
<b>Cemento</b>	m <sup>3</sup>	32,000	Concreto premezclado
<b>Equipos</b>			
<b>Retroexcavadora</b>	H	1,200	Renta
<b>Excavadora</b>	H	20,000	Renta
<b>Camiones de volteo</b>	H	17,000	Renta
<b>Martillo</b>	H	800	Renta

Tabla 18 Tipos de equipos automotores y materiales potenciales a requerirse para la construcción del proyecto.

Equipos	Materiales
<b>Retroexcavadoras 735 diésel</b>	Cemento tipo II, concreto premezclado F'c= 150 y 200 kg cm <sup>2</sup> -1.
<b>Motoconformadora</b>	Tubería de PVC de diversos diámetros.

## Capítulo II

<b>Equipos</b>	<b>Materiales</b>
<b>Grúas torre eléctricas</b>	Arena cribada de la región.
<b>Camión de volteo</b>	Materiales pétreos para nivelación y terracerías.
<b>Ariete de golpe</b>	Cables y alambres.
<b>Malacates de gasolina</b>	Grava triturada y lavada 3/4" de diámetro.
<b>Bobcats a diésel</b>	Acero de refuerzo F'y= 4200 kg cm <sup>2</sup> -1.
<b>Andamios tubulares</b>	Block ligero de concreto 15x20x40 cm.
<b>Cortadoras de disco eléctricas</b>	Vigueta pretensada 12-5.
<b>Pulidoras de piso</b>	Barrote y cimbraplay de madera de pino.
<b>Volteos de 7 y 14 m<sup>3</sup></b>	Cancelería de aluminio y vidrio de 6 mm.
<b>Elevador provisional de obra</b>	Bovedilla de casetón de poliestireno.

Fachadas: Las fachadas del edificio están diseñadas considerando blocks de concreto aplanados y cristales semitransparentes, con propiedades de alto rendimiento térmico que serán sostenidas por manguetas de aluminio.

Instalaciones del sistema contra incendios: El gasto necesario para la red, por módulo, se calculó considerando que actuarán tres hidrantes simultáneos, por lo que se utilizará una bomba principal con motor eléctrico asociada a una bomba de combustión interna diésel con las características de la bomba principal más una bomba jockey de tres caballos para mantener la presión en la red.

Energía eléctrica: La demanda de energía eléctrica será de 4,000 kW, la que se resolverá con una subestación localizada en el cuarto de máquinas. Para ello se instalará una planta de emergencia turbodiésel con capacidad de ofrecer 600 kW.

Se procurará un ahorro energético utilizando luminarias de leds y equipos ahorradores de energía. Los equipos de aire acondicionado estarán dotados de un servicio de automatización, con el objeto de minimizar el consumo cuando no se requiere el servicio.

## Capítulo II

Instalaciones eléctricas: La acometida de la compañía suministradora se recibirá en una subestación eléctrica en 3 fases, 3 hilos y 23 kV. El cálculo, colocación de postes, tendido de cables queda a cargo de la CFE, siendo esto su competencia. Al mismo tiempo, se contará con celdas fotovoltaicas para el uso de energía solar y de este modo disminuir el consumo a la CFE.

Previo a la fase de construcción se establecerán los criterios de protección ambiental de obra que se exponen en esta MIA-R a manera de medidas preventivas. Además, como parte de este plan de trabajo, se contempla incluir e implementar el cumplimiento de las medidas ambientales preventivas que, eventualmente, sean consignadas en el resolutivo correspondiente.

En esta fase se aplica el seguimiento ambiental, de manera estratégica, a efecto de tener control de impactos ambientales adversos supervinientes y, en caso de que ocurrieran, implementar las acciones necesarias para detectarlos, detenerlos y revertirlos.

Instalación hidráulica: Desde la toma de agua potable, la cual según las necesidades del desarrollo tendrá un diámetro de 100 mm, se alimentará la red de distribución. Será por medio de tubería de diferentes diámetros con válvulas para seccionarlas. El agua potable será obtenida a partir de un pozo de extracción para su potabilización a través de ósmosis inversa. El agua será dirigida a una cisterna de almacenamiento para el abastecimiento del hotel, siendo presurizada con equipo hidroneumático que se ubicará en el nivel de registro de las cisternas.

Se considera que la demanda de agua al 100% de ocupación será de 693.7 m<sup>3</sup> día<sup>-1</sup>. El agua se almacenará en cisternas de cemento pulido. Con la finalidad de asegurar el cubrimiento de la demanda de agua que el proyecto, en la etapa de operación se instalará y operará una POI, la cual contribuye a aligerar la demanda de este servicio.

Instalaciones sanitarias: Se construyen a base de tubería de PVC que dirige las aguas servidas a un colector general para ser llevadas, por gravedad, a una planta de tratamiento de aguas residuales. Cabe señalar que, una vez tratada el agua se espera reciclarla para riego de áreas verdes, los excedentes se enviarán a pozos de rechazo, de acuerdo con la normatividad de la CONAGUA.

## Capítulo II

Aguas residuales: Las aguas generadas durante la operación y mantenimiento del proyecto provendrán, principalmente, de los sanitarios, duchas y cocinas del complejo. No contendrán, en ninguna fase, restos industriales, por lo que se consideran aguas residuales domésticas, de acuerdo con lo definido en la norma oficial mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996.

La instalación sanitaria que el proyecto considera es una planta de tratamiento de aguas residuales mediante aireación extendida, la cual consiste en un proceso biológico convencional de lodos activados. Al final, el agua residual tratada logra estar por debajo de los valores límite máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas respectivas, la NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-004-SEMARNAT-2002, para descargas de aguas residuales y lodos y biosólidos, respectivamente.

### II.2.5. Operación y mantenimiento

La etapa de operación del proyecto implica el uso y mantenimiento de las instalaciones construidas que se destinarán a la operación turística. En esta fase es donde también se aplican programas ambientales estratégicos para minimizar el impacto ambiental a los que se dará seguimiento, siendo documentados y presentados de acuerdo con la periodicidad que indique el resolutivo que eventualmente se emita. Bajo esta gestión, se espera tener control de impactos ambientales adversos y, en caso de que ocurrieran, tomar decisiones e implementar acciones que permitan revertirlos.

Durante esta fase imperarán criterios precautorios que permiten mantener las diferentes áreas e instalaciones orientadas a la prestación de servicios evitando afectaciones al sistema ambiental. Estas acciones derivan de la atención a los siguientes aspectos indicativos más no limitativos:

- En las áreas construidas, las aguas pluviales serán recogidas y filtradas al subsuelo.
- Favorecer zonas conservadas con vegetación nativa.
- Fomentar que los escurrimientos pluviales sean trasladados al subsuelo o a la cuenca del humedal de manera natural.



## Capítulo II

- La construcción basada en plataforma elevada del suelo mediante uso de pilas permite que el terreno construible sea permeable y la no actuación sobre áreas de manglar y playa asegura su permanencia.
- Se verificará periódicamente, el funcionamiento óptimo de la planta de tratamiento de aguas residuales. Las descargas habrán de cumplir con los límites que imponen las Normas Oficiales Mexicanas y serán fiscalizadas por la autoridad correspondiente.
- Se supervisará, de manera constante, la eficacia de la operación de trampas de grasas, sólidos y arenas que se colocarán en los registros de desagüe de las cocinas.
- Se verificará el funcionamiento adecuado de la planta de osmosis inversa. Su operación se ceñirá a las disposiciones sanitarias y a las regulaciones que imponga la CONAGUA en el título de concesión correspondiente.
- Se implementará un programa de manejo de áreas verdes que cumpla con los criterios específicos y aplicables del POEL.
- Se implementará un programa de monitoreo ambiental para valorar el estado del agua, la flora y la fauna del área de manglar que se mantiene bajo conservación. Para ello, serán considerados los estudios de línea base.
- Se implementará un programa integral de manejo ambiental, el cual permitirá establecer un seguimiento y control de los residuos que se generen durante la operación y mantenimiento en las diferentes áreas del hotel.

### II.2.5.1. Uso y manejo del agua potable en la operación del proyecto

Como parte de las medidas precautorias y de mitigación se considera diseñar, construir y operar una POI para el tratamiento de agua con una capacidad de  $698.11 \text{ m}^3 \text{ día}^{-1}$ . Esta tiene la finalidad de abastecerse de agua libre de sales y materia disuelta al proyecto durante la toda la etapa de operación y mantenimiento. Esta es adicional a la planta de tratamiento de aguas residuales, ya que se espera generar un volumen de  $254,811 \text{ m}^3 \text{ año}^{-1}$  que debe ser tratada. De manera complementaria, se necesitará la perforación de dos pozos de extracción de agua y uno de rechazo. A continuación, se procede a la descripción de estos componentes del proyecto.

#### II.2.5.1.1. Planta potabilizadora por ósmosis inversa.

El agua de abastecimiento para el hotel se obtendrá de dos pozos de aprovechamiento de aguas salobres ( $324,347.76 \text{ m}^3 \text{ año}^{-1}$  de cada pozo). La Tabla 19 Demanda de volumen de agua potable estimado para la operación y mantenimiento del proyecto.

## Capítulo II

contiene el desglose de los requerimientos estimados de los volúmenes de agua diario y anual por conceptos.

Tabla 19 Demanda de volumen de agua potable estimado para la operación y mantenimiento del proyecto.

Infraestructura	Volumen de agua (m3)	
	Diario	Anual
<b>Habitaciones</b>	472.8	172,740.00
<b>Empleados</b>	42.2	16,133.00
<b>Restaurantes</b>	50.1	18,286.50
<b>Lavandería</b>	42.2	16,133.44
<b>Albercas</b>	50	18,250.00
<b>Regaderas públicas, otros</b>	36.35	13,267.75
<b>TOTAL</b>	693.65	254,810.69

De acuerdo con lo anterior, la operación del hotel demandará un volumen de agua potable igual a 254,810.69 m<sup>3</sup> año<sup>-1</sup>, la cual se obtendrá del producto del sistema de ósmosis inversa de acuerdo con lo descrito en la Tabla 20 Obtención del agua potable proveniente del proceso de ósmosis inversa para el desarrollo del proyecto.

Tabla 20 Obtención del agua potable proveniente del proceso de ósmosis inversa para el desarrollo del proyecto.

Ósmosis inversa	Proporción (%)	Volumen diario (m3)	Volumen anual (m3)
<b>Agua cruda requerida</b>	100	1,745.28	637,027.89
<b>Agua producto</b>	40	698.11	254,810.69
<b>Rechazo de osmosis inversa</b>	60	1,047.17	382,217.20

Cabe hacer mención que, el volumen total extraído de ambos pozos será de 648,695.52 m<sup>3</sup> año<sup>-1</sup>, los cuales primero pasarán por un filtro multimedia de donde se obtendrán los 637,027.89 m<sup>3</sup> año<sup>-1</sup> de agua salobre para el equipo de osmosis inversa y los 11,667.63

## Capítulo II

$\text{m}^3 \text{ año}^{-1}$  restantes se unirán a los  $382,217.20 \text{ m}^3 \text{ año}^{-1}$  del rechazo del equipo de osmosis inversa y se enviarán al pozo de absorción a través de la descarga única (rechazo de ósmosis inversa), con un volumen de descarga total de  $393,884.83 \text{ m}^3 \text{ año}^{-1}$ .

La operación de la POI, así como los volúmenes de agua y eficiencia del proceso, se muestran en el esquema de la Figura 27 Esquema del proceso de operación de la planta de ósmosis inversa.

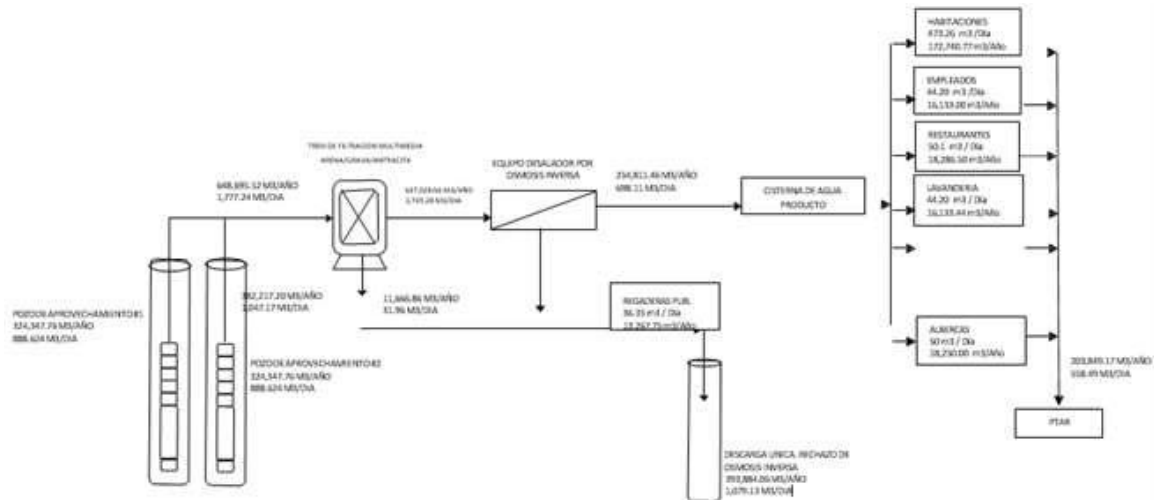


Figura 27 Esquema del proceso de operación de la planta de ósmosis inversa

El sistema de tratamiento a instalar incluye los siguientes componentes:

- Modelo de la planta: MEMCO MSW 90X1077.
- Capacidad:  $698.11 \text{ m}^3 \text{ día}^{-1}$ .
- Sólidos en suspensión en agua bruta:  $< 500 \text{ ppm}$ .
- Salinidad de agua bruta:  $< 36,000 \text{ ppm}$
- Filtración: Tres filtros multimedia para la operación del módulo, en fibra de vidrio de 63 pulgadas diámetro, para un área de filtración de  $21,6 \text{ ft}^2$  por filtro para eliminar partículas con más de 20 micras, incluyendo circuitos hidráulicos y válvulas para realizar las secuencias de servicios, retrolavado y enjuague. Cada uno de los filtros cuenta con sistema de rotura de vacío.
- Microfiltración: Filtros de cartucho, con capacidad para eliminar partículas con más de 1 micra, con cuerpo en fibra de vidrio y propileno, con capacidad

## Capítulo II

de 12 elementos filtrantes y con presión de servicio de 100 psi (libra de fuerza por pulgada cuadrada), presión de diseño de 600 psi. Los cartuchos con desechables.

- Equipos de presurización a alta presión con bomba centrífuga de 150 HP.
- Banco de membranas: El módulo de desalinización instalado cuenta con 49 membranas para agua de mar, marca CSM, instalada en 7 recipientes de presión de la marca PROTEC. Las membranas instaladas tienen un área de filtración de 400 ft<sup>2</sup> con eficiencia de rechazo de sales disueltas de 99,8%. Los recipientes de presión están contruidos en fibra de vidrio, y diseñados para una presión de 1000 psi.

Sistema de filtración por medio de KDF para remoción del ácido sulfhídrico disuelto en agua de permeado.

- Instrumentación: Para el control y monitoreo de las condiciones de operación y para asegurar la protección de los equipos, la planta cuenta con:
  - Manómetros de presión en filtros multimedia.
  - Manómetros de presión en portafiltros de cartuchos.
  - Transmisores de conductividad con doble celda c/u para medir la conductividad del agua salada y el agua permeada.
  - Interruptores de alta y baja presión en la bomba de alta presión.
  - Manómetros en la alimentación al banco de membranas, rechazo y ERI.
- 2 pozos de aprovechamiento con -25 m y 300 mm de diámetro con capacidad de 16 lps c/u.
- 1 pozo de rechazo con -80 m de profundidad y 300 mm de diámetro.

Los componentes del sistema incluyen:

- Construcción de pozos de captación.
- Tuberías de conexión de los pozos de captación a la planta desaladora
- Tuberías de interconexión entre las diferentes etapas del proceso de tratamiento, hasta la entrega del agua en el reservatorio de agua tratada.
- Filtración/clarificación.
- Corrección de dureza.
- Desalinización.

## Capítulo II

- Desodorización.
- -Desinfección.
- -Tuberías de conexión de la planta desaladora al pozo de rechazo.

Las instalaciones de la planta quedarán ubicadas en el cuarto de máquinas, el cual se ubica dentro del área de servicios. La POI marca Memco, modelo MSW-90X1077, tendrá una producción diaria de 698.11 m<sup>3</sup> al 40% de recuperación, se requieren 1,777.24 m<sup>3</sup> día-1 de agua de alimentación, y 1,079 m<sup>3</sup> día-1 de rechazo. Esta producirá agua potable con una concentración de sólidos disueltos totales menor a 500 mg L-1, considerando una alimentación de agua salobre proveniente de pozo con una concentración máxima de 36,000 ppm de sólidos disueltos totales (Tabla 21 Parámetros de diseño de la POI a instalar como parte de la operación del proyecto.).

La propuesta técnica considera tuberías críticas en cabezales a la descarga de la bomba de alta presión y rechazo y para las partes húmedas de la bomba de alta presión.

Tabla 21 Parámetros de diseño de la POI a instalar como parte de la operación del proyecto.

<b>Componente</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Número de módulos</b>	Uno
<b>Arreglo</b>	(7:0)
<b>Flujo de alimentación</b>	320 gpm <sup>13</sup>
<b>Flujo de agua producto</b>	128 gpm
<b>Flujo de rechazo</b>	192 gpm
<b>GFD</b>	9.4
<b>Recuperación</b>	40%
<b>Concentración de SDT en agua de alimentación</b>	<36,000 mg L-1
<b>Concentración de SDT en agua producto</b>	<500.0 mg L-15

---

<sup>13</sup> gpm = galones por minuto; psi = libra de fuerza por pulgada cuadrada y, NTU = Unidad de Turbidez Nefelométrica.

## Capítulo II

<b>Presión de operación</b>	820 psi§
<b>Temperatura del agua</b>	25°C
<b>pH agua alimentación</b>	7.8
<b>Turbidez máxima</b>	1 NTU§
<b>Dosis de inhibidor de incrustaciones</b>	2 mg L-1

La ósmosis inversa consiste en no dejar pasar ciertas sustancias de un fluido a través de una membrana, es decir, que el paso del agua a través de las membranas retendrá las minerales e impurezas, obteniendo un gran aporte de calidad y bajo contenido salino.

El proceso comienza con la alimentación del agua salobre (320 gpm) con una concentración de sólidos disueltos totales de 36,000 mg L-1 hacia los filtros dual media. Posteriormente, el agua pasa a través de los lechos filtrantes como arena y antracita para eliminar sólidos suspendidos mayores a 20 micras. El filtro cuenta con un manifold de cinco válvulas manuales tipo mariposa. Una vez que el agua está filtrada y acondicionada pasa a través de la bomba de alta presión para alimentar al banco de membranas. Las membranas en cada módulo se encargarán de reducir la salinidad del agua de 36,000 ppm hasta menos de 500 ppm produciendo un flujo de 128 gpm a una recuperación del 40% con respecto al flujo de alimentación.

Los porcentajes de agua aprovechados y rechazados en un proceso de ósmosis inversa se calculan entre un 60%, esta agua de rechazo contiene una mayor concentración de sales, comparada con el agua de abastecimiento extraída debido al proceso de filtrado a través de las membranas.

Las unidades desaladoras están compuestas de un ensamblaje de dos patines, filtros duales media, un sistema de filtración de membrana en un paso, un sistema de limpieza de lavado y subsistema de tratamiento posterior, así como de varias piezas instrumentales para el control y monitoreo adecuado del funcionamiento.

### a. Características principales de los pozos

## Capítulo II

Cada pozo de aprovechamiento contará con un gasto de  $16 \text{ L s}^{-1}$ , tendrá un aprovechamiento anual de  $648,695.52 \text{ m}^3$ , y estará equipado con medidor totalizador para su fiscalización.

El pozo de rechazo contará anualmente con un volumen de  $1,079.0 \text{ m}^3 \text{ día}^{-1}$  ( $393,884.06 \text{ m}^3 \text{ año}^{-1}$ ). Para verificar el volumen de agua que se descarga, el pozo estará equipado con medidor totalizador para su fiscalización, ya que esta es parte de la información básica solicitada por la CONAGUA a todos los concesionarios.

En lo referente a las características constructivas de los pozos, éstas serán concordantes con las especificaciones técnicas de la NOM-003-CNA-1996<sup>14</sup>, al término del pozo se deja reposar por un lapso de 24 horas para tomar las muestras de agua y hacer un análisis físico-químico cada 5 m. Terminado el muestreo para los análisis físico-químicos, se procede a realizar el registro eléctrico para detectar la conductividad en el pozo, una vez recolectadas las muestras pétreas a cada metro perforado se les serán entregadas a la CONAGUA para su valoración y dictaminación. Una vez tomadas las muestras, se procederá a introducir la barrena al fondo del pozo para desinfectar con cloro y hacer el sifoneo como lo marca la norma.

El proceso antes descrito se realiza para el pozo de rechazo de 80 m, tal como se describe a continuación:

### b. Perforación de pozos.

El proyecto contempla la perforación de dos pozos de aprovechamiento de agua subterránea, con previa concesión otorgada por la CONAGUA. Cada pozo tendrá 300 mm de diámetro, utilizando una máquina rotatoria con barrenos tricónicos y puntas de diamante a 25 m de profundidad, para su perforación (Figura 28 Características técnicas de los pozos de aprovechamiento de agua a perforar y del equipo de bombeo para el aprovechamiento de agua.).

---

<sup>14</sup> NOM-003-CNA-1996 Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.

## Capítulo II

Cada pozo tendrá su contrademe, mismo que será un tubo de PVC de 14" de diámetro, y su ademe, que constará de tubo liso y ranurado de PVC de 10" de diámetro.

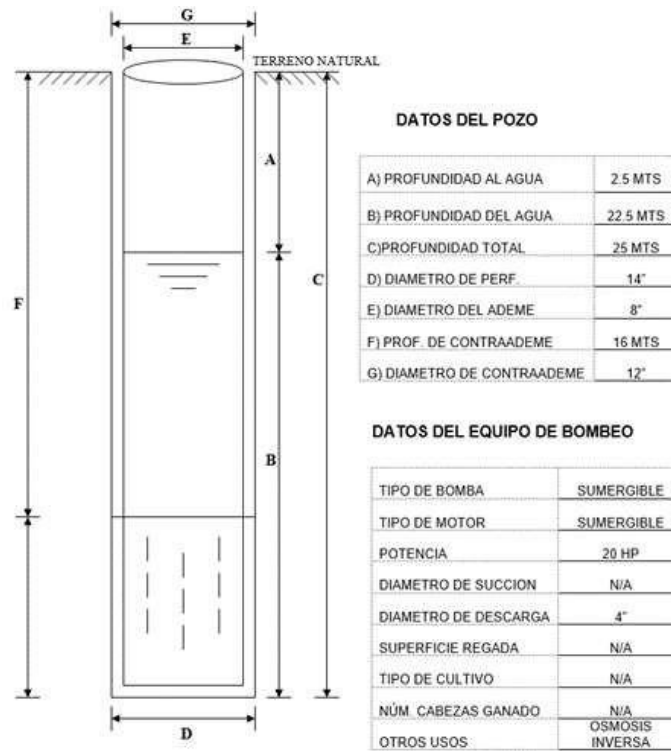


Figura 28 Características técnicas de los pozos de aprovechamiento de agua a perforar y del equipo de bombeo para el aprovechamiento de agua.

Los pozos contarán, cada uno, con una bomba sumergible, marca GRUNDFOS, para un gasto de 260 gpm, motor eléctrico de 20 Hp 440 Vca 60 Hz 3 f, fabricada en su totalidad en acero inoxidable tipo 904 L para agua de mar que incluye:

Tubería de montaje en pozo en 3" de PVC Ced. 80, válvula de corte, válvula check, cable de sujeción, válvula de muestreo y tablero de Nema 4x con desconector para mantenimiento.

Instalación de sistema integral para monitoreo y transmisión de conductividad eléctrica de agua SIMTCA-H de pozo de captación que incluye: comunicación GPRS protocolo TCP, medidor de calidad, data logger para almacenamiento de datos, memoria no volátil de 4 Gb, sistema de telemetría con servicio de comunicación y entrega de datos bajo



## Capítulo II

reglas operativas de la CONAGUA. Todo el sistema viene montado en gabinete IP66 para intemperie, incluye calibración y programación.

Instalación de sistema para monitoreo y transmisión de flujo de agua con totalizador M5000 para pozos de captación y el de rechazo que incluye: dos medidores de flujo de 4.0" para pozos de aprovechamiento y un medidor de flujo de 3" para pozo de rechazo.

Para verificar la calidad del agua que se aprovecha de los pozos perforados, se realizarán los muestreos requeridos de acuerdo el método de muestreo indicado en la norma NOM-014-SSA1 y los límites utilizados para verificar la desinfección del pozo serán de acuerdo con la norma NOM-127-SSA1-1994 en cuanto a los parámetros bacteriológicos.

Además, se requerirá un pozo para la descarga (rechazo) de la planta desaladora, el cual incluye la perforación de pozo de 300 mm de diámetro, utilizando máquina rotatoria con barrenos tricónicos, puntas de diamante y hasta los -80 m de profundidad (Características técnicas de los pozos de rechazo a perforar para la descarga de agua tratada.).

Suministro y colocación de tubo liso y ranurado de PVC de 10" de diámetro para ademar el pozo.

## Capítulo II

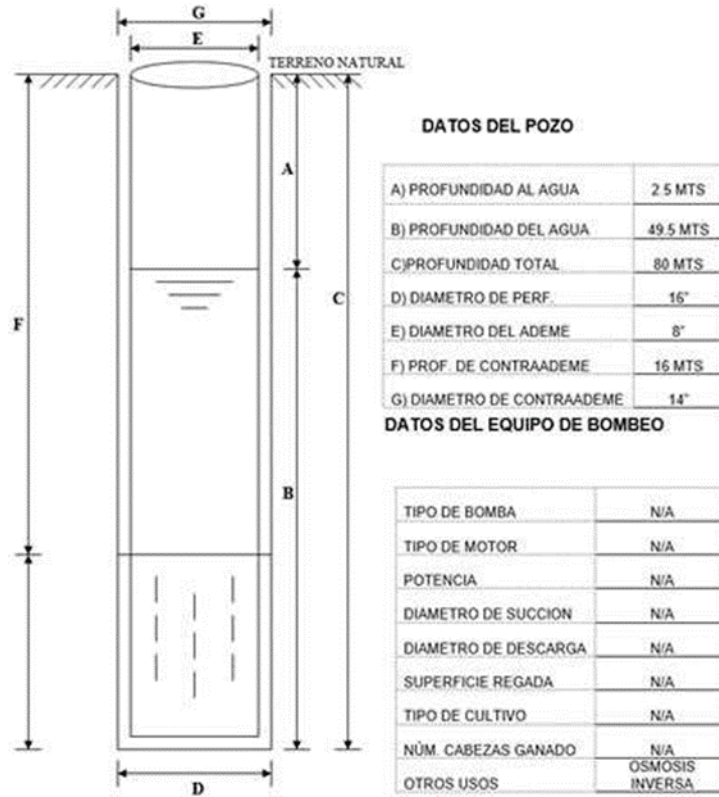


Figura 29 Características técnicas de los pozos de rechazo a perforar para la descarga de agua tratada.

### c. Medidas normativas para la prevención de la contaminación del acuífero.

Para prevenir la contaminación del agua subterránea durante la perforación de los pozos, se tomará en consideración las medidas y especificaciones mencionada en la norma oficial mexicana NOM-003-CNA-1996, la cual tiene como objeto establecer los requisitos mínimos durante la construcción de pozos de agua y minimizar el riesgo de contaminación de los acuíferos. El seguimiento de estos lineamientos ayudará a definir las medidas ambientales a considerar para el desarrollo del proyecto en el cuerpo de esta MIA-R; y, por otro lado, a cumplir con los requisitos para contar con los títulos de concesión otorgados por la CONAGUA. Entre las especificaciones de la norma NOM-003-CNA-1996 a considerar resaltan las siguientes:

Previo a la perforación, la herramienta y tubería se deben desinfectar aplicando proporcionalmente al volumen de agua contenido en el pozo el desinfectante removiendo antes grasas, aceites, necesario para que el cloro activo sea de 200 mg L<sup>-1</sup> como mínimo.

## Capítulo II

Los fluidos de perforación como el agua estarán libres de sustancias que degraden las características químicas del agua subterránea.

El agua debe estar libre de patógenos y poseer un pH entre 6 y 10, lo antes para que no inhiban las propiedades del fluido y no degraden el agua del subsuelo.

Una vez concluidos los trabajos de perforación de los pozos, se deben de retirar los residuos de lodo y materiales de construcción.

Una vez abierto, se efectuará un monitoreo de calidad de agua del pozo, para determinar el pH, conductividad eléctrica, sulfatos, nitratos, cloruros, dureza total, calcio, sodio, potasio, sólidos disueltos totales y bacterias Coliformes fecales. Este procedimiento deberá de realizarse cada tres años o de acuerdo con las especificaciones de la concesión.

Para evitar la contaminación del agua del pozo el aprovechamiento hidráulico subterráneo contará con protección sanitaria, esto es, el espacio anular entre las paredes de la formación y el ademe, así como la terminal superior del pozo, son las áreas que presentan mayor riesgo de contaminación, por lo que aplicará proporcionalmente al volumen de agua contenido en el pozo el desinfectante necesario para que el cloro activo sea de 200 mg L<sup>-1</sup> como mínimo, para evitar cualquier riesgo de contaminación, seguido de la colocación del sello en el espacio anular que queda entre el ademe y la perforación de 14" se construirá un contra ademe para evitar la infiltración de agua superficial que pudiera estar contaminada. Esta estructura sobresaldrá 0.50 M del terreno natural

### II.2.5.1.2.Planta de tratamiento de aguas residuales.

La planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), que se instalará en el proyecto cuenta con una capacidad para un gasto promedio de 8.08 lps (aprox. 1500 personas equivalentes). El volumen potencial por tratar será de 77.84 m<sup>3</sup> diarios, equivalente a 28,411.60 m<sup>3</sup> anuales (Tabla 22 Volumen de agua residual a generar y su tratamiento durante la operación del proyecto.), volumen que se reutilizará parcialmente para riego de áreas verdes (contacto indirecto), lavado de áreas exteriores, y el volumen restante se dispondría al manto freático mediante el uso del pozo de rechazo de la POI. El reuso

## Capítulo II

del agua tratada y su descarga se realizará previo a demostrar que cumple con los parámetros máximos permisibles para ellos.

Tabla 22 Volumen de agua residual a generar y su tratamiento durante la operación del proyecto.

Tratamiento de agua residual	Volumen de agua (m <sup>3</sup> )	
	Diario	Anual
Agua residual generada	698.13	254,811.46
Agua potencial de agua tratada	77.84	28,411.60
Agua descarga riego o pozo de rechazo agua tratada	620.28	224,950.44

A continuación, se mencionan los componentes estructurales, y su funcionamiento, que contiene la PTAR a instalar para alcanzar el objetivo planteado:

**Tratamiento primario:** Utiliza un microtamiz (abertura de paso aproximada de 1.5 - 2.0 mm), construido en acero inoxidable con una eficiencia de remoción aproximada de 5-10% de DB05 y 10-20% SST.

**Remoción de grasas y aceites:** Será a base de una trampa de grasas de operación manual. Se previenen pasos de aceite que pudieran afectar el reactor biológico e incrementar la carga orgánica.

**Cárcamo de bombeo:** Incluye tubería, válvulas y piezas especiales para interconexión con la unidad depuradora de agua.

**Tratamiento biológico aeróbico:** Proceso de lodos activados (mezcla completa), siendo éste un eficiente tratamiento biológico, representando una efectividad de remoción del 85-95% de DBO5.

**Sedimentador secundario:** El cuerpo de este equipo será rectangular atollado y estará construido en concreto estructural.

**Desinfección:** De acuerdo con la normativa, se utilizará hipoclorito de sodio. Se estima el contacto con dosis de 6-8 mg/l de hipoclorito de sodio, lo que garantiza un efluente de agua tratada, con una calidad bacteriológica por debajo de los límites permisibles de

## Capítulo II

descarga indicados por las normas oficiales mexicanas NOM-001-SEMARNAT- 1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997. Lo anterior permite, además, su uso posterior para riego de áreas verdes y lavado de patios, así como la inyección de excedentes a pozo profundo.

**Fase sólida:** Los lodos excedentes del tanque de aereación son separados por sedimentación, en un sedimentador de alta carga superficial, de forma rectangular y atolvado, el lodo producido se estabilizará en un digestor aeróbico (aereadores centrífugos sumergibles tipo difusor) y se deshidratarán para preparación de suelos.

En la Tabla 23 Valores estimados de variables utilizadas para evaluar la calidad del agua tratada por medio de la PTAR a instalar y los lodos a generarse como parte de la operación del proyecto., se presentan los parámetros estimados a obtener por el tratamiento de las aguas residuales en la operación de la PTAR a instalar.

Tabla 23 Valores estimados de variables utilizadas para evaluar la calidad del agua tratada por medio de la PTAR a instalar y los lodos a generarse como parte de la operación del proyecto.

<b>Parámetro</b>	<b>Calidad de agua cruda</b>	<b>Calidad de agua tratada</b>
<b>DBO5 (mg L<sup>-1</sup>)</b>	301	30
<b>SST (mg L<sup>-1</sup>)</b>	260	30
<b>Grasa y A.C. (mg L<sup>-1</sup>)</b>	35-40	15
<b>pH</b>	6.5-8.0	05-oct
<b>Coliformes fecales (NMP 100 ml<sup>-1</sup>)</b>	2.4x10.4	240-1000
<b>Materia flotante</b>	---	Ausente
<b>Olores</b>	---	Prácticamente nulos
<b>Eficiencia remoción Tratamiento Primario</b>		
<b>DBO5</b>		5-10%
<b>SST</b>		10-20%
<b>Tratamiento biológico (Lodo activado mezcla completa)</b>		

## Capítulo II

Parámetro	Calidad de agua cruda	Calidad de agua tratada
Tiempo de retención		Aprox. 6.38 h
Potencia		10 HP
Aireación aprox. U (Kg DBO5/kg SSVLM. Día)		0.308
Carga (Kg DBO5 m <sup>3-1</sup> reactor)		1.08
Potencia demandada aprox.		0.084 HP m <sup>3-1</sup> reactor (0.026 para buen mezclado)
Eficiencia aproximada		85-90% DBO5
<b>Calidad de agua tratada a la salida del sedimentador</b>		
DB05 (mg L <sup>-1</sup> )		30
SST (mg L <sup>-1</sup> )		30

El sistema de tratamiento propuesto, pretratamiento microtamizado-lodos activados en mezcla completa y desinfección, se seleccionó por considerarlo el más adecuado para el tipo de instalación y localización de la PTAR, ya que la producción de malos olores es prácticamente despreciable. Además, con este proceso y PTAR se minimiza la generación de ruidos y la presencia de insectos. Y, el poco lodo que se genera está prácticamente estabilizado al provenir del digester aeróbico, con lo que se reducen los problemas de disposición final. Al final del proceso, únicamente se tienen que estabilizar con cal, pudiendo ser utilizado como mejorador de suelos, previa deshidratación a base de filtro prensa y dando cumplimiento a las especificaciones indicadas por la NOM-004-SEMARNAT-2002 Protección ambiental.- Lodos y biosólidos.-***Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final-***.

### II.2.5.1.3. Manejo de aguas pluviales

## Capítulo II

Durante la operación del proyecto se dará un manejo diferenciado a las aguas pluviales captadas en el predio del proyecto, manteniéndose siempre separadas de las aguas residuales y tratadas. Este sistema se instalará con la finalidad de drenar toda el agua pluvial que se capte en las áreas abiertas en el predio del proyecto, incluyendo las azoteas, patios, terrazas, estacionamientos abiertos, excedentes de jardines, principalmente. Este sistema de descarga de aguas será completamente independiente del sistema de captación, conducción y descarga de aguas residuales y de aguas tratadas.

El agua de lluvia captada en los espacios abiertos indicados se conducirá a través de tuberías hasta una línea de conducción principal que estará conectada a alguno de los pozos de absorción a habilitar como parte del proyecto. La tubería de descarga será de PVC sanitario DWV Ced-40 Marca Durman o Similar, en el interior de las obras civiles que conforman el proyecto, y de polipropileno de alta densidad en el exterior. En caso de requerirse de cárcamos de rebombeo, la tubería presurizada será de polietileno de alta densidad (ADS-PEAD) liso para, posteriormente, ser bombeada hasta el pozo de absorción más cercano.

La canalización pluvial filtrará el agua con sistema de decantación, trampas de grasas y sólidos, u otros que garanticen la retención de sedimentos contaminantes. La propuesta del sistema de canalización pluvial a construir será presentada a la Comisión Nacional del Agua para su previa autorización.

El sistema de captación y conducción de agua en las azoteas estará conformado por pendientes que juntará y dirigirá el agua captada hacia tubería lisa de descarga de PVC sanitario DWV Ced-40 Marca Durman o Similar colectora principal de agua que desembocará a coladeras pluviales tipo cúpula o a coladeras pluviales planas para exteriores (Figura 30 Diseño y conformación del sistema de captación y conducción de agua pluvial en las azoteas de las obras que conforman el proyecto.). Las coladeras estarán conectadas a un sistema de bajada de aguas pluviales vertical por las tuberías de iguales características a las colectoras



Figura 30 Diseño y conformación del sistema de captación y conducción de agua pluvial en las azoteas de las obras que conforman el proyecto.



## Capítulo II

La tubería de las bajadas de agua pluvial estará conectado a un sistema de conducción de una red de tubería de ramas secundarias que se conectarán a un sistema de tubería primaria que desembocará a uno de los ocho pozos de absorción de agua pluvial que se habilitarán (Figura II-19). Este sistema de conducción de agua pluvial conducirá agua captada de las azoteas, de las terrazas, estacionamientos y demás áreas libres del proyecto.

Como se indicó, previo a que el agua pluvial sea descargada al manto acuífero, pasará al filtro de agua y sistema de decantación, trampa de grasa y sólidos, u otros que garanticen la retención de sedimentos contaminantes, según la composición del agua a descargar. Ejemplo, los pozos de absorción que solo vaya a descargar agua colectada de la azotea puede ser un sistema de decantación o retención de sedimentos y, para el caso del agua que pueda tener residuos de hidrocarburos por derrames accidentales, el sistema deberá tener un filtro y trampa de grasas previo a su descarga final. En la Figura II-21 se presenta un diseño general del sistema de conducción, filtro y pozo de absorción a construir y en el apartado de anexos se incluye un plano impreso con el diseño del sistema completo, tanto para las azoteas como para el nivel 1.



Figura 31 Diseño y conformación del sistema de captación y conducción de agua pluvial en el nivel 1 del proyecto..

## Capítulo II

El sistema de captación, conducción y descarga del agua pluvial del proyecto está diseñado tomando como base una lluvia máxima de  $240 \text{ mm h}^{-1}$ , de 5 minutos de duración, un periodo de retorno de 10 años y con un coeficiente de escurrimiento máximo igual a 0.95. Estos valores se tomaron con base a las isoyetas de intensidad para el estado de Quintana Roo elaboradas por la SCT (Figura 32 Isoyetas de intensidad de lluvias ( $\text{mm h}^{-1}$ ) para la península de Yucatán para un periodo de retorno de 10 años.), y de la tabla de coeficientes de escurrimiento para el método racional de las normas de la misma SCT (ver: <https://normas.imt.mx/normativa/M-PRY-CAR-1-06-003-00.pdf>).

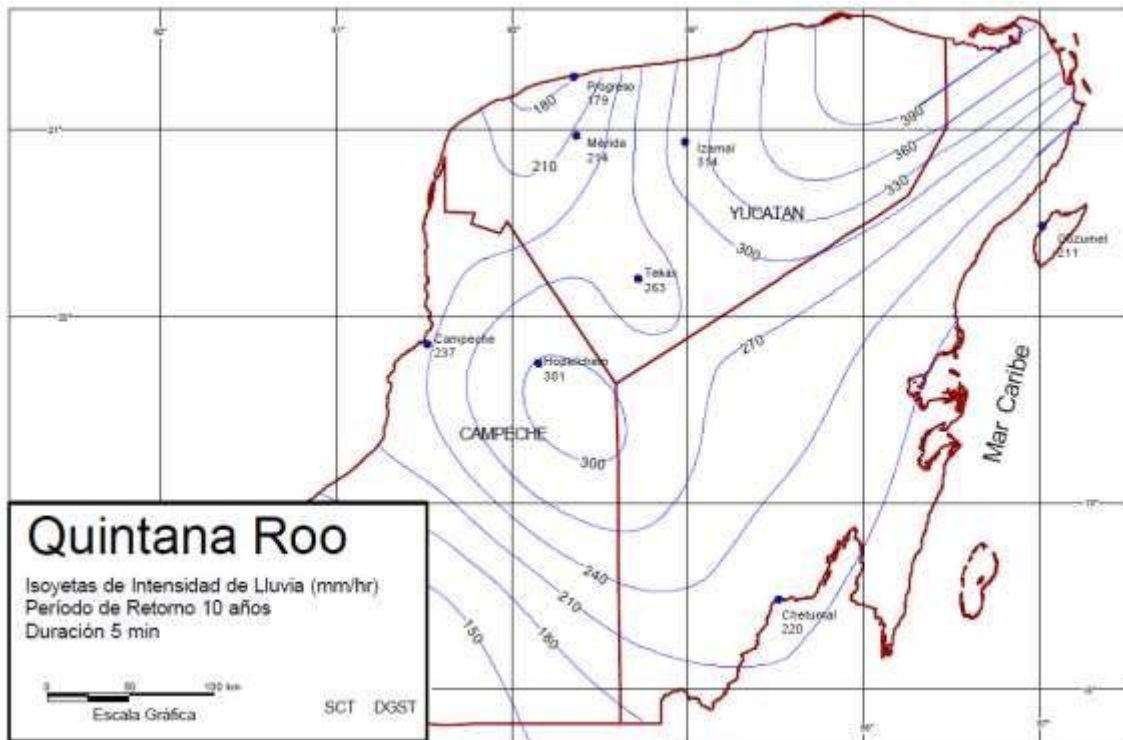


Figura 32 Isoyetas de intensidad de lluvias ( $\text{mm h}^{-1}$ ) para la península de Yucatán para un periodo de retorno de 10 años.

La tubería de conducción del agua de lluvia captada se conectará al sistema de decantación, trampas de grasas y sólidos, u otros que garanticen la retención de sedimentos contaminantes, el cual tendrá en promedio 2.0 m de ancho por 3.0 m de largo y, en su interior contará con un registro de 0.80 m X 0.80 m y una división irregular en la parte central que permitirá el paso gradual de agua y la retención y una primera sedimentación de sólidos arrastrados por el agua (Figura 33 Representación

## Capítulo II

esquemática de los componentes de una trampa de grasas y tanque sedimentador para la descarga del agua pluvial al manto freático.).

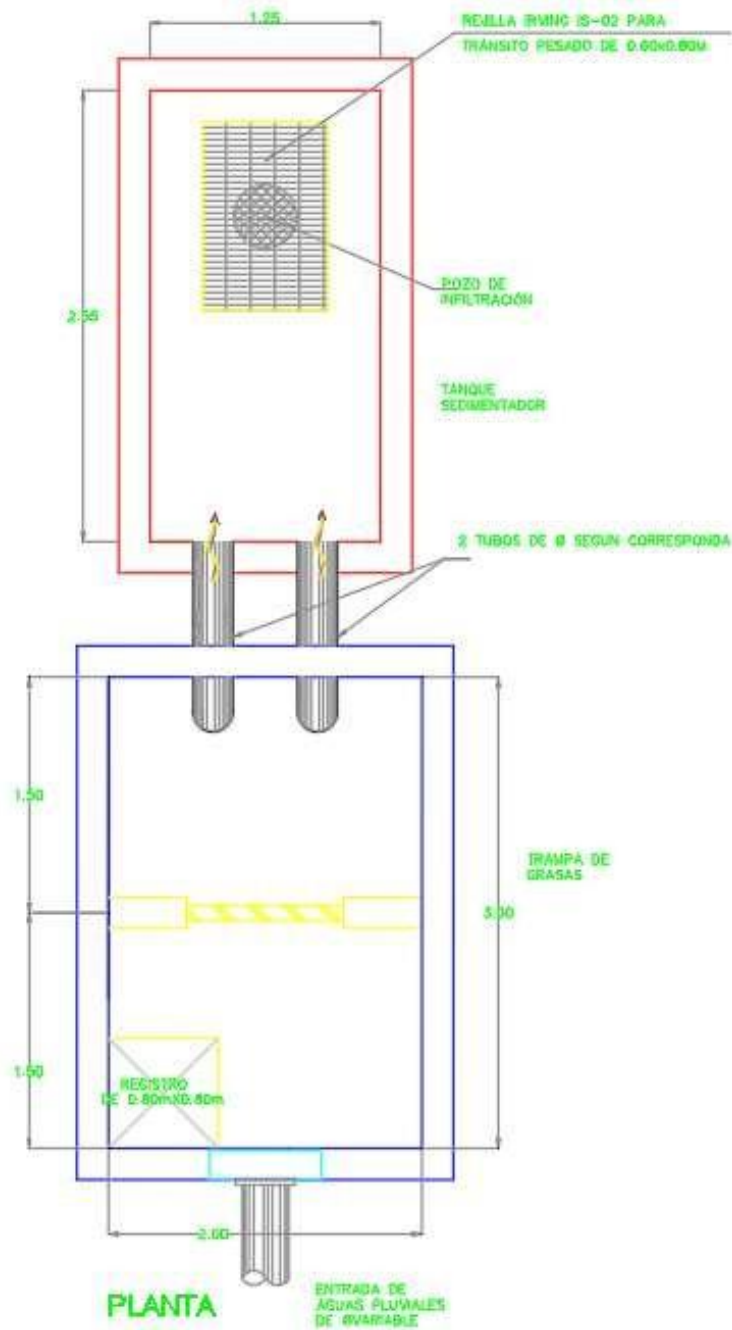


Figura 33 Representación esquemática de los componentes de una trampa de grasas y tanque sedimentador para la descarga del agua pluvial al manto freático.

## Capítulo II

Esta estructura estará conectada mediante tuberías a un tanque sedimentador de 1.25 m de ancho, 2.55 m de largo y 2.30 m de profundidad, el cual tendrá en su parte superior una rejilla Irving IS-02 de 0.60 X 0.80 m para tránsito pesado que dejará pasar escorrentía al sedimentador y retendrá residuos sólidos (Figura 34 Representación esquemática de los componentes de los pozos de absorción de aguas pluviales captadas durante el desarrollo del proyecto). El interior del tanque sedimentador tendrá material filtrante, el cual será una mezcla de arena y grava de diferente tamaño, un desnatador, una escalera unida a una de las paredes para facilitar la entrada a hacer operaciones y el tubo ranurado que permitirá el flujo del agua del tanque al manto freático.

El tubo ranurado tendrá un casquillo de malla de 3/16" para impedir el ingreso de partículas al interior del tubo que, a su vez, tendrá comunicación con el manto freático. El interior del pozo de absorción tendrá un tubo ADM ranurado de 3/16" de espesor, de acero negro de 60 cm de diámetro y, en su interior tendrá el tubo ranurado de 1/4" de espesor que sale del tanque sedimentador, también de acero negro y 45 cm de diámetro. El espacio interior entre los tubos de acero negro estará relleno de gravilla de un diámetro de entre 1/4 y 1/2" como material filtrante.

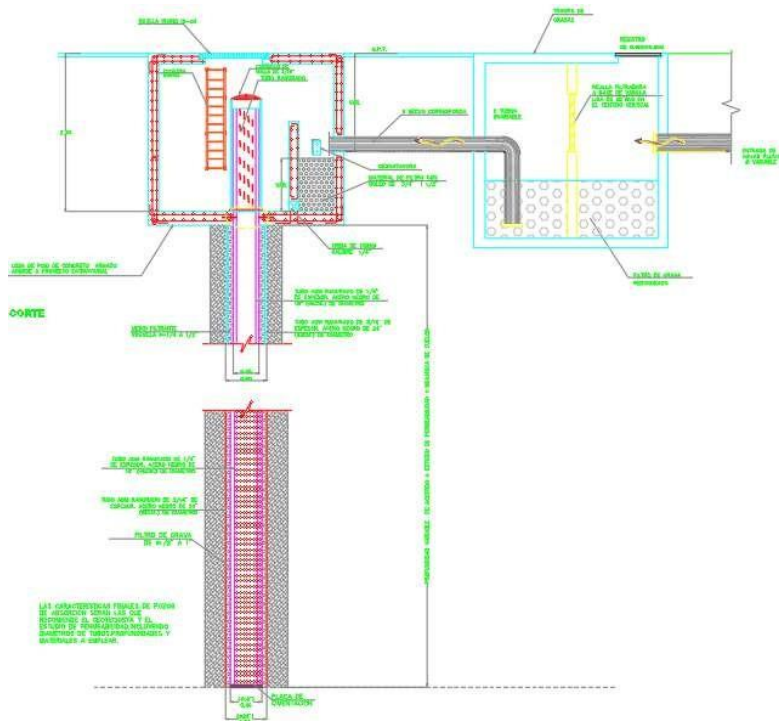


Figura 34 Representación esquemática de los componentes de los pozos de absorción de aguas pluviales captadas durante el desarrollo del proyecto

## Capítulo II

### II.2.5.2.Actividades de mantenimiento

Las acciones por llevar a cabo durante esta etapa se consideran medidas precautorias que permiten mantener las diferentes áreas e instalaciones orientadas a la prestación de servicios evitando afectaciones al sistema ambiental. Estas acciones derivan de la atención a los siguientes aspectos indicativos más no limitativos:

#### II.2.5.2.1.Mantenimiento de la condición de los edificios

Interna y externamente existirán áreas con muros que requerirán someterse al mantenimiento de pintura, principalmente. Externamente se usará pintura vinílica acrílica para exteriores e interiores.

Para llevar a cabo este servicio de mantenimiento se contratará a una empresa especializada en el ramo. Los residuos generados durante este proceso se clasifican como peligrosos al tratarse de una sustancia química que su rombo de seguridad indica que es una sustancia con riesgo ligero (1) a la salud cuando se trata de pinturas a base agua, y para pinturas base solvente representa ser un riesgo peligroso (2) para la salud e inflamabilidad debajo de 37°C (3).

Dada esta característica, los residuos generados deberán manejarse como tal, para ello, se verificará que la empresa contrata para realizar dicha actividad maneje estos residuos apropiadamente, bajo el cuidado y supervisión y responsabilidad de esta empresa promovente.

#### II.2.5.2.2.Mantenimiento del sistema contra incendios

Este es uno de los sistemas de prevención de incidentes a instalar como parte del edificio y que requiere una supervisión y mantenimiento de su funcionalidad periódica y exhaustiva. Es un sistema tan importante que lo más recomendable es que las labores de mantenimiento sean realizadas por personal especializado, ya sea del fabricante de los equipos o de una empresa de mantenimiento autorizada. En el caso del proyecto que

## Capítulo II

nos ocupa, las labores de mantenimiento estarán a cargo de una empresa de mantenimiento autorizada, de las cuales existen en el estado.

Las labores de mantenimiento incluyen a los sistemas de detección de incendios automático a instalar en el edificio, así como al sistema de control de incendios manual que se debe instalar en cumplimiento de la normatividad de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

### II.2.5.2.3.Mantenimiento del sistema de aire acondicionado del edificio

El sistema del aire acondicionado es otro sistema importante por instalar para confort de los trabajadores y visitantes. De este modo, se determina que su instalación no tiene un objetivo tanto ambiental, sino más bien social. No obstante, si este no recibe el mantenimiento adecuado en cuanto a tiempo y calidad se incrementa el consumo de energía requerida para su funcionamiento.

Por lo que, con la finalidad de garantizar el adecuado funcionamiento del sistema de aire acondicionado se aplicaría lo relativo al mantenimiento recomendado en el reglamento de las instalaciones térmicas en edificios, solo en lo técnicamente aplicable a nuestro caso y a manera de guía.

### II.2.5.2.4.Mantenimiento de pozos de absorción

El sistema de conducción y eliminación de contaminantes sólidos de las aguas tratadas y pluviales es importante que estén libres de material contaminante que se va acumulando a través del tiempo, lo que reduce su capacidad de funcionamiento, reduciendo la velocidad de paso del agua y la eficiencia de limpiado del agua. Por lo que, para mantener la funcionalidad del sistema de descarga de este tipo de agua se debe implementar un programa de mantenimiento del pozo. El programa de mantenimiento a implementar incluye:

- Trampa de grasas: Cada dos meses se removerán los residuos sólidos acumulados, entre ellos la grasas, aceites y sebo. Tres veces al año se deberá lavar con jabón cortagrasa.

## Capítulo II

- Filtro de grava: Cada dos años se deberán remover los lodos, sedimentos o cualquier otro residuo y, revisar la condición de la tapa metálica para reemplazarse en caso de que haya sufrido deterioro y revisar el sellado para evitar el ingreso de agua superficial. Retirar la grava del filtro y lavarla con abundante agua sola.
- Pozo de absorción: Cada dos años revisar el estado de la pintura y señalización del pozo, en caso de requerirse repintar y/o cambiar la señalización. En este mismo periodo, retirar los residuos sólidos acumulados en el interior del pozo y sus paredes. Cambiar la tapa metálica del filtro de grava en caso de estar deteriorada y resellar para evitar el ingreso de agua de escorrentía superficial

Los tiempos aquí indicados podrán acortarse en caso de detectar fallas, saturación del sistema, desbordamiento, ingreso de escorrentía superficial directo al pozo sin pasar por la trampa de grasas, o cuando la infraestructura se encuentre en mal estado

### II.2.5.2.5.Mantenimiento de áreas verdes

Para prevenir o controlar el ataque de plagas y enfermedades y mantener la condición física de las plantas y arbustos a establecer en las áreas verdes del proyecto, como jardines y áreas de verdes, se realizarán actividades de mantenimiento como la limpieza de malezas, poda de individuos, aplicación de fertilizantes, ya sea vía foliar o minerales, aplicación de riegos, reemplazo de ejemplares enfermos, plagados, con daños físicos o viejos. De las actividades mencionadas, los deshierbes, podas, fertilización y aplicación de riegos tendrán un calendario de ejecución o supervisión. El control de plagas y enfermedades, podas y reemplazo de ejemplares son actividades que se realizan conforme se van detectando la necesidad.

Para el caso que nos ocupa, el deshierbe se realizará manualmente sin utilizar sustancias químicas como herbicidas selectivos, ni fuego u otro medio que genere residuos o resuspensión de sustancias o partículas en el medio ambiente.

Para aportar nutrientes a las plantas se utilizarán compuestos orgánicos, como biofertilizantes, composta o aportación de suelo orgánico adquirido en viveros de la región, este será el medio preferido para aplicar nutrientes a las plantas. No obstante, en caso de ser necesario y requerirse un efecto más rápido, se realizarán fertilizaciones



## Capítulo II

foliares con mochilas aspersoras manuales y dirigidas al ejemplar(es) que se quiera(n) beneficiar.

El reemplazo de ejemplares se realizará siempre considerando a los especies nativas y especies de jardinería producidas y utilizadas en la región. En este caso no se utilizarán las especies consideradas como exóticas invasoras de acuerdo con el listado presentado por la SEMARNAT y publicado en el Diario Oficial de la Federación el 07 de diciembre de 2016.

### II.2.6.Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

El proyecto no considera esta fase dada las características permanentes del proyecto, en principio, el espacio no debe de ser abandonado en los próximos 109 años, 10 de los cuales se consideran para el desarrollo de las etapas de preparación del sitio y construcción y 99 para las etapas de operación y mantenimiento. Por lo que, previo a la etapa de abandono se presentaría el programa para el abandono del proyecto, con su respectivo programa de rehabilitación.

### II.2.7.Residuos

Al tratarse de un proyecto que contempla la construcción y operación de un desarrollo turístico, como parte de ambos procesos se espera la generación de diversos tipos de residuos los cuales van a depender de la etapa de desarrollo y las actividades que se estén realizando. Para identificar los tipos de residuos que se generarán en esta descripción se toma en consideración la clasificación de residuos presentada por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento y, el manejo que se les dé depende del tipo de residuos y lo indicado en el marco jurídico respectivo.

De acuerdo con la Ley existen tres tipos de residuos: sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos. En la Ley, éstos se definen como sigue:

## Capítulo II

- **Residuos Sólidos Urbanos:** Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole.
- **Residuos de Manejo Especial:** Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.
- **Residuos Peligrosos:** Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley.

A continuación, se describe la generación de residuos y el manejo a implementar para reducir el impacto ambiental de éstos por la ejecución del proyecto.

### II.2.7.1. Generación y manejo de residuos sólidos urbanos

La cantidad y tipo de estos residuos variará dependiendo de la etapa del proyecto. Durante las dos primeras etapas, preparación del sitio y construcción, este tipo de residuos serán generados por los trabajadores que laboren en el predio, quienes llevan alimentos y bebidas refrescantes para consumirlos durante las horas de trabajo, además de los residuos vegetales que se generen en la preparación de las áreas de desplante de las obras. Y, por otro lado, durante las etapas de operación y mantenimiento del proyecto, este tipo de residuos se generarán en las habitaciones de los huéspedes, áreas de servicio, oficinas, pero principalmente de los restaurantes y bares. Además, aquí se incluyen también los residuos vegetales que se produzcan del mantenimiento de las áreas ajardinadas.

Los residuos sólidos urbanos que se generen se subclasificarán en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria para, de esta

## Capítulo II

manera, poder diferenciar entre aquellos que se pueden reciclar, los que se pueden usar para composteo y aquellos que ya no tendrían algún uso.

Para su colecta y disposición temporal, durante las dos primeras etapas se instalarán contenedores rotulados para diferenciar el tipo de residuos a disponer en ellos (Figura 35 Ejemplos del tipo y acondicionamiento de contenedores para residuos sólidos urbanos que se pueden usar en los frentes de trabajo para la disposición separada de los residuos.). Estos estarán junto a los frentes de trabajo, en lugares estratégicos donde no interfieran con las actividades.

Los contenedores que se instalen contarán con tapadera para evitar que los residuos se dispersen, ingrese fauna nociva en búsqueda de alimentos en ellos y que la basura se moje (afecte) en caso de lluvias.

Los residuos orgánicos que se produzcan por la remoción de la vegetación en los sitios de desplante de las obras del proyecto se manejarán por separado para facilitar su manejo a la empresa encargada de su manejo y disposición final.



## Capítulo II



Figura 35 Ejemplos del tipo y acondicionamiento de contenedores para residuos sólidos urbanos que se pueden usar en los frentes de trabajo para la disposición separada de los residuos.

De acuerdo como lo establece la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, los municipios son los que tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, por ellos mismos o a través de un tercero, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final. En este caso, el manejo y transporte de los residuos sólidos urbanos que se generen serán retirados del predio con la frecuencia requerida que evite la descomposición, y con ellos la generación de malos olores, en los frentes de trabajo, la cual no debe ser mayor de tres días.

Para el manejo, transporte y disposición final se contratarán los servicios que brinde el Municipio o una empresa autorizada para ello, la cual deberá probar que cuenta con toda la documentación vigente para brindar el servicio y que garantice el manejo,

## Capítulo II

transporte y disposición final acorde con lo dispuesto en la normatividad (Figura 36 Ejemplo de retiro de los residuos sólidos urbanos de los frentes de trabajo habilitados efectuado por una empresa privada autorizada.).



Figura 36 Ejemplo de retiro de los residuos sólidos urbanos de los frentes de trabajo habilitados efectuado por una empresa privada autorizada.

Durante las etapas de preparación y construcción es cuando se debe tener más vigilancia para evitar la contaminación por el mal manejo de los residuos sólidos urbanos, esto debido a que hay una gran cantidad de trabajadores quienes por estar inmersos en sus labores y cumplimiento de sus tareas se les olvida tener cuidado en la disposición de sus residuos. Y, en las etapas de operación y mantenimiento es más fácil controlar la disposición y manejo de estos residuos ya que se tiene personal asignado específicamente para la realización de estas labores y los sitios de generación son fáciles de controlar.

## Capítulo II

Como parte del proyecto, en el sótano 1 se diseñó la construcción de un área de acopio y otra para la disposición temporal y separación de los residuos sólidos urbanos inorgánicos y orgánicos, ubicándose a un costado del taller de mantenimiento.

### II.2.7.2. Generación y manejo de residuos de manejo especial

De acuerdo con lo clasificación de residuos presentada en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, así como lo indicado en los numerales 6.1 y 6.2 de la norma oficial mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, los residuos de manejo especial son y se clasifican de la siguiente manera:

- I. Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera;
- II. Residuos de servicios de salud, generados por los establecimientos que realicen actividades médico-asistenciales a las poblaciones humanas o animales, centros de investigación, con excepción de los biológico-infecciosos;
- III. *Residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades;*
- IV. *Residuos de los servicios de transporte, así como los generados a consecuencia de las actividades que se realizan en puertos, aeropuertos, terminales ferroviarias y portuarias y en las aduanas;*
- V. *Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales;*
- VI. *Residuos de tiendas departamentales o centros comerciales generados en grandes volúmenes;*
- VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;

## Capítulo II

- VIII. *Residuos tecnológicos provenientes de las industrias de la informática, fabricantes de productos electrónicos o de vehículos automotores y otros que, al transcurrir su vida útil, por sus características, requieren de un manejo específico;*
- IX. *Pilas que contengan litio, níquel, mercurio, cadmio, manganeso, plomo, zinc, o cualquier otro elemento que permita la generación de energía en las mismas, en los niveles que no sean considerados como residuos peligrosos en la norma oficial mexicana correspondiente;*
- X. *Los neumáticos usados, y*
- XI. *Otros que determine la Secretaría de común acuerdo con las entidades federativas y municipios, que así lo convengan para facilitar su gestión integral.*

Dada las características y naturaleza del proyecto, este tipo de residuos también se generarán principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción, siendo principalmente los de origen de la construcción, mantenimiento y demolición en general.

Por otro lado, tomando en cuenta que el proyecto contará con un consultorio médico para atender casos leves y dar primeros auxilios, se prevé que se generen residuos de manejo especial de los tipos residuos de servicios de salud, sin llegar a los clasificados como biológico – infecciosos de acuerdo con lo considerado por la norma oficial mexicana NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se generarán principalmente tres tipos de residuos de manejo especial producto de los procesos constructivos, estos son: a) pedacería de manera que se utiliza mayormente para los cimbrados; b) chatarra de sobrantes de los trabajos estructurales y, c) cascajo de los sobrantes de la construcción.

En este caso, como parte de la separación primaria de los residuos se habilitarán áreas dentro del predio para la disposición temporal de estos residuos. Las áreas por condicionar para este fin serán parte de las destinadas para desplante de obras, no se afectarán áreas que no tengan la finalidad de servir para la construcción.

Las áreas estarán claramente diferenciadas e indicadas para evitar la dispersión y disposición mezclada de residuos y, al mismo tiempo, facilitar el manejo para su retiro

## Capítulo II

y reciclaje. En este caso, dado que los residuos que se generan y disponen no producen ningún lixiviado, no es necesario de poner alguna protección especial al suelo para evitar su contaminación y la del manto freático.

En la Figura 37 Ejemplo de evidencias del mezclado durante la disposición temporal de residuos de manejo especial durante la etapa de construcción.; se muestran condiciones que se deben evitar durante la disposición temporal de estos residuos; la Figura 38 Ejemplo de la habilitación y señalización de áreas para la disposición temporal de residuos de manejo especial durante la etapa de construcción.; muestra las condiciones deseadas para el manejo de estos residuos y, la Figura 39 Ejemplo del manejo y transporte de algunos tipos de residuos de manejo especial generados durante los procesos constructivos de proyectos en desarrollo.; muestra las ventajas de la separación para el transporte y su disposición final.





## Capítulo II



Figura 37 Ejemplo de evidencias del mezclado durante la disposición temporal de residuos de manejo especial durante la etapa de construcción.



Figura 38 Ejemplo de la habilitación y señalización de áreas para la disposición temporal de residuos de manejo especial durante la etapa de construcción.

## Capítulo II



Figura 39 Ejemplo del manejo y transporte de algunos tipos de residuos de manejo especial generados durante los procesos constructivos de proyectos en desarrollo.

### II.2.7.3. Generación y manejo de residuos peligrosos

Los residuos considerados como peligrosos están determinados por su nivel de riesgo según sus características CRETIB que los identifican, es decir, por sus características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad ambiental, inflamabilidad y

## Capítulo II

características biológico-infecciosas que tenga. Además, de acuerdo con lo indicado en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos los productos que se mezclen con residuos peligrosos o hayan servido como envase o embalaje de materiales peligrosos, deberán ser tratados como residuos peligrosos.

El listado de los residuos peligrosos está indicado en la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, en la que también se describe el procedimiento para determinar si los residuos se deben considerar dentro de esta clasificación. Y, por otro lado, en la norma oficial mexicana NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2202 se presenta la clasificación y el manejo de los residuos peligrosos biológico – infecciosos.

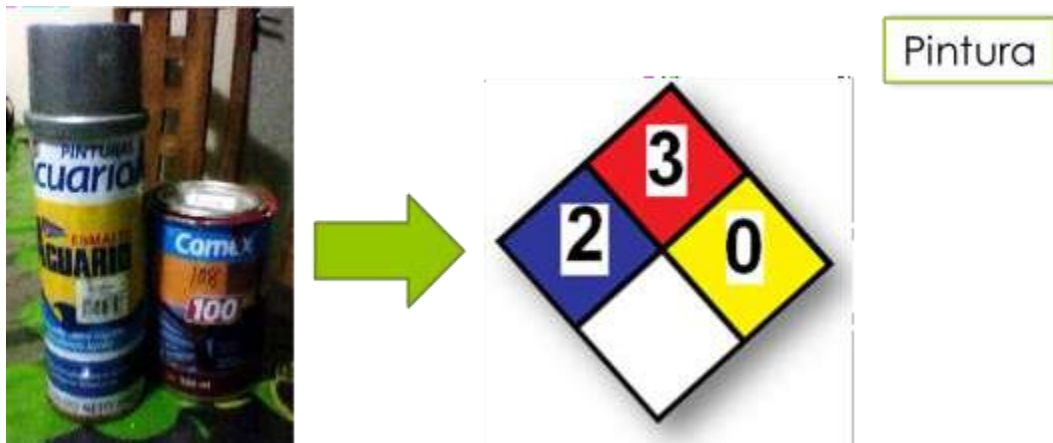
Una de las formas prácticas para determinar el grado CRETIB de las sustancias químicas utilizadas es revisar el rombo de seguridad, el cual es un símbolo internacional que indica el nivel de riesgo de una sustancia para la seguridad y salud humana (Figura 40 Rombo de seguridad o símbolo internacional que indica el nivel de riesgo de una sustancia para la seguridad y salud humana y clasificación de sustancias químicas a usar.).



## Capítulo II



Fuente: Imagen tomada de la página [https://www.uaeh.edu.mx/dlcyt/documentos/conferencias/presentacion\\_sust\\_quim\\_uah\\_julio\\_2017\\_hidrobiologia.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/dlcyt/documentos/conferencias/presentacion_sust_quim_uah_julio_2017_hidrobiologia.pdf)



Fuente: Imagen tomada de la página <https://quimicahogarenp9.wordpress.com/>

Figura 40 Rombo de seguridad o símbolo internacional que indica el nivel de riesgo de una sustancia para la seguridad y salud humana y clasificación de sustancias químicas a usar.

En las etapas de preparación del sitio y construcción es donde se da un mayor manejo de sustancias químicas que al final se pueden convertir en residuos peligrosos, dentro de estas sustancias están los hidrocarburos que se usan en la maquinaria y equipos automotores, tales como generadores de energía, maxilight, bailarinas compactadoras, perforadoras hidráulicas, martillos hidráulicos, bobcats, trascabos, retroexcavadoras, entre otras. Además, también se usan otras sustancias en menor cantidad, tales como pinturas y desmoldantes, que al final terminan generando residuos peligrosos.

Los mayores riesgos de generar residuos peligrosos en este tipo de proyectos se tienen durante las etapas de preparación del sitio y construcción debido al uso de hidrocarburos en la maquinaria y equipos a usar, así como durante la etapa de acabados. Los

## Capítulo II

principales residuos peligrosos que se generan son envases, embalajes y suelo y material pétreo contaminado por fugas y derrames de los equipos automotores, ya sea por fallas mecánicas o derrames accidentales que se tienen al momento de su manejo, y derrames accidentales o malos manejos de pintura, solventes y desmoldantes.

La contaminación de suelo por fugas y derrames de equipos automotores se pueden prevenir poniendo algún tipo de protector de suelo, en dirección de los depósitos de hidrocarburos o sitios de posibles fugas, durante el tiempo que estarán estacionados o inhabilitados por periodos considerados de tiempo, ejemplo durante la noche o durante el llenado de depósitos. Normalmente se usan charolas de plástico o películas de plástico (Figura 41 Ejemplos de la prevención de la generación y manejo de los residuos peligrosos durante las etapas de preparación y construcción de proyectos de obra civil.). Un método similar de protección del suelo se puede usar para el resguardo y aplicación de pinturas, desmoldantes y solventes.

Durante los tiempos de operación, la maquinaria puede sufrir desperfectos y fallas por desgastes de piezas, golpes o fallas de manipulación que pueden ocasionar que se tengan pérdidas de líquidos de los depósitos, mangueras o juntas. Estas pérdidas, si son de consideración, pueden ocasionar contaminación de suelo y material pétreo, el cual tiene que ser levantado y tratado como residuo peligroso al estar contaminado (Figura 41 Ejemplos de la prevención de la generación y manejo de los residuos peligrosos durante las etapas de preparación y construcción de proyectos de obra civil.).

Los residuos peligrosos generados en estas dos primeras etapas de desarrollo del proyecto se dispondrán en contenedores o envases seguros para evitar su derrame y permitir su manejo, almacenaje temporal y transporte. Residuos peligrosos sólidos y líquidos de hidrocarburos, solventes y pinturas pueden almacenarse en contenedores metálicos debidamente identificados y, por disposición oficial no deben llenarse a más del 80% de su capacidad (Figura 41 Ejemplos de la prevención de la generación y manejo de los residuos peligrosos durante las etapas de preparación y construcción de proyectos de obra civil.).

De igual forma, todo residuo peligroso que se genere en el predio del proyecto deberá ser registrado en la bitácora que se habilite para el manejo del almacén temporal de

## Capítulo II

residuos peligrosos (Figura 41 Ejemplos de la prevención de la generación y manejo de los residuos peligrosos durante las etapas de preparación y construcción de proyectos de obra civil.). El manejo de la bitácora tiene como objetivo el llevar un control de los residuos peligrosos que ingresan y salen del almacén temporal y controlar que el tiempo de almacenamiento no rebase los seis meses estipulados en la Ley.



## Capítulo II



Figura 41 Ejemplos de la prevención de la generación y manejo de los residuos peligrosos durante las etapas de preparación y construcción de proyectos de obra civil.

### II.2.8. Emisiones y descargas

## Capítulo II

El mayor riesgo de que se genere una afectación a la calidad del aire por el desarrollo del proyecto es durante las etapas de preparación del sitio y construcción, esto debido al constante flujo de maquinaria, personal y la realización de las obras. Durante las etapas de operación y mantenimiento solo se ejecutarán actividades de bajo impacto, no de obras, dentro de los componentes del proyecto para uso de los pacientes y trabajadores.

Es así como, la mayoría de las medidas estarán enfocadas a mitigar este impacto durante las dos primeras etapas de ejecución del proyecto, sin que ello implique que durante la etapa de operación no se vayan a realizar actividades para reducir las emisiones al ambiente.

Es así como se prevé que durante las etapas de preparación del sitio y construcción es cuando se tendrá un mayor flujo de automotores dentro del predio por el movimiento de material y sustancias de construcción, maquinaria y de personal involucrado en la construcción, por lo que existe un mayor riesgo de afectar la calidad del aire debido a las partículas de polvo que se levantan y la emisión de gases de automotores que llegarían a operar en condiciones no aptas (Figura 42 Ejemplo de emisiones de contaminantes a la atmósfera y medidas a implementar para mitigarlas durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto.). El polvo levantado generalmente se deposita sobre el área foliar de la cobertura vegetal reduciendo la actividad fotosintética y desarrollo de la vegetación.

Para mitigar esta afectación, se establecerá que los vehículos que transporten materiales que puedan generar resuspensión de partículas deberán usar lonas que reduzcan esta afectación (Figura 42 Ejemplo de emisiones de contaminantes a la atmósfera y medidas a implementar para mitigarlas durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto.). Para reducir la resuspensión de partículas por operar en suelos secos y desprotegidos se aplicarán riegos en la frecuencia requerida. Y, para reducir la emisión de gases producto de una mala combustión se definirá que todo el equipo y la maquinaria que se requiera para el desarrollo del proyecto se encuentren en perfectas condiciones mecánicas; de tal manera que, el ruido y los gases que generen no sobrepasen los límites establecidos en las normas aplicables. Para ello, se seguirá un programa regular de mantenimiento preventivo de los automotores en un sitio destinado



## Capítulo II

para tal fin fuera del predio del proyecto, lo que se ve favorecido dado que el predio se encuentra cerca de la zona urbana de Puerto Morelos.



Transporte de material sin protección para evitar la resuspensión de partículas



Transporte de material con protección para evitar la resuspensión de partículas



Resuspensión de partículas por operar en áreas secas

## Capítulo II



Aplicación de riegos para mitigar la resuspensión de partículas en el aire



Emisión de gases en vehículos por falta de mantenimiento

Figura 42 Ejemplo de emisiones de contaminantes a la atmósfera y medidas a implementar para mitigarlas durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto.

***NINE***

**MANIFESTACIÓN DE  
IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD REGIONAL**

**CAPÍTULO**

**III**

**VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE  
PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS  
JURÍDICOS APLICABLE**

PROMOVENTE:

**Banco Ve Por Mas, S.A., Fideicomiso 321**

## Fundamento jurídico

En enero de 1988 se publicó la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en el Diario Oficial de la Federación. Este ordenamiento federal tiene como objetivo el definir la política de protección ambiental a seguir en el territorio nacional, incluyendo específica y detalladamente la relacionada con la evaluación en materia de impacto ambiental.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente define, en su Artículo 28, lo que se entiende por evaluación de impacto ambiental y, además, establece las obras y actividades que requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT); listado que es ampliado y detallado en el Artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental. Además, en el artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente se indica que, como parte del procedimiento a seguir para la obtener la autorización en la materia, los promoventes deberán presentar una manifestación de impacto ambiental. Y, en los artículos 12 y 13 del reglamento en materia de impacto ambiental se define el contenido general de las manifestaciones de impacto ambiental, según su modalidad, con la finalidad de que la autoridad pueda evaluar y dictaminar la viabilidad jurídico-ambiental del proyecto sometido a evaluación.

En particular el Artículo 13, fracción III, se solicita incluir la vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo. En este apartado de las manifestaciones de impacto ambiental, los promoventes deben demostrar el cumplimiento de las formalidades definidas en el marco jurídico-ambiental nacional e internacional, incluyendo: leyes generales, reglamentos ambientales, ordenamientos ecológicos, planes de desarrollo urbano, normas oficiales, entre otros, así como acuerdos internacionales de los que México es signatario.

La aplicación del marco normativo depende básicamente de dos aspectos, el primero el tipo de proyecto (obras y actividades a realizar) que se pretenda desarrollar y, el segundo, el territorio donde se pretenden llevar a cabo las obras y/o actividades. En este

## Capítulo II

caso se puede actuar de dos formas, si ya se tiene definido conceptualmente el tipo de proyecto a ejecutar y el sitio, se tiene que saber si el marco normativo aplicable al sitio lo permite o hasta donde éste lo permite. O, de lo contrario, conociendo el sitio y el marco normativo ambiental, se puede definir el proyecto con base en las restricciones o especificaciones definidas en el marco jurídico ambiental vigente y aplicable en el área donde se ubica el predio.

Es así es que, el desarrollo del presente capítulo tiene como finalidad el presentar la vinculación del desarrollo del proyecto con los diferentes instrumentos jurídicos de carácter ambiental y de regulación del uso del suelo vigentes y aplicables en la región y al tipo de proyecto sometido al procedimiento de evaluación. Esto para dar cumplimiento a la fracción III del artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental, por ser el artículo que aplica al desarrollo del proyecto como se muestra más adelante.

De conformidad con lo anterior, en este apartado se establece de manera puntual y detallada cómo el proyecto se vincula con los diferentes instrumentos jurídicos de política ambiental y planeación urbana que ordenan la zona donde se ubica el proyecto, tales como:

### A) Ordenamientos jurídicos federales:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM).
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA).
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su reglamento.
- Ley General de Vida Silvestre (LGVS).
- Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su reglamento.
- Ley General de Cambio Climático (LGCC).
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento.

## Capítulo II

- Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.
- B) Programas de ordenamientos ecológicos del territorio.
- Programa de ordenamiento ecológico general del territorio (POET).
  - Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMRGMMC).
  - Modificación al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez (MPOELBJ).
- C) Planes o programas de desarrollo urbano (PDU).
- Actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos (PDUCCPM).
- D) Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.
- Áreas Naturales Protegidas de carácter federal.
  - Áreas Naturales Protegidas de carácter estatal.
  - Áreas Naturales Protegidas de carácter municipal.
- E) Otros.
- Regiones prioritarias.
  - Sitios RAMSAR.
  - Normas oficiales mexicanas.

### III. Capítulo III

## Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables

### III.1. Ordenamientos jurídicos federales

#### III.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM).

Se trata del instrumento jurídico rector de la vida nacional, en la cual quedan claramente establecidos los poderes y órdenes de gobierno, sus relaciones y alcances, incluyendo a la sociedad. Además, sienta las bases generales que normarán la vida política nacional, mismas que derivan en la elaboración de las leyes generales para detallar específicamente la forma de su aplicación, considerando las relaciones antes mencionadas.

De los artículos contenidos en la Constitución Política aplicables al desarrollo del proyecto están los mencionados en la Tabla 1.

Tabla 24 Vinculación jurídico-ambiental considerando la naturaleza del proyecto y lo establecido en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Especificación	Cumplimiento
<p>Artículo 4, párrafos 5° y 6°.</p> <p>Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley. (el subrayado es nuestro).</p> <p>Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, las entidades federativas y</p>	<p>En cumplimiento de este Derecho Constitucional, se presenta esta Manifestación de Impacto Ambiental, para ser evaluada por la Secretaría, con la finalidad de acreditar que este proyecto no provoque un desequilibrio ecológico que ponga en riesgo el Derecho a un Medio Ambiente sano.</p> <p>Las medidas de compensación y mitigación de los impactos ambientales que propone mi representada en este documento, y las que imponga la Secretaría serán suficientes para que este proyecto cumpla con el precepto constitucional.</p>

### Capítulo III

<p>los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines.</p>	
<p>Artículo 27, párrafo tercero.</p> <p>La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad</p>	<p>En cumplimiento de lo establecido en este artículo de la Carta Magna, el gobierno ha elaborado y decretado el marco jurídico ambiental para regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación para observancia de la sociedad. En este marco se incluyen las medidas para el ordenamiento de los asentamientos humanos, se definen los usos, reservas y destinos del suelo, aguas y bosques, además de incluir la planeación y regulación de la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población. Por lo que, el planteamiento del proyecto observa lo establecido en el marco jurídico ambiental de referencia para el cumplimiento de lo establecido</p>



### Capítulo III

#### III.1.1.Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA).

La LGEEPA se trata de una ley reglamentaria de las disposiciones de la CPEUM, misma que fue elaborada para definir el marco jurídico para la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como para la protección al ambiente en todo el territorio nacional. Para ello, retoma los preceptos establecidos en los artículos arriba mencionados de nuestra Constitución Política.

El procedimiento de evaluación de impacto ambiental es uno de los mecanismos definidos en la LGEEPA para cumplir las disposiciones antes mencionadas, el cual quedó definido en su artículo 28. En éste se define la evaluación del impacto ambiental como el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades, en este especificadas de manera general, que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas. Por su contenido, este artículo se considera como el más importante de esta ley.

Como su nombre lo indica, la LGEEPA es una ley general por lo que algunas de sus especificaciones fueron detalladas en los reglamentos en materia ambiental elaborados para detallar aspectos generales, entre ellos el correspondiente en materia de impacto ambiental. Así se tiene que, las obras y actividades que se indican en la LGEEPA, artículo 28, que se sujetarán de manera previa al procedimiento de evaluación de impacto ambiental fueron detalladas más ampliamente en el artículo 5 del REIA. Además, también presenta una descripción más detallada del procedimiento de evaluación.

Considerando la naturaleza del proyecto que se somete a evaluación a través del presente documento, su ubicación y las características del predio, obras y actividades a ejecutar el presente proyecto se somete a evaluación en cumplimiento de lo establecido en el artículo 28, fracciones I, IX y X, de la LGEEPA; y, 5, incisos A fracciones VI y XII, Q y R, del REIA. En la Tabla 2 se presenta la vinculación entre la naturaleza del proyecto que se pretende desarrollar y lo establecido en la LGEEPA y el REIA.

### Capítulo III

Tabla 25 Vinculación jurídico-ambiental considerando la naturaleza del proyecto y lo establecido en la LGEEPA y el REIA

Especificación	Cumplimiento
LGEEPA	
<p>ARTÍCULO 28. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:</p> <p>I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carbo ductos y poliductos;</p> <p>...</p> <p>IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;</p> <p>...</p> <p>X.- Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar,</p>	<p>Con la finalidad de dar cumplimiento a lo establecido en las fracciones aquí indicadas del artículo 28 de la LGEEPA, es que previo al inicio del desarrollo del proyecto se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental la presente MIA-R, incluyendo la información indicada en la “Guía para la elaboración de la manifestación de impacto ambiental, modalidad regional”. Ello, con la finalidad de proporcionarle a la autoridad ambiental los elementos suficientes para que pueda llevar a cabo la evaluación y dictaminación en materia ambiental para el desarrollo del proyecto en cuestión.</p> <p>Lo anterior, tomando en cuenta que el proyecto trata de un desarrollo turístico que se ejecutará en un ecosistema costero, en litoral costero, y que como parte de su infraestructura se tiene contemplado la construcción de obras hidráulicas.</p> <p>Para lo anterior, se tomó en consideración la definición de “Ecosistemas costeros” presentada en el “Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente” publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de abril de 2018, mismo que lo define como:</p> <p>Ecosistemas costeros: Las playas, las dunas costeras, los acantilados, franjas intermareales; los humedales costeros tales como las lagunas interdunarias, las lagunas costeras, los esteros, las marismas, los pantanos, las ciénegas, los manglares, los</p>

Capítulo III

Especificación	Cumplimiento
<p>así como en sus litorales o zonas federales;</p> <p>...</p>	<p>petenes, los oasis, los cenotes, los pastizales, los palmares y las selvas inundables; los arrecifes de coral; los ecosistemas formados por comunidades de macroalgas y de pastos marinos, fondos marinos o bentos y las costas rocosas. Estos se caracterizan porque se localizan en la zona costera pudiendo comprender porciones marinas, acuáticas y/o terrestres; que abarcan en el mar a partir de una profundidad de menos de 200 metros, hasta 100 km tierra adentro o 50 m de elevación.</p> <p>Sin embargo, en dicho acuerdo se especifica que:</p> <p>“La Secretaría, en colaboración con las entidades federativas y los municipios, determinará la zona costera nacional tomando en consideración las interacciones fisiográficas y biológicas particulares de la zona que se trate y la publicará en el Diario Oficial de la Federación mediante Acuerdo.</p> <p>Como la publicación de dicha definición y límites aún no se ha publicado, estamos en una incertidumbre de afirmar si estamos frente a ecosistemas costeros, lo que se sabrá hasta la publicación de dicho Acuerdo.</p> <p>No obstante, se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental el proyecto en cuestión considerando que dentro del predio se encuentran algunos de los ecosistemas mencionados, que aún y cuando no se consideren jurídicamente aún como costeros, es importante su protección a través de la figura del impacto ambiental y particularmente a través de la presentación de una MIA-R para su correspondiente evaluación y dictaminación en la materia.</p>

Capítulo III

Especificación	Cumplimiento
<p>ARTÍCULO 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así</p> <p>como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.</p>	<p>En cumplimiento de este artículo, se debe elaborar y someter al procedimiento de evaluación una manifestación de impacto ambiental, para que, de esta manera, la Secretaría cuente con los elementos necesarios que le permitan dictaminar la viabilidad ambiental del proyecto. Motivo por el cual, se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental la presente MIA-R.</p>
<p>ARTÍCULO 35.- Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días.</p> <p>Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las</p>	<p>En este capítulo se analiza la congruencia del proyecto con lo que indican todas las disposiciones aplicables en la materia. Tal y como se muestra en el contenido del presente capítulo no se identificaron instrumentos de política ambiental o normatividad alguna que contravenga este proyecto.</p> <p>Es importante considerar que con relación al segundo párrafo del artículo 35 de la LGEEPA en análisis, el presente estudio fue elaborado considerando no solo la afectación puntual que un proyecto de esta naturaleza pueda tener, sino también se consideraron las implicaciones potenciales a los ecosistemas y sus procesos ecológicos que definen su integridad funcional. Es decir, la evaluación de impacto ambiental llevada a cabo fue desarrollada bajo el enfoque ecosistémico.</p>

Capítulo III

Especificación	Cumplimiento
<p>demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.</p> <p>Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación.</p> <p>Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente...</p>	
REIA	
<p>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:</p> <p>A) HIDRÁULICAS:</p> <p>...</p> <p>VI. Plantas para el tratamiento de aguas residuales que descarguen líquidos o Iodos en cuerpos receptores que constituyan bienes nacionales, excepto aquellas en las que se reúnan las siguientes características:</p>	<p>Se considera esta vinculación tomando en cuenta que el proyecto que se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental implica la construcción de un hotel (desarrollo turístico), que se ejecutará en un ecosistema costero, en litoral costero, aledaño a la zona federal, y que como parte de su infraestructura se tiene contemplado la construcción de obras hidráulicas por aprovechamiento para extracción Planta de ósmosis inversa (POI) y para descarga de salmuera y descarga de aguas residuales tratadas (PTAR).</p> <p>Por lo anteriormente mencionado, y con la finalidad de dar cumplimiento con lo establecido en los incisos y fracciones aquí mencionadas, es que se somete al procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental el presente proyecto, de</p>

Capítulo III

Especificación	Cumplimiento
<p>a) Descarguen líquidos hasta un máximo de 100 litros por segundo, incluyendo las obras de descarga en la zona federal;</p> <p>b) En su tratamiento no realicen actividades consideradas altamente riesgosas, y</p> <p>c) No le resulte aplicable algún otro supuesto del artículo 28 de la Ley;</p> <p>... XII. Plantas desaladoras;</p> <p>...</p> <p><b>Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:</b>            Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y</p> <p>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,</p> <p>...</p> <p><b>R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES:</b></p>	<p>manera previa a su ejecución. A lo largo de este documento se proporcionan la información técnica y jurídica para que la autoridad ambiental cuente con los elementos suficientes para poder evaluar y dictaminar su viabilidad ambiental.</p>

Capítulo III

Especificación	Cumplimiento
<p>I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas, ...</p>	
<p>Artículo 9.- 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.</p> <p>...</p>	<p>En cumplimiento de este artículo, se somete al procedimiento de evaluación esta MIA-R, la cual se ajusta a lo dispuesto por los artículos 11 y 13 de este REIA, y con lo dispuesto en la “Guía para la elaboración de la manifestación de impacto ambiental, modalidad regional”.</p> <p>El presente documento contiene la información relevante sobre las circunstancias ambientales relacionadas con la realización del proyecto, desarrollada en VIII capítulos en los que se hace una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la ejecución del proyecto, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas de prevención y mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.</p>
<p>Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:</p> <p>...</p> <p>III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y</p> <p>...</p>	<p>El proyecto se ajusta a estas disposiciones vinculantes y, para ello, se presenta a la autoridad ambiental la presente MIA-R, toda vez que, por las características del proyecto (un conjunto de obras en una región determinada) éste se ajusta a las previsiones de la fracción III del artículo 11 del REIA.</p>

Capítulo III

Especificación	Cumplimiento
<p>En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.</p>	
<p>Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:</p> <p>I.Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;</p> <p>II.Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;</p> <p>III.Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;</p> <p>IV.Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;</p> <p>V.Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;</p> <p>VI.Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;</p> <p>VII.Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y</p>	<p>Toda vez que el proyecto se somete al procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental, siguiendo los lineamientos establecidos en la “Guía para la elaboración de la manifestación de impacto ambiental, modalidad regional”</p> <p>(<a href="http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/formatos/DGIRA/Guia_MIA-R-DIC-2019.pdf">http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/formatos/DGIRA/Guia_MIA-R-DIC-2019.pdf</a>). Este instructivo define una estructura de documento a someter al procedimiento de evaluación ambiental apegada a lo establecido en este artículo. Por lo que, la estructura de esta MIA-R cumple directamente con lo indicado en el presente artículo del REIA, apegándose a lo solicitado en la presentación de una MIA-R.</p>



### Capítulo III

Especificación	Cumplimiento
VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.	

#### III.1.1. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su reglamento.

El 05 de junio de 2018 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el “Decreto por el que se abroga la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 25 de febrero de 2003, y se expide la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable;”, mismo que entró en vigor al día siguiente de su publicación. Y, a su vez, en el artículo Segundo del apartado de transitorios de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable se indica que se emitirá un nuevo reglamento para la nueva LGDFS dentro de los 180 días hábiles siguientes a la entrada en vigor, hecho que tuvo efecto el 09 de diciembre de 2020, a través del mismo medio. Por lo que, en el presente apartado se presenta la vinculación con la LGDFS vigente y su nuevo reglamento.

Adicionalmente, el 13 de abril de 2020, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el “Decreto por el que se reforman y adicionan diversas fracciones del artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable”. Las fracciones que se adicionaron son: V Bis, XIX Bis, XXII Bis, XXXVIII Bis, LX Bis, y LXXI Bis; y las que se modificaron son las fracciones: VI, XVIII, XIX, LXX y LXXI.

Esta Ley se trata de otra normatividad reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional. Su principal objetivo es el de regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos. Por lo que, considerando que en el predio del proyecto crece vegetación forestal, es necesario

### Capítulo III

considerar las especificaciones que esta ley y su reglamento establecen para predios con este tipo de vegetación. En la Tabla 3 se presenta la vinculación respectiva.

Tabla 26 Vinculación jurídico-ambiental considerando la naturaleza del proyecto y lo establecido en la LGDFS y su reglamento.

Especificación	Cumplimiento
<b>LGDFS</b>	
<p>Artículo 2. Son objetivos generales de esta Ley:</p> <p>I. Conservar y restaurar el patrimonio natural y contribuir, al desarrollo social, económico y ambiental del país, mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales en las cuencas hidrográficas, con un enfoque ecosistémico en el marco de las disposiciones aplicables;</p> <p>...</p> <p>Artículo 3. Son objetivos específicos de esta Ley:</p> <p>Definir los criterios de la política forestal, describiendo sus instrumentos de aplicación y evaluación;</p> <p>Regular la protección, conservación, usos sustentable y restauración de los ecosistemas, recursos forestales y servicios ambientales; así como la zonificación, el manejo y la ordenación forestal;</p> <p>...</p>	<p>En la presente MIA-R se describe a la autoridad ambiental las condiciones actuales del ecosistema donde se pretende desarrollar el proyecto en cuestión, específicamente en el capítulo IV, y en los capítulos V, VI, VII y VIII, se proponen los elementos y criterios que evidencian que con el desarrollo de este no se contraviene lo estipulado en los objetivos generales y específicos de la LGDFS.</p> <p>Además, es de considerar que en el cuerpo de este documento se brindan los elementos requeridos para que la autoridad ambiental evalúe su viabilidad en la materia y emita la resolución en los términos que considere apropiados considerando las características propias del proyecto y del medio ambiente en el que se pretende su ejecución.</p>

### Capítulo III

<p>Regular el aprovechamiento y uso de los recursos forestales maderables y no maderables;</p> <p>Promover la conservación de los ecosistemas forestales, impulsando su delimitación y manejo sostenible, evitando</p> <p>que el cambio de uso de suelo con fines agropecuarios o de cualquier otra índole afecte su permanencia y potencialidad;</p>	
<p>Artículo 7. Para los efectos de esta Ley se entenderá por: (Se retoman las reformas y adiciones del Decreto publicado en el DOF el 13 de abril de 2020)</p> <p>...</p> <p>VI. Cambio de uso del suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales;</p> <p>...</p> <p>LXXI. Terreno forestal: Es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales;</p> <p>...</p> <p>LXXX. Vegetación forestal: Es el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia</p>	<p>Toda vez que en la parcela que conforma el predio del proyecto cuenta con vegetación forestal bajo términos aquí mencionados, representada por el manglar que ocupa 32,713.58 m2, que forma parte de los 37,312.67 m2 de la superficie de conservación, que no será sometido a cambio de uso de suelo y, por lo contrario, se someterá a prácticas de conservación.</p> <p>Por otro lado, como ya se ha venido informando, las 4.41 ha de área de aprovechamiento ya se sometieron al cambio de uso de suelo bajo el amparo otorgado por la autorizaciones competentes descritas en el capítulo I en los antecedentes, y fue demostrado ante la PROFEPA, y constatado y confirmado por la misma según acuerdos en materia ambiental No, 0561/2014, de fecha 15 de diciembre de 2014, No, 0558/2014, de fecha 15 de diciembre de 2014, y forestal 0557/2014, de fecha 19 de diciembre de 2014, mismo que se adjuntan el presente documento.</p>

### Capítulo III

<p>equilibrada de otros recursos y procesos naturales;</p>	
<p>Artículo 10. Son atribuciones de la Federación:</p> <p>...</p> <p>XXIX. Definir y aplicar las regulaciones del uso del suelo en terrenos forestales y preferentemente forestales;</p> <p>XXX. Expedir, por excepción, las autorizaciones de cambio de uso del suelo de los terrenos forestales, así como controlar y vigilar el uso del suelo forestal;</p> <p>...</p>	<p>A través de la presente MIA-R se brindan los elementos para que la Secretaría (Federación) evalúe, dictamine y emita justificadamente la resolución relativa a la ejecución del presente proyecto.</p>
<p>Artículo 68. Corresponderá a la Secretaría emitir los siguientes actos y autorizaciones:</p> <p>I. Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción;</p>	
<p>Artículo 93. La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en</p> <p>el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de</p>	<p>La presente MIA-R se somete a evaluación y dictaminación de la Secretaría con la finalidad de que autorice el desarrollo del proyecto, bajo la consideración que la vegetación forestal presente del manglar en el predio del proyecto no será removida, pasando a formar esta parte del área de conservación. Y, además, pueda validar que el cambio de uso de suelo ya tuvo efecto bajo el amparo de la autorización condicionada en materia de impacto ambiental No. D.O.O.DGOEIA.-005955 del 15 de septiembre de 1999, emitida para el desarrollo del proyecto “El Cid de Cancún”, así como por la autorizaciones S.G.P.A./DGIRA/DG/0082/08, de fecha 11 de febrero de 2008 en materia</p>

### Capítulo III

<p>la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.</p> <p>En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate.</p> <p>Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables</p>	<p>ambiental , y 03/ARRN/1222/08 de fecha 12 de noviembre de 2008 en materia forestal para la realización del proyecto “Caribbean Reef Village”.</p> <p>Y tal como fue demostrado ante la PROFEPA, y constatado y confirmado por la misma según acuerdos en materia ambiental No, 0561/2014, de fecha 15 de diciembre de 2014, No, 0558/2014, de fecha 15 de diciembre de 2014, y forestal 0557/2014, de fecha 19 de diciembre de 2014, mediante los que se ordenó la conclusión y cierre de actuaciones de los Procedimientos administrativos, por no encontrar infracciones en materia ambiental y forestal respectivamente.</p> <p>Lo anterior implica que el predio donde se desplantará el proyecto ya ha cambiado lícitamente su uso, de forestal a otro diverso, con lo cual ya se ha cumplido con la Ley Forestal vigente en el momento en que se intervino el predio.</p> <p>Para tal efecto, en los capítulos subsecuentes se demostrará que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.</p> <p>En apartados posteriores de este capítulo se lleva a cabo la vinculación correspondiente con los programas de ordenamiento ecológico, las normas oficiales mexicanas y otras disposiciones legales y reglamentarias aplicables.</p> <p>Asimismo, dentro del Programa de manejo ambiental presentado a manera de anexo de la presente MIA, se incluyen los subprogramas de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna silvestres.</p>
--	--

### Capítulo III

<p>Artículo 97. No se podrá otorgar autorización de cambio de uso del suelo en terreno incendiado sin que hayan pasado 20 años y que se acredite a la Secretaría que la vegetación forestal afectada se ha regenerado, mediante los mecanismos que, para tal efecto, se establezcan en el Reglamento de esta Ley.</p>	<p>Se manifiesta que el área donde se solicita la autorización para el desarrollo del proyecto no se ubica en el supuesto de terrenos incendiados sin que hayan pasado 20 años.</p>
<b>Reglamento de la LGDFS</b>	
<b>Sección VI: Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales</b>	
<p>Artículo 138. Los Terrenos forestales seguirán considerándose como tales, aunque pierdan su cubierta forestal por acciones ilícitas, Plagas, Enfermedades, Incendios, deslaves, huracanes o cualquier otra causa.</p>	<p>En la actualidad, el predio del proyecto ya no es un predio forestal en las secciones que ya han sido cambiadas de uso lícitamente. La superficie de manglar y vegetación forestal que se describe en los capítulos 2 y 4 de esta MIA-R será destinada a la conservación.</p> <p>La superficie de construcción (excluyendo la de conservación) ya no cuenta con la vegetación nativa características del tipo que se distribuye en la zona, toda vez que esta fue removida bajo el amparo de la autorización condicionada en materia de impacto ambiental No. D.O.O.DGOEIA.-005955 del 15 de septiembre de 1999, emitida para el desarrollo del proyecto “El Cid de Cancún”, así como por la autorización S.G.P.A./DGIRA/DG/0082/08, de fecha 11 de febrero de 2008 y 03/ARRN/1222/08 de fecha 12 de noviembre de 2008, para la realización del proyecto “Caribbean Reef Village”, por lo que no se considera que haya sido una acción ilícita. No obstante, dado el tiempo que ha estado sin intervención se tiene crecimiento de vegetación oportunista, donde predominan dos especies de gramíneas, <i>Distichlis spicata</i> y <i>Chloris inflata</i>, así como la</p>

### Capítulo III

	<p>presencia de algunos ejemplares característicos de duna y matorral costero.</p> <p>La legalidad de las actividades realizadas en dichos predios fue constatada por la Delegación Federal de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) en el Estado de Quintana Roo mediante los acuerdos No. 0558/2014, de fecha 19 de diciembre de 2014, No, 0561/2014, de fecha 15 de diciembre de 2014, y 0557/2014, de fecha 19 de diciembre de 2014, a través de las que se ordenó la conclusión y cierre de actuaciones de los procedimientos administrativos, en materia de impacto ambiental y forestal respectivamente lo anterior fue por no encontrar infracciones debido a las modificaciones a los ecosistemas presentes en el predio.</p> <p>En virtud de lo anterior, no le es aplicable el proyecto lo dispuesto en este Artículo, cuyo espíritu es proteger terrenos forestales que no han sido cambiados de dicho uso, por los mecanismos legales que prevé la propia Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.</p>
--	--

Expediente administrativo Núm: PFPA/29.3/2C27.5/0079-14, con fecha de clasificación del 15 de septiembre de 2014

El 18 de septiembre de 2014 se clasificó el Acta de Inspección Núm. PFPA/29.3/2C27.5/0079-14 como resultado del cumplimiento de la Orden de Inspección Núm. PFPA/29.3/2C27.5/0079-14 del día 15 del mismo mes y año. La visita de inspección tuvo como objetivo verificar que el propietario o promovente o responsable de las obras y actividades ubicadas en los lotes 3, 5, 7 y 9, manzana 20, supermanzana 03, del boulevard El Cid, de Puerto Morelos, en ese entonces municipio de Benito Juárez, Edo, de Quintana Roo, contara con la autorización vigente en materia de impacto ambiental, otorgada por la autoridad federal competente; y, en su caso, se verificara el

### Capítulo III

cumplimiento de las disposiciones, términos y condicionantes previstas en la autorización correspondiente. Además, de verificar que se estuvieran implementando las medidas adecuadas de prevención o mitigación o compensación aplicables a los impactos ambientales ocasionados por las obras y actividades referidas.

En el Acta de Inspección emitida por la Delegación Federal de la PROFEPA se constata que durante el recorrido se observó la remoción de la cobertura vegetal en un ecosistema costero (vegetación secundaria, gramíneas y de matorral costero) y en vegetación de humedal costero con presencia de mangle, el cual se encontraba compactado con material pétreo y con crecimiento de vegetación secundaria oportunista e invasora. Se mencionó que, derivado de su condición física, se podía ver que la afectación no es reciente, informándose que la afectación a la vegetación en los lotes 3, 5, 7 y 9, cubriendo una superficie total de 10,133.98 m<sup>2</sup> no era reciente, mismas que tuvieron efecto en el mes de marzo de 2001. Además, en dicha acta se menciona que durante la visita no se observaron evidencias de trabajos o actividades recientes en los lotes inspeccionados (Figura 1).

Asimismo, se menciona que, en la colindancia norte y oeste del predio, se observó vegetación de humedal con presencia de vegetación de mangle, en pie en buen estado de conservación, de las especies: rojo (*Rhizophora mangle*), blanco (*Laguncularia racemosa*) y botoncillo (*Conocarpus erecta*).

Para suportar la afectación al predio, se retomó el oficio resolutivo en materia de impacto ambiental D.O.O.DGOEIA.-005955 del 15 de septiembre de 1999, emitido por la entonces DGOEIA para el desarrollo del proyecto “El Cid de Cancún”.





Figura 43. Condición reportada en el Acta de Inspección número PFPA/29.3/2C.27.5/0079-14 emitida por la Delegación Federal de la PROFEPA en el Estado de Quintana Roo para los lotes 3, 5, 7 y 9 del plan maestro “El Cid de Cancún”.

Acuerdo No. 0558/2014, de fecha 19 de diciembre de 2014.

Como parte del expediente PFPA/29.3/2C27.5/0079-14, del procedimiento administrativo en materia de impacto ambiental abierto al propietario o promovente o responsable de las obras y actividades realizadas en los lotes 3, 5, 7 y 9, manzana 20, supermanzana 03, boulevard El Cid, en Puerto Morelos, el 19 de diciembre se clasificó el acuerdo No. 0558/2014, dando como resultado que se concluye que no se desprendieron irregularidades que pudieran constituir infracciones a la legislación en materia de impacto ambiental. Por lo que, con fundamento en los artículos 14, párrafo segundo, 16, párrafo primero, y 23 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, se acordó el cierre total y definitivo del procedimiento instaurado en materia de impacto ambiental por las obras y actividades efectuadas en los lotes 3, 5, 7, y 9, por no encontrar irregularidades que pudieran constituir infracciones a la legislación en materia de impacto ambiental.

### Capítulo III

Expediente administrativo Núm: PFPA/29.3/2C27.5/0084-14, con fecha de clasificación del 17 de octubre de 2014

El 17 de octubre de 2014 se clasificó el Acta de Inspección Núm. PFPA/29.3/2C27.5/0084-14 como resultado del cumplimiento de la Orden de Inspección Núm. PFPA/29.3/2C27.5/0084-14 del día 20 del mismo mes y año. La visita de inspección tuvo como objetivo verificar que el propietario o promovente o responsable de las obras y actividades ubicadas en los lotes 31, 32, y 33, manzana 20, supermanzana 03, del boulevard El Cid, de Puerto Morelos, en ese entonces municipio de Benito Juárez, Edo, de Quintana Roo, contara con la autorización vigente en materia de impacto ambiental, otorgada por la autoridad federal competente; y, en su caso, se verificara el cumplimiento de las disposiciones, términos y condicionantes previstas en la autorización correspondiente. Además, de verificar que se estuvieran implementando las medidas adecuadas de prevención o mitigación o compensación aplicables a los impactos ambientales ocasionados por las obras y actividades referidas.

En el Acta de Inspección se constata que durante el recorrido que 7,254.50 m<sup>2</sup> se encuentra desprovista de vegetación y se encuentra compactada con material pétreo y con vegetación secundaria oportunista e invasora, no son de reciente afectación, informándose que la afectación a la vegetación en los lotes 31,32 y 33, tuvieron efecto en el mes de noviembre de 2009, derivado de la preparación del sitio y construcción del proyecto denominado Caribbean Reef Villages, (Figura 2).

Asimismo, se menciona que, a una distancia de 120 m de los lotes se observó vegetación de humedal costero con presencia de manglar de las especies: rojo (*Rhizophora mangle*), blanco (*Laguncularia racemosa*) y botoncillo (*Conocarpus erecta*).

Que al momento de la visita se observó individuos de sacate espinoso (*sporobulos virginicus*), sacate tule (*Typha domingensis*), tabaquillo (*trixis praestans*), tomatillo (*Physalis anquilata*), casuarina (*Cassuarina equisetifolia*) y almendro (*Terminalia cattapa*), para la vegetación de matorral costero se tiene algunos ejemplares dispersos tales como ciricote de playa (*Cordia sebestena*) y uva de mar (*Coccoloba uvifera*) para la vegetación de duna costera, se observaron lirio de playa (*Hymenocallis littoralis*) y

### Capítulo III

margarita de playa (*Ambrosia Hispida*), riñonina (*Ipomoea pes-carrae*) verdolaga de playa (*Sesuvium portulacastrum*) y sikimay (*Argusia gnaphalodes*)

Para suportar la afectación al predio, se presentó copia simple del oficio resolutorio en materia de impacto ambiental S.G.P.A./DGIRA/DG/0082/08, de fecha 11 de febrero de 2008, para el desarrollo del proyecto “Caribbean Reef Village”.

Como parte de la visita de inspección realizada, los inspectores de la Delegación Federal de la PROFEPA en el Estado de Quintana Roo, procedieron a verificar las coordenadas que delimitan los lotes 31, 32 y 33, de la manzana 20, supermanzana 03, del boulevard El Cid, para verificar su ubicación, resultado que se muestra en la Figura 2.

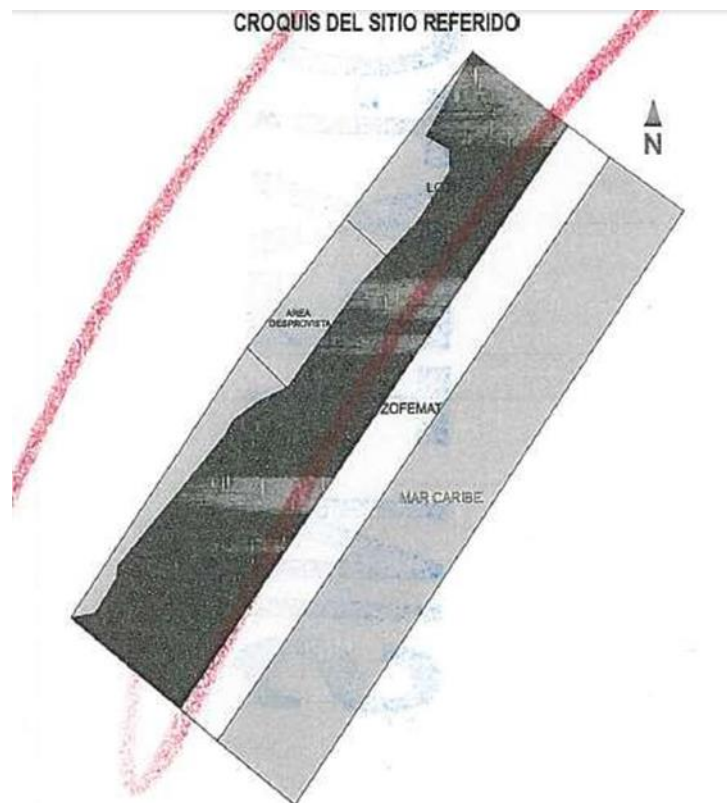


Figura 44 Condición reportada en el Acta de Inspección número PFPA/29.3/2C.27.5/0084-14 emitida por la Delegación Federal de la PROFEPA en el Estado de Quintana Roo para los lotes 31, 32, y 33 del proyecto “Caribbean Reef Village”

Acuerdo No. 0561/2014, de fecha 15 de diciembre de 2014.

Como parte del expediente PFPA/29.3/2C27.5/0084-14, del procedimiento administrativo en materia de impacto ambiental abierto al propietario o promovente o

### Capítulo III

responsable de las obras y actividades realizadas en los lotes 31, 32 y 33, manzana 20, supermanzana 03, boulevard El Cid, en Puerto Morelos, el 15 de diciembre se clasificó el acuerdo No. 0561/2014. La que indicó que no se desprenden irregularidad alguna que pueda ser sancionada por esa autoridad; lo anterior es así, en virtud de que si bien en el momento de la visita de inspección se circunstanció que la superficie de afectación por las obras y actividades inspeccionadas es de 7,254.50 m<sup>2</sup>, la cual se encuentra compactada con material pétreo y con vegetación secundaria, también lo es que exhibió el oficio a través del que la se autorizó en materia del impacto ambiental el proyecto Caribbean Reef Village así como el escrito de aviso de inicio de obras y actividades del proyecto en cuestión con fecha de recepción el 19 de noviembre del 2009, evidenciando sé que al momento de iniciar las actividades contaba con autorización vigente, además no se circunstanció afectaciones recientes, puesto que al momento de la visita de inspección no se constató trabajos o actividades de construcción reciente.

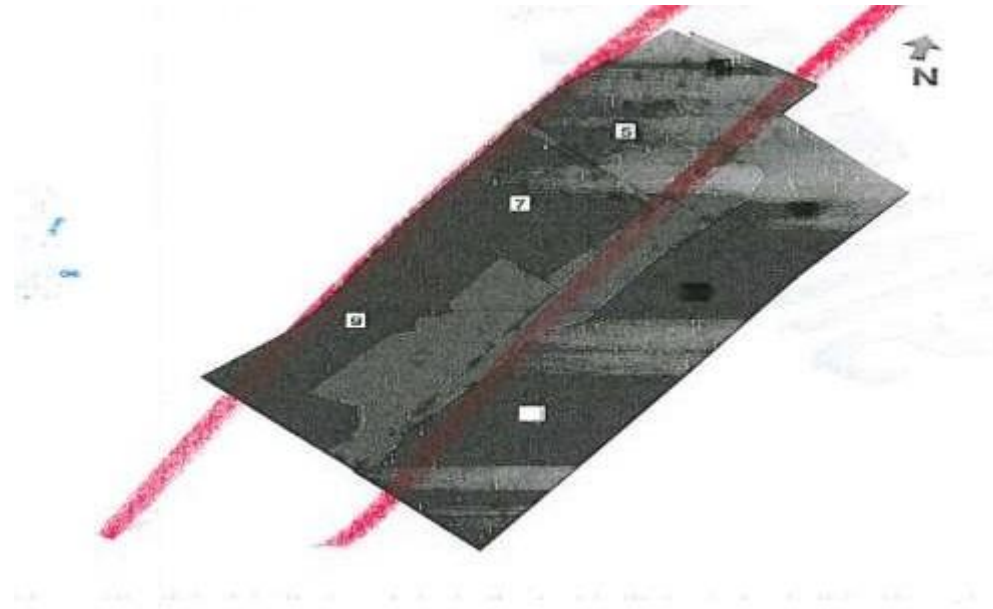
En dicho acuerdo se concluye que no se desprendieron irregularidades que pudieran constituir infracciones a la legislación en materia de impacto ambiental. Por lo que, con fundamento en el artículo 57 fracción I de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, se ordenó el cierra total y definitivamente del procedimiento instaurado en materia de impacto ambiental por las obras y actividades efectuadas en los lotes 31, 32 y 33 por no encontrar irregularidades que pudieran constituir infracciones a la legislación en materia de impacto ambiental.

Expediente administrativo Núm: PFPA/29.3/2C27.5/0135-14, con fecha de clasificación del 10 de octubre de 2014

Que el 14 de octubre de 2014, se cumplimentó la orden de inspección PFPA/29.3/2C27.5/0135-14, de fecha de clasificación del 10 de octubre de 2014, al propietario o responsable o encargado de los trabajos y actividades efectuadas en los lotes 3, 5, 7, 9, 31, 32 y 33, de la manzana 20, supermanzana 03, del boulevard El Cid, Puerto Morelos. El objeto de dicha inspección fue verificar que se contara con la autorización correspondiente para efectuar el cambio de uso de suelos en terrenos forestales otorgada por la autoridad federal competente, así como que se estuviera dando cumplimiento a lo establecido en la autorización respectiva, de ser el caso.

### Capítulo III

Como parte de la visita de inspección realizada, los inspectores de la Delegación Federal de la PROFEPA en el Estado de Quintana Roo, procedieron a verificar las coordenadas que delimitan los lotes 3, 5, 7, 9, 31, 32 y 33, de la manzana 20, supermanzana 03, del boulevard El Cid, para verificar su ubicación, resultado que se muestra en la Figura 3.



Fuente: Tomada de la hoja 10 de 20 del Acta de Inspección del expediente administrativo número PFPA/29.3/2C.27.7/0135- 14 de fecha de clasificación del 10 de octubre de 2014.

Figura 45 Resultado de la verificación de la ubicación de los lotes 3, 5, 7, 9, 31, 32, 33, de la manzana 20, supermanzana 03, del boulevard El Cid, como parte la visita de inspección reportada en el Acta de Inspección número PFPA/29.3/2C.27.5/0135-14 en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Asimismo, se constató que, en la colindancia norte y oeste del predio, se observó vegetación de humedal con presencia de vegetación de mangle, en pie en buen estado de conservación, de las especies: rojo (*Rhizophora mangle*), blanco (*Laguncularia racemosa*) y botoncillo (*Conocarpus erecta*).

En el acta de visita de inspección quedó asentado que, al momento de la visita se constató que en el área de inspección se habían realizado actividades como parte de la preparación del sitio consistentes en la remoción de la cobertura vegetal forestal perteneciente a un ecosistema costero (vegetación secundaria de matorral costero) y duna costera, cubriendo una superficie de 17,392.48 m<sup>2</sup>. Dadas las condiciones en que se encontraban los lotes involucrados en la visita, se consideró que las actividades de

### Capítulo III

remoción de la vegetación no eran recientes, informándose que la actividad había sido llevada a cabo en marzo del 2001, y que el área se encontraba compactada con material pétreo y con crecimiento de vegetación secundaria oportunista e invasora.

Para demostrar la legalidad de las actividades de remoción de la vegetación forestal efectuada en los lotes 3, 5, 7, 9, 31, 32 y 33, motivo de la visita de inspección, se exhibió la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales 03/ARRN/1222/08-04990, de fecha 12 de noviembre de 2008 correspondiente al proyecto “Caribbean Reef Village”, emitida por la Unidad de Aprovechamiento y Restauración de Recursos Naturales de la Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Quintana Roo. Así como, se retomó la resolución administrativa del recurso de revisión RR/00769/DGIVF/2012, emitida el 15 de marzo de 2013, donde se resuelve la nulidad lisa y llana de la resolución, en virtud de que las obras y actividades inspeccionadas y que implicaron el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, fueron realizadas al amparo de la autorización en materia de impacto ambiental No. D.O.O.DGOEIA-005955, de fecha 15 de septiembre de 1999, y que la remoción de la vegetación se había realizado desde marzo de 2001. Tomando en cuenta que la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable había entrado en vigor el 25 de marzo de 2003, se dictaminó que que no era aplicable a las obras y actividades iniciales en el 2001.

Acuerdo No. 0557/2014, de fecha 19 de diciembre de 2014.

Como parte del expediente PFPA/29.3/2C27.5/0135-14, del procedimiento administrativo en materia de cambio de uso de suelos en terrenos forestales abierto al propietario o promovente o responsable de las obras y actividades realizadas en los lotes 3, 5, 7, 9, 31, 32 y 33, de la manzana 20, supermanzana 03, boulevard El Cid, en Puerto Morelos, el 19 de diciembre se clasificó el acuerdo No. 0557/2014 relacionado con la orden de inspección PFPA/29.3/2C.27.2/0135-14, misma que se cumplimentó el 14 de octubre de 2014, descrita anteriormente.

Con base en lo asentado en el acta de inspección emitida correspondiente al expediente en cuestión, en el acuerdo No. 0557/2014 se concluye que al momento de la visita se encontró que las actividades efectuadas en los lotes inspeccionados eran permitidas por la normatividad aplicable, no encontrando conducta alguna de carácter coactivo

### Capítulo III

infringido ni elemento típico de prohibición a la conducta. Por lo anterior, se ordenó el cierre total y definitivo del procedimiento administrativo abierto por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales realizado en los lotes 3, 5, 7, 9, 31, 32, 33, motivo de inspección.

En el apartado de anexos se presentan probanza de los expedientes antes mencionados.

#### III.1.1.Ley General de Vida Silvestre (LGVS).

Esta se trata de otra ley reglamentaria, en este caso en referencia al artículo 27, párrafo tercero, y 73, fracción XXIX inciso G, de la Carta Magna. Tiene como general establecer la concurrencia de los gobiernos federal, estatal y municipal, en el ámbito de sus respectivas competencias, para la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio nacional y zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

Adicional al documento de la LGVS, el 01 de febrero de 2007 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el decreto por el que se adiciona el artículo 60 TER a la LGVS, el cual se incluye en esta vinculación jurídica.

Si bien el proyecto no tiene como objetivo ni implica el aprovechamiento de alguna especie de flora o fauna silvestre, durante su etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto, principalmente, se verán afectadas, directa e indirectamente. Por lo que, por el desarrollo del proyecto se deberán considerar e implementar medidas tendientes a prevenir y mitigar las afectaciones negativas que los ejemplares presentes en el predio del proyecto pudieran sufrir. En la Tabla 4 se incluye una vinculación entre lo establecido en la Ley y las implicaciones del proyecto.

### Capítulo III

Tabla 27 Vinculación jurídico-ambiental considerando la naturaleza del proyecto y lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y el Decreto de por el que se adiciona el artículo 60 TER.

Especificación	Cumplimiento
<p><b>Artículo 1°. La presente Ley es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción. El aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, quedará excluido de la aplicación de esta Ley y continuará sujeto a las leyes forestal y de pesca, respectivamente, salvo que se trate especies o poblaciones en riesgo.</b></p>	<p>El desarrollo del proyecto no implica el aprovechamiento de ejemplares de flora o fauna silvestre, sin embargo, en el predio aún existe relicto de mangle, la cual está clasificada dentro del proyecto como área conservación, mismas que podrían funcionar como zona de refugio, alimentación y percheo de algunos ejemplares de fauna silvestre presentes en la región. Dado lo anterior, en la presente MIA-R se identifican los impactos ambientales potenciales a generarse a estos componentes ambientales y se proponen las medidas ambientales a implementar para prevenirlos y/o mitigarlos y, de esta forma, reducir la afectación del hábitat y contribuir con la protección y conservación del medio ambiente con la finalidad de cubrir el objeto de la presente ley.</p>
<p><b>Artículo 2°. En todo lo no previsto por la presente Ley, se aplicarán las disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y de otras leyes relacionadas con las materias que regula este ordenamiento.</b></p>	<p>A lo largo de todo este capítulo se vincula el desarrollo del proyecto con el marco jurídico ambiental vigente y aplicable a este tipo de proyectos. Ello incluye a esta Ley y otras leyes generales y sus reglamentos, ordenamientos ecológicos y normas oficiales mexicanas. En particular, en la Tabla III-2 se hace la vinculación respectiva con la LGEEPA y su REIA.</p>



Especificación	Cumplimiento
<p><b>Artículo 18. Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.</b></p>	<p>Esta es la vinculación que está en la MIA anterior ...De acuerdo con lo descrito en el capítulo II de este documento, el desarrollo del proyecto no tiene como objetivo ni implica el aprovechamiento de ejemplares de especies de flora y fauna silvestre.</p> <p>Así mismo, el desarrollo del proyecto no se realizará aprovechamiento de los recursos forestales maderables ni no maderables del ecosistema.</p>
<p><b>Artículo 19. Las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat.</b></p>	<p>En el capítulo VI de esta MIA-R se propone una serie de medidas ambientales tendientes a prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales negativos potenciales a generarse a la flora y fauna silvestre por la ejecución del proyecto. Dichas medidas se agrupan en una serie de programas y/o subprogramas anexos a este documento.</p>

Especificación	Cumplimiento
<p><b>Artículo 29 Los Municipios, las Entidades Federativas y la Federación, adoptarán las medidas de trato digno y respetuoso para evitar o disminuir la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor que se pudiera ocasionar a los ejemplares de fauna silvestre durante su aprovechamiento, traslado, exhibición, cuarentena, entrenamiento, comercialización y sacrificio.</b></p>	<p>Como parte de la etapa de preparación del sitio, previo al deshierbe y nivelación de las áreas de desplante de obras, se ejecutarán acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de los ejemplares de fauna silvestre identificados en las áreas de afectación, las cuales serán llevadas a cabo por un equipo de especialistas con conocimiento del manejo de fauna silvestre. Las actividades de ahuyentamiento, captura, manejo y liberación a implementar se detallan en el programa</p>
<p><b>Artículo 31 Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.</b></p>	<p>anexo de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre anexo al presente documento.</p>

Decreto por el que se adiciona el artículo 60 TER a la LGVS

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.

#### CUMPLIMIENTO

Sobre el particular se parte de la información recabada a través del estudio geohidrológico. Como parte de este, se realizaron mediciones del agua superficial del predio de nivel piezométrico y de calidad del agua observándose que el potencial

### Capítulo III

hidráulico del manglar es coincidente con el potencial hidráulico del acuífero; la calidad del agua del humedal ubicado al noroeste del predio es coincidente con la calidad del agua medida en los barrenos exploratorios hechos en el predio. Por lo tanto, se puede inferir que el agua del humedal es agua del acuífero que aflora. Debido a esta particularidad el humedal se encuentra inundado y su nivel depende directamente de la carga hidráulica estacional del acuífero que, finalmente, se relaciona con las precipitaciones pluviales.

Adicionalmente, el estudio expone que se realizó un monitoreo en las descargas existentes en la zona de estudio y se compararon con los datos recopilados en el estudio de 2007 realizado por Grupo de Ingeniería Sagitario S.A. de C. V.; y del Geohidrológico realizado en el 2016 particularmente se monitoreó la descarga 2 y se observó una coincidencia con la calidad del agua de entre 12.60 mS cm<sup>-1</sup> y 14.45 mS cm<sup>-1</sup> (una variación de 2 mS cm<sup>-1</sup>). Se coincide en que la salinización de estas descargas se debe al contacto directo con el agua marina que forma un gradiente de salinización. Si agregamos que el grado de desarrollo turístico en la zona sí ha cambiado pero las condiciones del acuífero no se pueden, entonces, definir que por esta obra y sus actividades tampoco han de ocurrir cambios negativos en el acuífero.

Es concluyente, en relación con la esta vinculación jurídica, que el potencial hidráulico observado en el manglar es poco correspondiente con el observado en los barrenos exploratorios. Lo anterior es relevante porque permite determinar que, hidráulicamente, es decir en términos de la integralidad del flujo hidrológico del manglar, no existe conexión entre el agua del humedal que sostiene el manglar y el acuífero y que estos humedales no tienen influencia de las mareas.

El estudio geohidrológico realizado determina que con respecto a la estimación del flujo subterráneo se tiene, primeramente, en la red de flujo, que el agua subterránea fluye perpendicular a la línea de costa, con dirección NW-SE, se define un tubo de corriente utilizando un gradiente hidráulico promedio de  $1.01 \times 10^{-4}$ , con un espesor acuífero de 4 m y la conductividad hidráulica ya determinada. Como resultado se obtuvo que la descarga del acuífero es de 394 m<sup>3</sup> día<sup>-1</sup> o su equivalente de 4.56 L s<sup>-1</sup> o 1.11 m<sup>3</sup> día<sup>-1</sup> por cada metro lineal de acuífero o el equivalente de 0.01 L s<sup>-1</sup> por cada metro lineal de acuífero.

### Capítulo III

Lo anterior es particularmente relevante en virtud de que las obras y actividades que se pretenden no implican, en términos geohidrológicos, afectación alguna a la integralidad del flujo hidrológico del manglar; por lo tanto, tampoco puede representar una interferencia con el funcionamiento de la cuenca del humedal de Puerto Morelos, entendido éste como el ecosistema que protege el artículo que se vincula. Además, tampoco representa posibilidad de afección sobre la zona de influencia del humedal con respecto a la selva que se encuentra al poniente dado que ese límite lo establece la carretera que es claramente una barrera hidrológica.

La zona de influencia de este proyecto no rebasa las barreras existentes al flujo superficial que existen y que corresponden a boulevard existente. En este contexto, la obra propuesta en ningún caso a de representar cambios negativos en los atributos ecológicos a la cuenca del humedal de Puerto Morelos, entendidos estos como la capacidad de carga natural del ecosistema, para los proyectos turísticos, afectación a zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje, ni en las interacciones entre el manglar, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, así como tampoco provocarán cambios en la características y servicios ecológicos ya que no se interferirán los flujos subterráneos ni se modificaran salidas del agua superficiales.

Finalmente se asevera que el proyecto que se analiza en esta MIA-R no implica, en ningún momento, remoción, relleno, trasplante, poda o la construcción de cualquier obra o realización de actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; de 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 la características y servicios ecológicos.

### CONCLUSIÓN

Lo antes expuesto hace evidente que no se llevarán a cabo obras o actividades que impliquen la remoción, relleno, trasplante o poda de la cubierta vegetal que afecte directa o indirectamente al manglar, localizados en las proximidades de la zona de intervención.

### Capítulo III

#### III.1.1.Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su reglamento.

Al igual que las anteriores, se trata de una ley reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales y es también de observancia general en todo el territorio nacional. Su objetivo primordial es regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable, de acuerdo con lo especificado en su artículo 1. Por lo que, para el aprovechamiento de aguas subterráneas se debe tramitar el título de concesión para el uso o aprovechamiento de aguas nacionales y, de la misma manera, se debe tramitar y obtener el permiso para la descarga de aguas residuales a cuerpos de aguas receptores de propiedad nacional. La Tabla 5 contiene la vinculación entre la naturaleza del proyecto y la presente ley.

Tabla 28 Vinculación jurídico-ambiental considerando la naturaleza del proyecto y lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento.

<b>Especificación</b>	<b>Cumplimiento</b>
<b>LAN</b>	
ARTÍCULO 3. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:  ...  VI. “Aguas Residuales”: Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general, de cualquier uso, así como la mezcla de ellas;  VII. “Aprovechamiento”: Aplicación del agua en actividades que no impliquen consumo de la misma;  ...	Estos son conceptos que se toman en consideración para el desarrollo del proyecto dada las necesidades del uso de agua en todas sus etapas, así como de la generación de aguas residuales que se tendrían. Por lo que, en el capítulo II de este documento se detalla el requerimiento de este recurso y la forma de obtenerlo, en el capítulo IV se hace una amplia caracterización de su condición actual en la región, en el capítulo VI y VII se identifican los impactos que se ocasionarían y las medidas ambientales a implementar para prevenirlos y mitigarlos, todo encaminado a garantizar la conservación y controlar de la calidad del recurso.

Capítulo III

Especificación	Cumplimiento
<p>XIII. “Concesión”: Título que otorga el Ejecutivo Federal, a través de “la Comisión” o del Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, y de sus bienes públicos</p> <p>XIV. “Condiciones Particulares de Descarga”: El conjunto de parámetros físicos, químicos y biológicos y de sus niveles máximos permitidos en las descargas de agua residual, determinados por “la Comisión” o por el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para cada usuario, para un determinado uso o grupo de usuarios de un cuerpo receptor específico con el fin de conservar y controlar la calidad de las aguas conforme a la presente Ley y los reglamentos derivados de ella;</p> <p>...</p> <p>XVII. “Cuerpo receptor”: La corriente o depósito natural de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales donde se descargan aguas residuales, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas, cuando puedan contaminar los suelos, subsuelo o los acuíferos;</p> <p>...</p>	
<p>ARTÍCULO 9. “La Comisión” es un órgano administrativo desconcentrado de “la Secretaría”, que se regula conforme a las disposiciones de esta Ley y sus reglamentos, de la Ley Orgánica de la</p>	<p>Como ha sido descrito en el capítulo II de esta MIA-R, como parte del proyecto se tiene contemplado construir y operar una POI (Planta de ósmosis inversa) y una PTAR (Planta de Tratamiento de aguas residuales). LA POI servirá para</p>

Capítulo III

Especificación	Cumplimiento
<p>Administración Pública Federal y de su Reglamento Interior.</p> <p>...</p> <p>Son atribuciones de “la Comisión” en su Nivel Nacional, las siguientes:</p> <p>...</p> <p>XX. Expedir títulos de concesión, asignación o permiso de descarga a que se refiere la presente Ley y sus reglamentos, reconocer derechos y llevar el Registro Público de Derechos de Agua;</p> <p>ARTÍCULO 20. De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal a través de “la Comisión” por medio de los Organismos de Cuenca, o directamente por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que dispone la presente Ley y sus reglamentos. Las concesiones y asignaciones se otorgarán después de considerar a las partes involucradas, y el costo económico y ambiental de las obras proyectadas.</p> <p>Corresponde a los Organismos de Cuenca expedir los títulos de concesión, asignación y permisos de descarga a los que se refiere la presente Ley y sus reglamentos, salvo en aquellos casos previstos en la Fracción IX del Artículo 9 de la presente Ley, que queden reservados para la actuación directa de “la Comisión”.</p>	<p>potabilizar el agua y, la PTAR se usará para tratar el agua residual que se genere en la operación del desarrollo turístico. Si bien, se tiene contemplado reutilizar la mayor parte del agua tratada, el agua sobrante enviará mediante pozo de rechazo, para lo que deberá cumplir con las condiciones técnicas y límites máximos permisibles.</p> <p>Para poder realizar el aprovechamiento de agua subterránea y descargar el agua residual, de manera previa se deberá realizar el trámite ante la CONAGUA para obtener las concesiones para el aprovechamiento de aguas subterráneas (trámite CNA-01-004) y la descarga de aguas residuales (Trámite CONAGUA-01-001).</p>

Capítulo III

Especificación	Cumplimiento
<p>La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales por parte de personas físicas o morales se realizará mediante concesión otorgada por el Ejecutivo Federal a través de “la Comisión” por medio de los Organismos de Cuenca, o por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que establece esta Ley, sus reglamentos, el título y las prórrogas que al efecto se emitan.</p>	
<p>ARTÍCULO 28. Los concesionarios tendrán los siguientes derechos:</p> <p>I.Explotar, usar o aprovechar las aguas nacionales y los bienes a que se refiere el Artículo 113 de la presente Ley, en los términos de la presente Ley y del título respectivo;</p> <p>II.Realizar a su costa las obras o trabajos para ejercitar el derecho de explotación, uso o aprovechamiento del agua, en los términos de la presente Ley y demás disposiciones reglamentarias aplicables;</p> <p>...</p>	<p>Una vez realizado el trámite para la obtención de la concesión para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales ante la CONAGUA y obtenida esta, la concesionaria ejercerá sus derechos en apego con lo indicado en el artículo 28, así como de sus obligaciones para mantenerla vigente bajo los términos considerados en el artículo 29 de la LAN y los indicados en el título de concesión que se llegara a otorgar.</p> <p>Aquí cabe aclarar que, tal y como quedó descrito en el capítulo II de esta MIA-R, el suministro de agua para la etapa de operación y mantenimiento del proyecto se realizará a través de la perforación, habilitación y operación del pozo profundo para el aprovechamiento de aguas, para su tratamiento en la Planta de ósmosis inversa.</p>
<p>ARTÍCULO 29. Los concesionarios tendrán las siguientes obligaciones, en adición a las demás asentadas en el presente Título:</p> <p>I. Ejecutar las obras y trabajos de explotación, uso o aprovechamiento de aguas en los términos y condiciones que establece esta Ley y sus reglamentos, y comprobar su ejecución para prevenir efectos negativos a terceros o al desarrollo hídrico de las fuentes de abastecimiento o de la cuenca hidrológica; así como comprobar su ejecución dentro de los</p>	<p>Una vez habilitado los pozos, y durante la operación, el aprovechamiento de agua y rechazo se realizará con apego al volumen y condiciones establecidas en el título de concesión.</p>



Capítulo III

Especificación	Cumplimiento
<p>treinta días siguientes a la fecha de la conclusión del plazo otorgado para su realización a través de la presentación del aviso correspondiente;</p> <p>II.Instalar dentro de los cuarenta y cinco días siguientes a la recepción del título respectivo por parte del interesado, los medidores de agua respectivos o los demás dispositivos ...;</p> <p>III.Conservar y mantener en buen estado de operación los medidores ...;</p> <p>IV.Pagar puntualmente conforme a los regímenes que al efecto establezca la Ley correspondiente, los derechos fiscales que se deriven de las extracciones, consumo y descargas volumétricas que realice en relación con la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales que le hayan sido concesionadas o asignadas; ...;</p> <p>V.Cubrir los pagos que les correspondan de acuerdo con lo establecido en la Ley Fiscal vigente y en las demás disposiciones aplicables;</p> <p>...</p>	
<p>ARTÍCULO 86 BIS 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados</p>	<p>Como parte del desarrollo del proyecto se generarían de los tres tipos de residuos considerados en la LGPGIR y su reglamento, siendo estos los sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos. Sin embargo, el tipo y cantidad de residuos a generarse variaría de acuerdo con la etapa de desarrollo del proyecto. En las etapas de preparación de sitio y construcción del proyecto se generaría una mayor cantidad de residuos de</p>

Capítulo III

<b>Especificación</b>	<b>Cumplimiento</b>
<p>peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.</p>	<p>manejo especial y peligrosos y, en menor cantidad, los residuos sólidos urbanos. Ya, durante la etapa de operación del proyecto los residuos que se generarían cotidianamente serían solo los sólidos urbanos.</p> <p>En cada etapa se implementará un programa de manejo de residuos, el cual contempla disponer y manejar los residuos de manera separada y diferenciada entre ellos para, finalmente, ser transportados y dispuestos en los sitios que la autoridad así lo tenga asignado o lo autorice. El manejo de estos residuos se detalla en los capítulos II, apartado II.2.11, y VI de esta MIA-R.</p>
<p>ARTÍCULO 88. Las personas físicas o morales requieren permiso de descarga expedido por “la Autoridad del Agua” para verter en forma permanente o intermitente aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales o demás bienes nacionales, incluyendo aguas marinas, así como cuando se infiltren en terrenos que sean bienes nacionales o en otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos.</p> <p>El control de las descargas de aguas residuales a los sistemas de drenaje o alcantarillado de los centros de población, corresponde a los municipios, con el concurso de los estados cuando así fuere necesario y lo determinen las leyes.</p>	<p>La promovente tiene contemplado tramitar la concesión para la descarga de aguas residuales tratadas ante la CONAGUA. Si bien se tiene considerado reusar el agua residual tratada en actividades de riego y lavado de exteriores, preveía verificación del cumplimiento de la normatividad aplicable en cuanto a la calidad del agua, se tiene considerado que habrá un volumen sobrante del agua residual tratada que no se reusaría, por lo que se tramitaría la concesión para poder descargar dicho volumen mediante pozo profundo.</p>
<p>Reglamento de la LAN</p>	
<p>ARTICULO 29.- Las solicitudes de concesiones o asignaciones podrán ser</p>	<p>Para la realización de los trámites de concesión para el aprovechamiento de</p>

Capítulo III

Especificación	Cumplimiento
<p>presentadas tanto por personas físicas como por personas morales, debiendo acreditar estas últimas su existencia legal, así como la personalidad jurídica del promovente.</p>	<p>agua subterránea y de descarga de aguas residuales, esta promovente realizará los procedimientos cumpliendo con los términos establecidos por la CONAGUA, entre ellos presentando la documentación legal aquí mencionada.</p>
<p>ARTICULO 30.- Conjuntamente con la solicitud de concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales se solicitará, en su caso: el permiso de descarga de aguas residuales, el permiso para la realización de las obras que se requieran para el aprovechamiento del agua y la concesión para la explotación, uso o aprovechamiento de cauces, vasos o zonas federales a cargo de “La Comisión”.</p>	<p>Como ha sido descrito en el capítulo II de esta MIA-R, como parte del proyecto se tiene contemplado construir y operar una POI y una PTAR. LA POI servirá para purificar agua y, la PTAR se usará para tratar el agua residual que se genere en la operación del desarrollo turístico. Si bien, se tiene contemplado reutilizar la mayor parte del agua tratada, el agua sobrante se descargaría a la capa subterránea o manto acuífero, clasificado bien nacional.</p> <p>Para poder realizar el aprovechamiento del agua subterránea y descargar el agua residual tratada, de manera previa se deberá realizar el trámite ante la CONAGUA para obtener las concesiones para el aprovechamiento de aguas subterráneas (trámite CNA-01-004) y la descarga de aguas residuales (Trámite CONAGUA-01-001).</p>
<p>ARTICULO 135.- Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a que se refiere la “Ley”, deberán:</p> <p>I. Contar con el permiso de descarga de aguas residuales que les expida “La Comisión”, o en su caso, presentar el aviso respectivo a que se refiere la “Ley” y este Reglamento;</p>	<p>La promovente tiene contemplado tramitar la concesión para la descarga de aguas residuales tratadas ante la CONAGUA. Si bien se tiene considerado reusar el agua residual tratada en actividades de riego y lavado de exteriores, preveía verificación del cumplimiento de la normatividad aplicable en cuanto a la calidad del agua, se tiene considerado que habrá un volumen sobrante del agua residual</p>

### Capítulo III

<b>Especificación</b>	<b>Cumplimiento</b>
<p>II.Tratar las aguas residuales previamente a su vertido a los cuerpos receptores, cuando esto sea necesario para cumplir con las obligaciones establecidas en el permiso de descarga correspondiente;</p> <p>III.Cubrir, cuando proceda, el derecho federal por el uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la Nación como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales;</p> <p>IV.Instalar y mantener en buen estado, los dispositivos de aforo y los accesos para muestreo que permitan verificar los volúmenes de descarga y las concentraciones de los parámetros previstos en los permisos de descarga;</p>	<p>tratada que no se reusaría, por lo que se tramitaría la concesión para poder descargar dicho volumen al manto acuífero.</p>

#### III.1.1.Ley General de Cambio Climático (LGCC).

La presente ley también es reglamentaria de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico, estableciendo las disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Se trata de una ley que es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional. Entre sus objetivos está el de garantizar el derecho a un medio ambiente sano y definir las competencias para la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero. La Tabla 6 contiene la vinculación de la naturaleza del proyecto con lo establecido en esta ley.

### Capítulo III

Tabla 29 Vinculación jurídico-ambiental considerando la naturaleza del proyecto y lo establecido en la Ley General de Cambio Climático.

Especificación	Cumplimiento
<p>Artículo 7°. Son atribuciones de la federación lassiguientes:</p> <p>...</p> <p>VI. Establecer, regular e instrumentar las acciones para la mitigación y adaptación al cambioclimático, de conformidad con esta Ley, los tratados internacionales aprobados y demás disposiciones jurídicas aplicables, en las materiassiguientes:</p> <p>a) Preservación, restauración, conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, los ecosistemas terrestres, acuáticos, marinos, costeros, islas, cayos, arrecifes y los recursos hídricos;</p> <p>...</p> <p>XIV. Formular y adoptar metodologías y criterios, expedir las disposiciones jurídicas que se requieran para la elaboración, actualización y publicación del inventario y en su caso los inventarios estatales; así como requerir la información necesaria para su integración a los responsables de las siguientes categorías de fuentes emisoras:</p> <p>...</p> <p>c)Agricultura, ganadería, bosques y otros usos de suelo;</p> <p>d)Residuos;</p> <p>...</p>	<p>Estos artículos definen las competencias, atribuciones y obligaciones exclusivas de las entidades de gobierno para garantizar la conservación, preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales como parte del proceso de adaptación al cambio climático. Y, en este respecto, como parte del desarrollo del proyecto se establecen medidas ambientales tendientes a prevenir y mitigar los impactos adversos al medio ambiente con la finalidad de coadyuvar en su conservación y protección.</p> <p>Como parte de la ejecución de las medidas propuestas se han identificado las entidades gubernamentales encargadas de definir las reglas, obligaciones y otorgar las autorizaciones, cuando es necesario, para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales y realización de obras y actividades específicas, así como para el manejo y disposición final de agentes que pudieran poner en riesgo el ecosistema.</p>

Capítulo III

Especificación	Cumplimiento
<p>Artículo 8°. Corresponde a las entidades federativas las siguientes atribuciones:</p> <p>...</p> <p>II. Formular, regular, dirigir e instrumentar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, de acuerdo con la Estrategia Nacional y el Programa en las materias siguientes:</p> <p>a) Preservación, restauración, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y recursos hídricos de su competencia;</p> <p>f) Ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y desarrollo urbano de los centros de población en coordinación con sus municipios o delegaciones;</p> <p>g) Recursos naturales y protección al ambiente dentro de su competencia;</p> <p>h) Residuos de manejo especial;</p> <p>...</p> <p>Artículo 9°. Corresponde a los municipios, las siguientes atribuciones:</p> <p>I....</p> <p>II. Formular e instrumentar políticas y acciones para enfrentar al cambio climático y con las leyes aplicables, en las siguientes materias:</p> <p>a) Prestación del servicio de agua potable y saneamiento;</p>	

Capítulo III

Especificación	Cumplimiento
<p>b)Ordenamiento ecológico local y desarrollo urbano;</p> <p>c)Recursos naturales y protección al ambiente de su competencia;</p> <p>d)Protección civil;</p> <p>e)Manejo de residuos sólidos municipales;...climático en congruencia con el Plan Nacional de Desarrollo, la Estrategia Nacional, el Programa, el Programa estatal en materia de</p>	
<p>Artículo 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:</p> <p>I.Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que los integran;</p> <p>II.Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad en general, en la realización de acciones para la mitigación y adaptación a los efectos adversos del cambio climático;</p> <p>...</p> <p>IV. Prevención, considerando que ésta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático;</p> <p>...</p> <p>VIII. Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar,</p>	<p>De conformidad con lo que dispone la LGCC se entiende por adaptación al conjunto de medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales, como respuesta a estímulos climáticos, proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño, o aprovechar sus aspectos beneficiosos.</p> <p>Como se advertirá de la lectura de los capítulos II, IV y VI de la presente MIA-R, como parte del desarrollo del proyecto se prevé una serie de medidas a fin de prevenir y mitigar los impactos ambientales. Tales medidas contribuyen a las acciones de adaptación previstas por la ley como son la implementación de los programas y acciones incluidas en el capítulo VI de este documento.</p>

Capítulo III

Especificación	Cumplimiento
<p>reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause;</p> <p>...</p> <p>XI. Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, dando prioridad a los humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras, que brindan servicios ambientales, fundamental para reducir la vulnerabilidad, y</p>	
<p>Artículo 28. La federación, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, deberán ejecutar acciones para la adaptación en la elaboración de las políticas, la Estrategia Nacional, el Programa y los programas en los siguientes ámbitos:</p> <p>...</p>	
<p>Artículo 29. Se considerarán acciones de adaptación:</p> <p>...</p> <p>III. El manejo, protección, conservación y restauración de los ecosistemas, recursos forestales y suelos;</p> <p>IV. La conservación, el aprovechamiento sustentable, rehabilitación de playas, costas, zona federal marítimo terrestre, terrenos ganados al mar y cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas para uso turístico, industrial, agrícola, pesquero, acuícola o de conservación;</p> <p>...</p>	



### Capítulo III

<b>Especificación</b>	<b>Cumplimiento</b>
X. El establecimiento y conservación de las áreas naturales protegidas y corredores biológicos;  ...  XIII. Los programas de conservación y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad;  ...  XVI. Los programas en materia de desarrollo turístico;  ...	

#### III.1.1. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento.

Se trata de otra ley reglamentaria de las disposiciones establecidas en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en este caso a la que hace referencia a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos en el territorio nacional. Su objetivo primordial es garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. En la Tabla 7 se tiene la vinculación entre los principales preceptos de esta ley y su reglamento con el desarrollo y naturaleza del proyecto.

### Capítulo III

Tabla 30 Vinculación jurídico-ambiental considerando la naturaleza del proyecto y lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento.

Especificación	Cumplimiento
<b>LGPGIR</b>	
<i>Artículo 5.- Para los efectos de esta Ley se entienda por:</i>	Bajo la definición y diferenciación de los diferentes tipos de residuos, se considera que por el desarrollo se generarán principalmente los tres tipos de residuos, variando el tipo y cantidad de ellos de acuerdo con las actividades que se realizan como parte del proyecto, las cuales varían según la etapa de ejecución.
...	
<i>IX. Generador: Persona física o moral que produzca residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo;</i>	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se genera una mayor cantidad de residuos de manejo especial y menor de residuos sólidos urbanos y peligrosos, los cuales son producto del proceso constructivo y presencia de trabajadores. Entre los residuos de manejo especial están la pedacería de madera producto de la cimentación, chatarra (producto de metales empleados) y cascajo, como parte de residuos de mezcla de concreto sobrante, derrames, pruebas de revenimiento y residuos de construcciones. En estas etapas también se generan residuos sólidos urbanos provenientes de los consumos de alimentos realizados por los trabajadores en la obra, así como residuos peligrosos. Es en estas etapas del proyecto donde se da un mayor manejo de sustancias químicas que al final se pueden convertir en residuos peligrosos, dentro de estas sustancias están los hidrocarburos que se usan en la maquinaria y equipos automotores;
...	
<i>Gestor: Persona física o moral autorizada en los términos de este ordenamiento, para realizar la prestación de los servicios de una o más de las actividades de manejo integral de residuos;</i>	
...	
<i>Gran Generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o superior a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida;</i>	
...	
<i>Microgenerador: Establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;</i>	
<i>Pequeño Generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos al</i>	

**Especificación**

**Cumplimiento**

*año o su equivalente en otra unidad de medida;*

...

*Plan de Manejo: Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores*

*de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno;*

...

*XXX. Residuos de Manejo Especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos;*

...

*XXXII. Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran*

además, también se usan otras sustancias en menor cantidad, tales como pinturas y desmoldantes, que al final terminan generando residuos peligrosos.

Como parte de las medidas ambientales propuestas en el capítulo VII de este documento está el de manejar de manera separada los diferentes tipos de residuos que se producirían por el desarrollo del proyecto. Esta separación se dará a dos niveles; el primero es diferenciando entre residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos. El segundo nivel es diferenciando entre residuos de las categorías anteriormente mencionadas, siendo,

entre los residuos sólidos urbanos, en residuos orgánicos, inorgánicos y, a su vez, los inorgánicos se separarán en residuos de PET, papel y el resto de residuos sólidos. Por otro lado, los residuos de manejo especial se separarán en residuos de madera, chatarra, cascajo y residuos de mezcla y cristal. Finalmente, los residuos peligrosos se separan por tipo, líquidos y sólidos, y estos últimos tienen, a su vez, su propia forma de separación por tipo de material.

Por otro lado, durante la etapa de operación básicamente se generarían residuos sólidos urbanos, siendo del mismo tipo de los que se generan en cualquier hogar.

Dada la magnitud de la obra, no se espera generar más de 10 t de residuos

**Especificación**

**Cumplimiento**

*peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley;*

*XXXIII. Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole;*

...

*Artículo 7.- Son facultades de la Federación:*

...

*VII. La regulación y control de los residuos peligrosos provenientes de pequeños generadores, grandes generadores o de microgeneradores, cuando estos últimos no sean controlados por las entidades federativas;*

...

*XI. Autorizar el manejo integral de residuos peligrosos, así como la prestación de los servicios correspondientes, de conformidad con lo previsto en esta Ley;*

al año, por lo que se estaría en la clasificación de pequeño generador de residuos. En el Plan de manejo integral de residuos a presentar a la autoridad para su evaluación y autorización se especificarán las fuentes generadoras, tipos de residuos, volúmenes, su manejo y acciones a implementar para reducir su generación.

En el Plan de manejo integral de residuos a elaborarse se identificarán los tipos de residuos, las fuentes del proyecto generadoras y los volúmenes a producirse por etapa de ejecución del proyecto. Una vez elaborado se someterá a evaluación y autorización de la autoridad respectiva, con base en las facultades otorgadas en estos artículos a cada nivel de gobierno, para su implementación y seguimiento.

En el capítulo VII del este documento se incluyen las medidas ambientales preventivas y de mitigación que se

**Especificación**

**Cumplimiento**

*Artículo 9.- Son facultades de las Entidades Federativas:*

implementarán para reducir la contaminación ambiental por la generación y dispersión de los residuos que se generarán en cada una de las etapas del proyecto. Las medidas propuestas no son limitantes, ya que se tomarían en cuenta las establecidas por las diferentes autoridades ambientales si así lo consideran conveniente en un momento dado.

*I. Formular, conducir y evaluar la política estatal, así como elaborar de manera coordinada con la Federación los programas en materia de residuos de manejo especial, acordes al Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial y el Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados, en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática, establecido en el artículo 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos;*

...

*III. Autorizar el manejo integral de residuos de manejo especial, e identificar los que dentro de su territorio puedan estar sujetos a planes de manejo, en coordinación con la Federación y de conformidad con el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial y el Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados;*

...

*V. Autorizar y llevar a cabo el control de los residuos peligrosos generados o manejados por microgeneradores, ...*

*Artículo 10.- Los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final, conforme a las siguientes facultades:*

**Especificación**

**Cumplimiento**

*Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.*

*La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.*

*Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasionen su manejo.*

*Artículo 43.- Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven*

Dadas las dimensiones del proyecto, las obras y actividades que implican su ejecución y el tiempo de duración de las etapas en las que se divide el desarrollo, se estima la generación de residuos peligrosos. La etapa de construcción del proyecto es donde se da un mayor manejo de sustancias químicas que al final se pueden convertir en residuos peligrosos, dentro de estas sustancias están los hidrocarburos que se usan en la maquinaria y equipos automotores, tales como generadores de energía, maxilight, bailarinas compactadoras, perforadoras hidráulicas, martillos hidráulicos, bobcats, trascabos, retroexcavadoras, entre otras. Además, también se usan otras sustancias en menor cantidad, tales como pinturas y desmoldantes, que al final terminan generando residuos peligrosos.

Para reducir su generación, se prevé dar mantenimiento a los equipos automotores durante el tiempo que se encuentren en operación en el predio. Para ello, la maquinaria que se requiera deberá estar en buenas condiciones de operación. En caso de que sea necesario darle mantenimiento, este se realizará fuera del predio, en un taller especializado y autorizado para ello.

**Especificación**

**Cumplimiento**

*Artículo 48.- Las personas consideradas como microgeneradores de residuos peligrosos están obligadas a registrarse ante las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas o municipales, según corresponda; sujetar a los planes de manejo los residuos peligrosos que generen y que se establezcan para tal fin y a las condiciones que fijen las autoridades de los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios competentes; así como llevar sus propios residuos peligrosos a los centros de acopio autorizados o enviarlos a través de transporte autorizado, de conformidad con las disposiciones legales aplicables.*

*El control de los microgeneradores de residuos peligrosos, corresponderá a las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas y municipales, de conformidad con lo que establecen los artículos 12 y 13 del presente ordenamiento.*

**Reglamento de la LGPGIR**

*Artículo 35.- Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo con lo siguiente:*

*I.Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;*

*II.Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante:*

*a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no específica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a*

La diferenciación de los residuos peligrosos del resto de residuos y entre ellos sería tomando en cuenta las especificaciones indicadas en estos artículos y las características, clasificación y listado de residuos peligrosos de la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005. Por lo que, durante el desarrollo del proyecto se tendrá muy en cuenta las especificaciones de estos artículos para la identificación, clasificación y manejo de los residuos que se generen para poder identificar aquellos que se clasifiquen como peligrosos para evitar su manejo y disposición inapropiada y

**Especificación**

**Cumplimiento**

*condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos, y*

contaminación ambiental y de otros residuos.

*b) Criterios de caracterización y umbrales que impliquen un riesgo al ambiente por corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, y*

*III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados.*

*Los residuos peligrosos listados por alguna condición de corrosividad, reactividad, explosividad e inflamabilidad señalados en la fracción II inciso a) de este artículo, se considerarán peligrosos, sólo si exhiben las mencionadas características en el punto de generación, sin perjuicio de lo previsto en otras disposiciones jurídicas que resulten aplicables.*

*Artículo 39.- Cuando exista una mezcla de residuos listados como peligrosos o caracterizados como tales por su toxicidad, con otros residuos, aquélla será peligrosa.*

*Cuando dentro de un proceso se lleve a cabo una mezcla de residuos con otros caracterizados como peligrosos, por su corrosividad, reactividad, explosividad o inflamabilidad, y ésta conserve dichas características, será considerada residuo peligroso sujeto a condiciones particulares de manejo.*



### Capítulo III

#### Especificación

#### Cumplimiento

*Artículo 40.- La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera.*

#### III.1.1.Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

Esta Ley se publicó en el Diario Oficial de la Federación del 7 de junio de 2013 y es reglamentaria del artículo 4 de la CPEUM, siendo de orden público e interés social. Tiene por objeto la protección, la preservación y restauración del ambiente y el equilibrio ecológico, para garantizar los derechos humanos a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de toda persona, y a la responsabilidad generada por el daño y el deterioro ambiental. Además, de acuerdo con lo indicado en su artículo 1, regula la responsabilidad ambiental derivada de las afectaciones ocasionadas al medio ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental. En la Tabla 8 se presenta la vinculación del proyecto con lo establecido en la esta ley.

Tabla 31 Vinculación jurídico-ambiental considerando la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental y la naturaleza del proyecto.

<b>Especificación</b>	<b>Cumplimiento</b>
<p><b><i>Artículo 6°.- No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de:</i></b></p> <p><b><i>Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y</i></b></p>	<p>Con el presente documento se expresan, identifican, delimitan en su alcance y se evalúan los posibles impactos ambientales por el desarrollo del proyecto. De igual forma, se proponen medidas ambientales para prevención y mitigación su presencia durante las diferentes etapas de desarrollo del proyecto.</p>

Especificación	Cumplimiento
<p><b><i>compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental osu informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría;o de que,</i></b></p> <p><b><i>No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.</i></b></p> <p><b><i>La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.</i></b></p>	<p>Asimismo, se podrá observar y quedará en evidencia que la forma en como fue planificado el proyecto y con las medidas de prevención y mitigación se da cabal cumplimiento a las disposiciones aplicables.</p>

### III.1. Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET)

Los ordenamientos ecológicos, de acuerdo con lo establecido en la LGEEPA, artículo 3 fracción XXIV, son considerados un instrumento de política ambiental que tienen el objetivo de regular o definir el uso del suelo y las actividades productivas potenciales, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Debido a que este objetivo va ligado a uno de los objetivos del procedimiento evaluación de impacto ambiental, es obligatorio, e importante, considerar los criterios, lineamientos, estrategias y prohibiciones en ellos establecidos como parte del procedimiento de evaluación. Por lo anterior, en el presente apartado se realiza la vinculación de la naturaleza del proyecto

### Capítulo III

con los ordenamientos ecológicos aplicables y vigentes en el área de desarrollo del proyecto.

#### III.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El 07 de septiembre de 2012 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el “Acuerdo por el que se expidió el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio” (POEGT). Este fue resultado del trabajo realizado por el grupo de trabajo intersecretarial conformado por las secretarías de Gobernación; Desarrollo Social; Energía; Economía; Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; Comunicaciones y Transportes; Reforma Agraria; Turismo; además del INEGI; PEMEX y la CFE, todos bajo la coordinación de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

El POEGT contiene la regionalización ecológica del territorio nacional, y de las zonas sobre las que la nación ejerce soberanía y jurisdicción, así como los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, como lo establece el artículo 20 de la LGEEPA; por lo que se considera de interés público y de observancia obligatoria en el todo el territorio nacional. El objetivo del establecimiento de los lineamientos y estrategias ecológicas de este ordenamiento es, de manera general, el promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos por desarrollarse, tanto de públicos como privados.

Sin embargo, es importante mencionar que el POEGT no tiene como objetivo autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades productivas, conforme lo especifica el mismo Acuerdo de publicación del POEGT, sino que fue elaborado para orientar, a través de lineamientos generales, hacia un desarrollo sustentable. Los lineamientos y estrategias delineadas no tienen el objetivo de limitar o restarle aplicabilidad a los programas de ordenamiento ecológico locales, los que sí presentan restricciones al uso del suelo y al desarrollo de obras y actividades productivas.

### Capítulo III

El POEGT está integrado por 80 regiones ecológicas, áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial, divididas en 18 grupos y 145 unidades denominadas “unidades ambientales biofísicas” (UAB). Estas UAB están caracterizadas por 10 lineamientos y 44 estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Tomando en cuenta las coordenadas del predio del proyecto, este se ubica en la región ecológica 17.33 y en la UAB 62 denominada Karst de Yucatán y Quintana Roo (Figura 4). Esta UAB se ubica en la parte oeste, centro, norte y este de Yucatán; y, en el centro, norte y noreste de Quintana Roo. Comprende 59,542.35 km<sup>2</sup> de superficie total. Se le asignó una política ambiental de “restauración, protección y aprovechamiento sustentable” (17), un rector de desarrollo de “preservación de flora y fauna turismo” (33), y una prioridad de atención “alta”.



Figura 46 Ubicación del predio del proyecto con respecto a la regionalización presentada en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

### Capítulo III

De acuerdo con el estado ambiental realizado en el 2008, presentado en el Acuerdo de publicación del POEGT, se describe a la región ecológica 17.33, UAB 62 “Karst de Yucatán y Quintana Roo” como:

Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los suelos. Muy alta degradación de la vegetación. Media degradación por desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de carreteras (km): muy alta. Porcentaje de zonas urbanas: baja. Porcentaje de cuerpos de agua: muy baja. Densidad de población (hab/km<sup>2</sup>): baja. El uso de suelo es forestal y pecuario. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de zona funcional alta:

0.0. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

En la Tabla 9 se presenta la ficha técnica con las estrategias sectoriales aplicables para esta UAB, de acuerdo con su estabilidad, política ambiental, prioridad de atención y estado ambiental anteriormente mencionadas.

Tabla 32 Especificaciones aplicables a la UAB 62 del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

<b>Rector del desarrollo</b>	<b>Coadyuva te del desarrollo</b>	<b>Asociados del desarrollo</b>	<b>Otros sectores de interés</b>	<b>Estrategias sectoriales</b>
<i>Preservación de Flora y Fauna Turismo -</i>	<i>Desarrollo Social - Forestal</i>	<i>Agricultura Ganadería</i>	<i>Pueblos Indígenas</i>	<i>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44</i>
<b>Estrategias sectoriales de la UAB 62</b>				
<b>Estrategia sectorial</b>			<b>Vinculación</b>	

<b>Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio</b>	
<b>A) Preservación</b>	
<p><b>Conservación in situ de los ecosistemas y subbiodiversidad.</b></p> <p><b>Recuperación de especies en riesgo.</b></p> <p><b>Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.</b></p>	<p>De las 8.15 ha que comprende el predio del proyecto, se conservará el 45.8% en sus condiciones naturales, clasificada como áreas nativas de conservación, y, además de proteger esta superficie de afectaciones antropogénicas, se implementarán actividades tendientes para favorecer su conservación, entre ellas especies de flora silvestre rescatadas de áreas de afectación, así como evitar el crecimiento de especies exóticas o invasoras. Estas acciones coadyuvan a la conservación <i>in situ</i> del relicto de humedal, en</p>
<b>B) Aprovechamiento sustentable</b>	
<p><b>4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.</b></p> <p><b>5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.</b></p> <p><b>6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.</b></p> <p><b>7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.</b></p> <p><b>8. Valoración de los servicios ambientales.</b></p>	<p>El objetivo del proyecto no considera un aprovechamiento agropecuario de los recursos naturales; sin embargo, como proyecto turístico sí implica hacer uso de recursos naturales, entre ellos el suelo y agua, incidiendo indirectamente en la flora y fauna silvestre del predio. Pero el desarrollo del proyecto contempla la implementación de medidas ambientales tendientes a hacer sustentable el desarrollo del proyecto, garantizando la presencia de dichos recursos a largo plazo con la menor afectación posible. Entre estas medidas destacan:</p> <p><b>-Aprovechamiento racional del agua del manto acuífero cumpliendo con</b></p>

	<p>las medidas que para ello llegara a establecer la autoridad competente. Además, de reusar el agua tratada en actividades de mantenimiento del proyecto para, de esta forma, reducir el aprovechamiento del manto acuífero.</p> <p>-Garantizar la calidad del agua residual tratada cumpliendo con los límites máximos permisibles definidos en el marco jurídico ambiental vigente y aplicable.</p> <p>-Construir la infraestructura que contempla el proyecto sobre áreas ya alteradas, afectación que se hizo con base a autorizaciones previas.</p> <p>-Se rescatarán y reubicarán los ejemplares de flora silvestre que se encuentren en áreas de afectación y que cuenten con cobertura vegetal forestal, lo que favorecerá la presencia de especies vegetales y la conservación de parte del ecosistema en la región, mismo que podrá servir como hábitat para la fauna silvestre y favorecerá la recarga del manto acuífero y la conservación del suelo.</p> <p>-En caso de llegarse a afectar áreas con suelo orgánico, será rescatado y usado en las áreas verdes del proyecto.</p>
<p><b>C) Protección de los recursos naturales</b></p>	
<p><b>9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.</b></p>	<p>Además de lo explicado anteriormente, lo cual ayuda a entender cómo el proyecto cumple o se apega a las estrategias sectoriales de esta UAB, falta agregar,</p>



<p><b>10.Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.</b></p> <p><b>11.Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.</b></p> <p><b>12.Protección de los ecosistemas.</b></p> <p><b>13.Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.</b></p>	<p>específicamente en este apartado, que, como política del proyecto, el control y prevención de plagas y enfermedades se realizará con pesticidas orgánicos o aquellos autorizados por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas y Sustancias Tóxicas. En este mismo sentido, en caso de que las plantas de las áreas de jardines requieran de aporte externo de nutrientes, se utilizarán compuestos orgánicos (biofertilizantes) antes de que los fertilizantes inorgánicos.</p>
<p><b>D) Restauración</b></p>	
<p><b>14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.</b></p>	<p>La restauración de los ecosistemas se puede hacer de manera directa o activa e indirecta o pasiva. El proceso directo implica la implementación de acciones directas como la reforestación con especies nativas, la implementación de medidas para reducir la pérdida de suelo, la construcción de obras para la infiltración de agua a los mantos acuíferos, entre otras. Y, las indirectas implican la protección de un área para que a través de procesos naturales se lleve a cabo la restauración del ecosistema. En nuestro caso, se contempla implementar ambos procesos. Primero, el área de conservación estará protegida, sin actividad turística, lo que favorecerá el desarrollo natural de los procesos del ecosistema. Y, segundo, se implementarán actividades de conservación con especies nativas, lo que favorecerá la protección del</p>

	<p>suelo, la captación de agua, la funcionalidad de la zona forestal como hábitat para la fauna silvestre y en la reducción de la disipación del ruido.</p>
<p><b>E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios</b></p>	
<p><b>21.Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.</b></p> <p><b>22.Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.</b></p> <p><b>23.Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).</b></p>	<p>Estas estrategias sectoriales están diseñadas más para los encargados de definición de políticas y toma de decisiones. En lo que al proyecto se refiere, viene a representar una opción más a elegir para el turismo nacional e internacional, diferenciándose de otras alternativas por su respeto y cuidado del medio ambiente, e integración con los componentes ambientales, que es lo que quiere, busca y demanda el turismo con conciencia ambiental.</p>
<p><b>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</b></p>	
<p><b>D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional</b></p>	
<p><b>31.Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.</b></p> <p><b>32.Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.</b></p>	<p>Al igual que las anteriores estrategias, estas también están diseñadas más para los encargados de definición de políticas y toma de decisiones. Sin embargo, a lo que al proyecto aplica, cabe mencionar que éste se ubica sobre un área que cuenta con un plan de desarrollo urbano y el planteamiento del proyecto se apega a las especificaciones constructivas y de política ambiental definida para la</p>

	<p>zona del predio del proyecto, como se muestra más adelante.</p>
<p><b>E) Desarrollo Social</b></p>	
<p><b>36.Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.</b></p> <p><b>37.Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</b></p> <p><b>38.Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.</b></p> <p><b>39.Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.</b></p> <p><b>40.Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.</b></p>	<p><b>El estado de Quintana Roo, así como los municipios con actividad turística, se caracterizan por ser polos de atracción de la población, no solo de los municipios y estados vecinos, sino de varias partes de la república; así lo demuestran el análisis de la dinámica poblacional realizada por el INEGI y presentada en el capítulo IV de esta MIA-R. Esto se da porque la gente que migra lo hace porque busca lugares de estudio, seguridad, más y mejores servicios, estar junto a familiares, pero sobre todo en busca de un empleo mejor remunerado y donde puedan explotar sus habilidades, conocimientos y capacidades. Así, el desarrollo de este proyecto representa una alternativa más de fuente empleos, tanto directos como indirectos, no solo para las comunidades aledañas al municipio, donde predomina la población maya, sino para la sociedad en general. Los empleos que se generarán con el desarrollo del proyecto son temporales y permanentes, tanto para mano de obra calificada y no calificada, con lo que se vería beneficiada una amplia variedad de la población, ayudando a cumplir estas estrategias.</b></p>
<p><b>Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional</b></p>	

<b>A) Marco Jurídico</b>	
<b>42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.</b>	<b>Estrategia sectorial establecida para los encargados de definición de políticas y toma de decisiones. Al respecto, el proyecto cumple con la legalidad de la tenencia de la propiedad conforme a la política establecida.</b>
<b>B) Planeación del Ordenamiento Territorial</b>	
<b>43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.</b>	<b>La ordenación territorial en la zona del proyecto está claramente definida y aplicada, por un lado, se tiene un ordenamiento ecológico local, el cual dejó de aplicar a nivel del municipio de Puerto Morelos, ya que dicho ordenamiento se publicó para su aplicación del municipio de Benito Juárez, cuando Puerto Morelos era una localidad que pertenecía a dicho municipio; pero al declarar su conformación como municipio independiente dejó sin efecto la aplicabilidad de dicho ordenamiento. En otra escala, se tiene la aplicabilidad del ordenamiento ecológico territorial de la región denominada corredor Cancún – Tulum, mismo que se encuentra vigente y de aplicabilidad en las zonas que no ha sido derogado por la entrada en vigor de nuevos ordenamientos ecológicos. Y, por último, se tiene el presente ordenamiento general del territorio, el cual es aplicable a nivel nacional. Por lo que, a lo que al proyecto se refiere, tendrá que cumplir con los criterios, lineamientos y estrategias definidos en los ordenamientos vigentes y aplicables en el predio</b>
<b>44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.</b>	

	<b>del proyecto, siendo en este apartado donde se demuestra a cuáles y el cómo, específicamente.</b>
--	--

Como se mencionó anteriormente, las estrategias establecidas en el POEGT no autorizan o prohíben el uso del suelo para el desarrollo de las actividades productivas o de servicio, sino que solo son guías a tomar en cuenta por las dependencias gubernamentales para que se defina el camino hacia el desarrollo sustentable. Y, así se tiene que, en la UAB donde se ubica el predio del proyecto que nos ocupa cuenta con una estrategia de aprovechamiento para orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional, propiciando a la vez la restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas, la protección de los ecosistemas y frenar el crecimiento desordenado de las ciudades.

Vale decir que la naturaleza del proyecto sometido a consideración a través del presente documento no contraviene las estrategias de desarrollo de la UBA. Como se ha mencionado, el predio general del proyecto se trata de un área que ya no cuenta con sus condiciones prístinas, ya que ésta ya fue alterada años en apego a lo autorizado por las autoridades respectivas para llevar a cabo las acciones correspondientes.

En relación con el aprovechamiento sustentable, definido como otra estrategia de desarrollo, el planteamiento del proyecto implica un aprovechamiento sustentable del suelo toda vez que el desplante del proyecto se plantea sobre un área ya autorizada en materia de impacto ambiental, a la cual se le asigno un uso específico, y destina para conservación el 45.80% del predio.

Además, por otro lado, el desarrollo del proyecto favorece el cumplimiento de las estrategias de desarrollo relacionadas con el sostenimiento y diversificación del desarrollo regional y generando e impulsando las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas competitivas, sustentables y bien estructuradas.

### Capítulo III

#### III.1.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMRGMMC)

El 24 de noviembre de 2012 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el “Acuerdo por el que se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y se da a conocer la parte regional del propio Programa” (POEMRGMMC), sustentándose en los principios establecidos en los artículos 4 y 25 de la CPEUM. Se considera que es el instrumento de política ambiental creado con el objeto de regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

El área comprendida dentro de este ordenamiento tiene una extensión de 995,486.2 km<sup>2</sup>, correspondientes a 827,023.8 km<sup>2</sup> del componente Marino y 168,462.4 km<sup>2</sup> del componente regional costero-terrestre. Esta última región está comprendida por 142 municipios ubicados cerca de la franja costera de los estados de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo (Figura 5).



Fuente: Tomada del D.O.F., de fecha 24 de noviembre de 2012, “Acuerdo por el que se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y se da a conocer la parte regional del propio Programa”.

Figura 47 Ubicación de la región inmersa dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

### Capítulo III

La ordenación de la región comprendida en este ordenamiento ecológico se consideró necesaria para fortalecer las acciones para enfrentar el fenómeno del cambio climático y reducir la vulnerabilidad nacional contra los fenómenos hidrometeorológicos y los impactos generados por la variabilidad climática. Además, se elaboró como un instrumento de planeación del territorio tomando en cuenta las condiciones actuales de los ecosistemas inmersos en la región en la que el ordenamiento tiene influencia, los cuales se encuentran bajo alta presión de actividades humanas, entre los que destacan los arrecifes coralinos, manglares, lagunas y dunas costeras.

El POEMRGMMC está integrado por 203 unidades de gestión ambiental (UGA) clasificadas en Marinas, Regionales y ANP. Como parte del ordenamiento, y de las UGA, se definieron 26 enunciados de estrategias ecológicas y 165 acciones orientadas a lograr los lineamientos ecológicos, de las cuales 65 se consideran criterios ecológicos y 100 acciones específicas. En las estrategias se incluyen los responsables de la realización de las acciones; donde, los responsables se asignan de acuerdo con su participación (responsabilidad) en el cumplimiento de las acciones. Los principales responsables de la instrumentación y ejecución de las acciones son las dependencias federales: SAGARPA, SEMARNAT, CONAGUA, SCT, SEDESOL, SECTUR, SE, SEMAR, SENER, SEGOB, SEP, CDI, PEMEX, CFE, INAPESCA, INAH, además de los estados y municipios que quedan inmersos dentro de la poligonal que se encuentra bajo régimen de este instrumento normativo.

El predio del proyecto que se somete a evaluación y dictaminación en materia de impacto ambiental a través de la presente MIA-R se ubica dentro de la poligonal de la UGA 138 “Benito Juárez”. Esta unidad de gestión toma su nombre por comprender parcialmente los municipios de Puerto Morelos y Benito Juárez, Quintana Roo, cubriendo una superficie total de 225,770.386 ha. Los criterios que le aplican corresponden al de la “Zona Costera Inmediata Mar Caribe” (Figura 6). Entre los criterios ecológicos aplicables a esta UGA se tienen los 67 clasificados como generales y 58 acciones específicas.

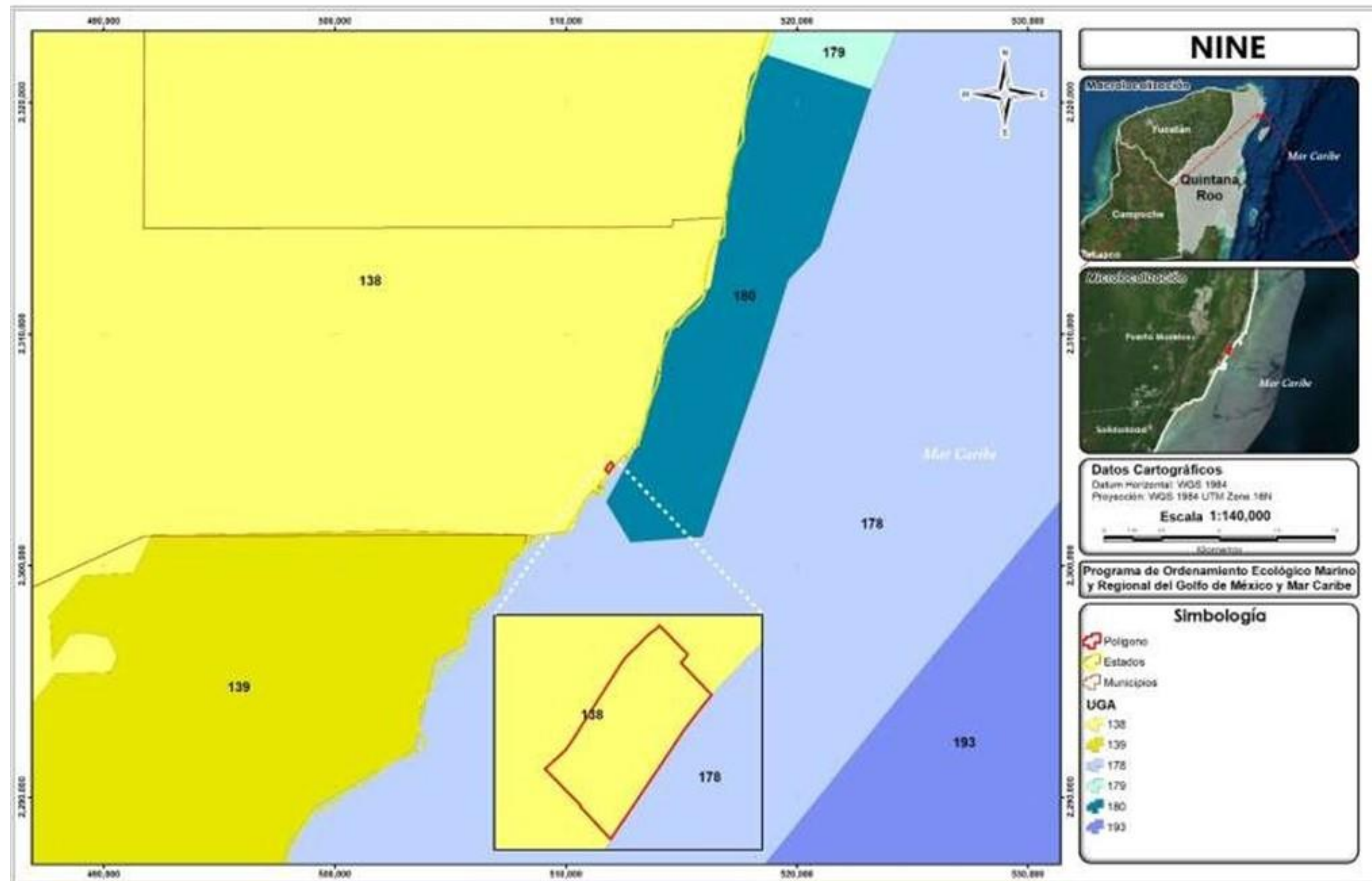


Figura 48 Ubicación del predio del proyecto con respecto a la regionalización presentada en el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.



### Capítulo III

Si bien el predio se ubica sobre la UGA 138, no es vinculante con lo establecido en el POEMRGMCM para esta unidad de gestión, dado que el Acuerdo publicado mediante el cual se da a conocer el programa de ordenamiento en cuestión solo hace referencia a la parte marina y las zonas federales adyacentes. La zona correspondiente a la parte regional quedó supeditada a la expedición en los órganos oficiales de cada uno de los estados involucrados, acto que no se ha realizado para el caso del estado de Quintana Roo. Así quedó establecido en los artículos Primero, Segundo y Tercero del acuerdo publicado en el DOF del 24 de noviembre de 2012, como se muestra a continuación:

*Artículo Primero.- Se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, que corresponde a las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo las zonas federales adyacentes, en términos del documento adjunto al presente Acuerdo.*

*Artículo Segundo.- Se da a conocer la parte Regional del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, en términos del documento adjunto al presente Acuerdo, para que surta los efectos legales a que haya lugar.*

*Artículo Tercero.- Conforme a los términos del “Convenio Marco de Coordinación para la instrumentación de un proceso de planeación conjunto para la formulación, expedición, ejecución, evaluación y modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe”, los Gobiernos de los Estados de Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán expedirán, mediante sus órganos de difusión oficial, la parte Regional del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.*

(Los subrayados son nuestros)

#### III.1.3.Modificación al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez

El 27 de febrero de 2014, se publicó en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo la Modificación al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del

### Capítulo III

Municipio de Benito Juárez (MPOELBJ). En ese entonces, la localidad de Puerto Morelos se encontraba formando parte del municipio de Benito Juárez, sin embargo, el 06 de noviembre de 2015, a través del medio antes mencionado, se publicó el decreto 342 por el que se crea el municipio de Puerto Morelos del estado de Quintana Roo. Por lo que, al pasar a ser un municipio independiente, y al ser la MPOELBJ un ordenamiento local del municipio de Benito Juárez, quedaría sin obligatoriedad su aplicación en el municipio de Puerto Morelos, acorde con establecido en la LGEEPA, artículo 20 BIS 4, el cual a la letra dice:

*ARTÍCULO 20 BIS 4.- Los programas de ordenamiento ecológico local serán expedidos por las autoridades municipales, y en su caso del Distrito Federal, de conformidad con las leyes locales en materia ambiental, y tendrán por objeto: (el subrayado es nuestro)*

*I.- Determinar las distintas áreas ecológicas que se localicen en la zona o región de que se trate, ...;*

*II.- Regular, fuera de los centros de población, los usos del suelo con el propósito de proteger el ambiente y preservar, restaurar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales respectivos, ..., y*

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

Y, en este mismo sentido, lo antes mencionada queda de manifiesto en el último párrafo de la introducción de la MPOELBJ, en el que textualmente indica:

*“Pero debe destacarse que en el ánimo de hacer concordante el Ordenamiento con la legislación vigente en un instrumento de competencia municipal, se extrae como área de Ordenamiento tanto la Zona Federal Marítimo Terrestre como el Sistema Lagunar Nichupté, aun y cuando se reconoce que este cuerpo de agua es parte integral del municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.*

*(el subrayado es nuestro)*

### Capítulo III

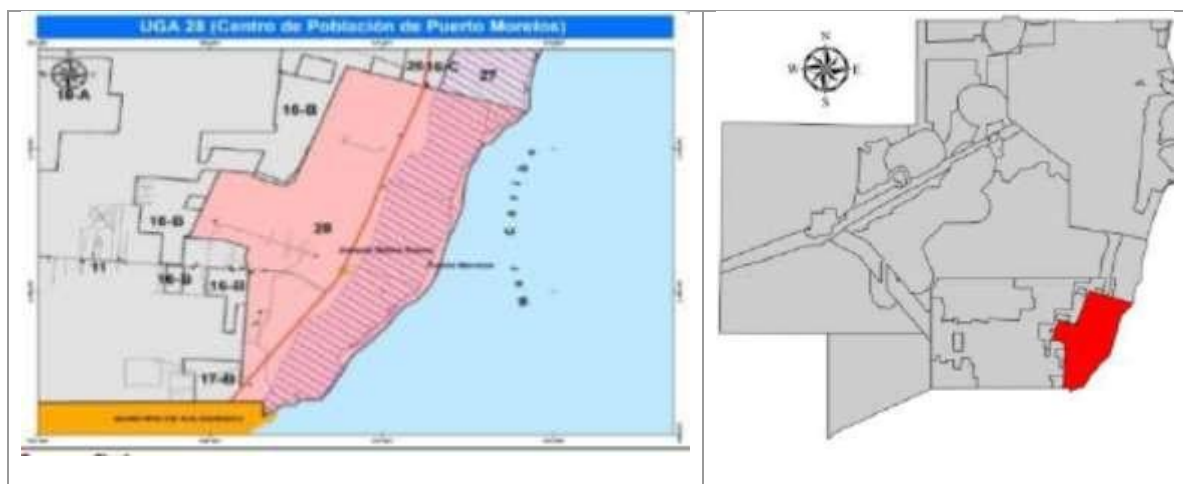
Por otro lado, es importante mencionar que el 16 de noviembre de 2001, se publicó en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el decreto por medio del cual se expidió el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún – Tulum (POETRCCT). Este ordenamiento originalmente comprendía 181,831 ha de superficie total, en los municipios de Benito Juárez, Cozumel, Solidaridad y, ahora, Tulum y Puerto Morelos, ya que cuando este fue publicado estos dos últimos municipios se encontraban formando parte de Solidaridad y Benito Juárez, respectivamente.

Pero el 20 de julio de 2005, se publicó en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el Decreto por el cual se establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, y por medio de su artículo Cuarto transitorio se deroga la disposición del POETRCCT en la porción territorial correspondiente a la circunscripción del municipio de Benito Juárez. Motivo por el cual este ordenamiento ecológico no se considera en la presente vinculación.

No obstante, lo mencionado con respecto a la aplicabilidad del ordenamiento ecológico local, en la presente MIA-R se realiza la vinculación con dicho instrumento jurídico ambiental, mostrando el acatamiento puntual a lo establecido en la zonificación y criterios ecológicos de aplicación general y específicos asignados para el desarrollo del proyecto.

Así se tiene que, de acuerdo con la MPOELBJ el predio del proyecto se encuentra localizado en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 28, la cual corresponde al “Centro de Población de Puerto Morelos”, aplicándole una política de “Aprovechamiento sustentable”.

### Capítulo III



**Superficie:**  
5,740.85 ha

**Política Ambiental:**  
Aprovechamiento Sustentable.

**Criterios de delimitación:**

Esta UGA se delimitó con base a la poligonal decretada para el 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 vegetación y uso de suelo:**

Clave	Tipo de vegetación	Superficie (ha)	Proporción (%)
<b>Ma</b>	Manglar	1,912.70	<b>33.32</b>
<b>VSA</b>	Vegetación secundaria arbórea de selva medianasubperennifolia en buen estado	1,075.26	<b>18.73</b>
<b>AH</b>	Asentamiento humano	659.07	<b>11.48</b>
<b>SBS</b>	Selva Baja Subcaducifolia	611.90	<b>10.66</b>
<b>VS2</b>	Vegetación secundaria arbórea de selva medianasubperennifolia en recuperación	566.06	<b>9.86</b>
<b>VSa</b>	Vegetación secundaria arbustiva de selva medianasubperennifolia	444.28	<b>7.74</b>
<b>CA</b>	Cuerpo de agua	169.38	<b>2.95</b>
<b>TU</b>	Tular	164.21	<b>2.86</b>
<b>SV</b>	Sin vegetación aparente	99.98	<b>1.74</b>
<b>MT</b>	Matorral costero	30.50	<b>0.53</b>
<b>PZC</b>	Pastizal cultivado	5.78	<b>0.10</b>
<b>GR</b>	Mangle chaparro y gramínoideas	1.51	<b>0.03</b>
<b>ZU</b>	Zona urbana	0.21	<b>0.00</b>
<b>TOTAL</b>	5,740.85	100.00	

### Capítulo III

<p>% de UGA que posee vegetación en buen estado de conservación:</p>	<p>62.96 %Superficie de la UGA con importancia para la recarga de acuíferos: 51.81 %</p>
<p><b>Objetivo de la UGA:</b></p> <p>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.</p>	
<p><b>Problemática General:</b></p> <p>Presión sobre los recursos naturales y riesgo de contaminación al acuífero por el incremento de asentamientos irregulares; Incremento en la incidencia y recurrencia 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 del municipio; Cambios de Uso de Suelo no autorizados</p>	
<p><b>Poblados o sitios importantes en esta UGA (habitantes):</b></p> <p>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.</p>	
<p><b>Lineamientos Ecológicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 con los plazos establecidos en el programa de desarrollo urbano de la ciudad de Puerto Morelos, para disminuir los procesos de deterioro de los recursos naturales.</li> <li>• Las autoridades competentes deben propiciar que el crecimiento urbano sea ordenado y compacto y estableciendo al menos 12 m<sup>2</sup> de áreas verdes accesibles por habitante, acorde a la normatividad vigente en la materia.</li> <li>• 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.</li> </ul>	

### Capítulo III

- 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 transferencia.

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.

La Figura 7 muestra la ubicación del predio del proyecto con respecto a la delimitación de la UGA 28 “Centro de Población de Puerto Morelos” de la MPOELBJ.



Figura 49 Ubicación del predio del proyecto NINE con respecto a la regionalización de la Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.

### Capítulo III

En la Tabla 10 se presenta la vinculación del proyecto con relación a los criterios de regulación ecológica, de aplicación general, aplicables en la UGA 28 “Centro de Población de Puerto Morelos”.

Tabla 33 Vinculación del proyecto con los criterios de regulación ecológica, de aplicación general, aplicables a la UGA 28 de la de la Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.

<b>Criterio</b>	<b>Especificación del criterio</b>	<b>Vinculación</b>
<b>CG-01</b>	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 Substancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	En cumplimiento a lo indicado por este criterio, en caso de que se presenten plagas o enfermedades en las áreas de jardines, se utilizarán preferentemente plaguicidas orgánicos para su control o aquellos que estén publicados en el catálogo vigente por la CICOPLAFEST. De manera similar, en caso de requerir un aporte externo de minerales para mejorar la nutrición de las plantas, como primera opción se seleccionarán fertilizantes orgánicos (composta), antes que los inorgánicos.
<b>CG-02</b>	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.	Considerando que el presente proyecto persigue brindar servicios turísticos, no se prevé el uso rutinario ni intensivo de agroquímicos. El uso de estas sustancias, y su intensidad, será en respuesta a la presencia esporádica y puntual de algunas plagas, enfermedades o deficiencia nutricional de las plantas en las áreas de jardines. Además, las actividades de limpieza de maleza en estas áreas se realizarán de manera manual, sin el uso de algún herbicida.



Capítulo III

Criterio	Especificación del criterio	Vinculación
<b>CG-03</b>	<p>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.</p>	<p>Primero, el planteamiento constructivo del proyecto respeta el COS (coeficiente de ocupación del suelo) , establecido en el PDUCPPM, con un área de aprovechamiento del 54.2% dejando el 45.80% de la superficie total del predio cubierto con vegetación nativa, a la que se suman las áreas con jardines (12.25% de la superficie del predio), mismas que cumplirán con la función de ser áreas de captación de agua. Y, en segundo lugar, el proyecto contempla implementar un programa de conservación de especies nativas en el área de conservación del predio.</p> <p>Las áreas definidas a reforestar son el resultado de un análisis paisajístico, las cuales también resaltan ser áreas con previa afectación antropogénica</p>
<b>CG-04</b>	<p>En los nuevos proyectos de desarrollo urbano, agropecuario, suburbano, turístico e industrial se deberá separar 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.</p>	<p>El proyecto plantea un drenaje pluvial separado del drenaje sanitario el cual descargará al manto acuífero mediante pozos de rechazo, previa autorización de la CONAGUA. Para ello, se instalará una red de tuberías externas a los edificios que conectarán directamente a la poza de sedimentación del tragante del pozo de infiltración. Los tubos de conducción del agua pluvial de los techos a los pozos de absorción se instalarán coladeras y trampas con canastas para sólidos.</p> <p>En este caso, cada pozo se construirá como quedó descrito en el apartado II.2.3., inciso b), del capítulo II de esta MIA-R. Diseño propuesto con base a los resultados arrojados por el estudio geohidrológico realizado específicamente en el predio del</p>

Capítulo III

Criterio	Especificación del criterio	Vinculación
		<p>proyecto como sustento para la elaboración de la presente MIA.</p> <p>Por otro lado, con las áreas no selladas por la obra, las áreas permeables, verdes y de conservación se favorecerá la infiltración natural al subsuelo de las aguas pluviales. Con estas alternativas se dará cumplimiento con el presentecriterio.</p>
<b>CG-05</b>	<p>Para permitir la adecuada recarga del acuífero, todos los proyectos deben acatar lo dispuesto en el artículo 132 de la LEEPAQROO o la disposición jurídica que la sustituya.</p>	<p>El diseño del proyecto cumple con lo indicado en el presente criterio y se ajusta a lo señalado en el artículo 132<sup>1</sup> de la LEEPAQROO. Toda vez que el 60.88% (4.96 ha) del predio será una superficie que permitirá la infiltración del agua de lluvia hacia el manto acuífero. Así mismo, al pretender un desarrollo en una plataforma sobre pilotes, se dejará el 85.89% del predio como área permeable.</p>
<b>CG-06</b>	<p>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</p>	<p>En cumplimiento al presente criterio, para la selección del sitio del proyecto se determinó su localización en una zona prevista para desarrollo urbano. En el estudio de zonificación ambiental adjunto, se muestra en el análisis de las unidades de paisaje a nivel de terreno, del cual se tiene la existencia de superficies con intervenciones antropogénicas lícitas previas a este estudio, por lo que se utilizarán áreas sin vegetación aparente, así como zonas en desarrollo de gramíneas y matorral costero.</p>

Capítulo III

Criterio	Especificación del criterio	Vinculación
	con vegetación secundaria acahual.	
<b>CG-07</b>	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.	De acuerdo con el sitio en el que se encuentra el predio, se observa que la zona ya presenta por sí sola afectaciones que implican irrupciones en la conectividad ecosistémica. El presente proyecto no pretende realizar nuevos caminos de acceso, sino rehabilitar y mejorar el ya existente que atraviesa el humedal con dirección perpendicular a la costa en la sección inicial y paralelo a la costa en el siguiente tramo.
<b>CG-08</b>	Los humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes, cuerpos de agua superficiales, presentes en los predios deberán ser incorporados a las áreas de conservación.	El relicto de humedal costero con vegetación de mangle permanecerá como parte de la superficie de conservación 3.27 ha, equivalente al 40.16% del terreno. Con lo anterior, se da cumplimiento al presente criterio ecológico.
<b>CG-09</b>	Salvo en las UGA 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 no sean intervenidas no podrán ser cercadas o bardadas y deberán ubicarse preferentemente a lo largo del perímetro del predio en condiciones naturales y no podrán ser desarrolladas en futuras ampliaciones.	El proyecto se encuentra ubicado en un espacio completamente urbanizado y el desplante de las obras se realizaría sobre el área que ya fue sometida a cambio de uso de suelo, considerada como parte de los espacios aprovechables y establecidos por el PDUCCPM, tal cual lo especifica esta misma el MPOELBJ, en la Tabla 7 titulada "Superficie total por UGA, porcentajes de desmonte (deshierbe) y superficies de conservación" para esta UGA.  Además, la propuesta constructiva del presente proyecto respeta en todo momento los parámetros urbanos, el COS (45%) y el CUS (1), como se demuestra en la vinculación del proyecto con el PDUCCPM.

Capítulo III

Criterio	Especificación del criterio	Vinculación
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.	El proyecto no considera la apertura de nuevos caminos, debido a que ya existen accesos al predio desde el Boulevard El Cid. Aunado que cuenta con caminos internos de terracería.
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.	El proyecto pretende utilizar 4.41 ha de las 4.88 ha máximas posibles, al cual se ajusta el presente desarrollo.
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.	Este criterio no es aplicable al proyecto. El predio del proyecto se ubica, en su totalidad, en una zona clasificada como “turística hotelera media”, de acuerdo con la zonificación del uso del suelo considerada en el PDUCCPM.
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.	Como parte de las medidas ambientales propuestas en la presente manifestación de impacto ambiental, se considera la presentación, para su implementación, de un programa de rescate y reubicación de fauna silvestre y otra de la flora silvestre que en un momento dado a crecido en el área de desplante de las obras del proyecto sobre todo con vegetación de gramíneas y de matorral costero y que pudiera verse afectada. La ejecución del programa de rescate y reubicación de flora silvestre se llevaría a cabo previo al inicio

Capítulo III

Criterio	Especificación del criterio	Vinculación
		<p>de la etapa de preparación de lossitios y, el de fauna silvestre previo y durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto.</p> <p>Las propuestas de ambos programas se presentan anexos al presente estudio.</p>
<b>CG-14</b>	<p>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.</p>	<p>El proyecto pretende el aprovechamiento, utilizando áreas previamente desprovistas de vegetación con relleno existente (de origen lícito); así como áreas con gramíneas y matorral costero. le corresponde un aprovechamiento de 4.88 Ha y el planteamiento del proyecto implica 4.41 ha. Por lo que se demuestra el cumplimiento del presente criterio ecológico.</p>
<b>CG-15</b>	<p>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.</p>	<p>Se da cumplimiento con lo indicado por este criterio, toda vez que se propone, como parte del programa de manejo de áreas verdes, medidas de acciones tendientes a la eliminación de ejemplares juveniles o arbóreos y control de plántulas consideradas exóticas a la zona.</p> <p>De acuerdo con el listado de especies de flora silvestre identificadas en los sitios de muestreo para la caracterización de este componente ambiental presentado en el apartado IV.1.1 de esta MIA-R, solo se encontraron dos especies listadas como especies exóticas, según el acuerdo por el que se determina la lista de especies exóticas invasoras para México, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 07</p>

Criterio	Especificación del criterio	Vinculación
		de diciembre de 2016, siendo estas la higuera ( <i>Ricinus communis</i> ) y el zacate Agustín ( <i>Stenotaphrum secundatum</i> ) pino de mar ( <i>Casuarina equisetifolia</i> ) Almendro ( <i>Terminalia catappa</i> ). Por lo que, estas especies serán eliminadas manualmente de las áreas en donde se encuentren, impidiendo su futura propagación natural o artificial.
CG-16	La introducción y manejo de palme de coco ( <i>Cocus nucifera</i> ) debe restringirse a las variedades que sean resistentes a la enfermedad conocida como “amarillamiento letal del cocotero”.	El proyecto no considera la introducción y manejo de palmas de coco, no obstante, en caso de pretender utilizarse dichos individuos en las áreas de jardines será conforme lo indica el criterio.
CG-17	<p>Se permite el manejo de especies exóticas, cuando:</p> <p>La especie no esté catalogada como especie invasora por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y/o La SAGARPA.</p> <p>La actividad no se proyecte en cuerpos naturales de agua,</p> <p>El manejo de fauna, en caso de utilizar encierros, se debe realizar el tratamiento secundario por medio de biodigestores autorizados por la autoridad competente en la materia</p> <p>de aquellas aguas provenientes de la limpieza de los sitios de confinamiento.</p>	<p>Se aclara que, como parte del proyecto, no se tiene planeado manejar especies de flora y fauna exótica. Y, por otro lado, se especifica que se tomará en cuenta lo indicado en el acuerdo por el que se determina la lista de especies exóticas invasoras para México, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 07 de diciembre de 2016, como parte del desarrollo del proyecto, para ello se contemplan los siguientes criterios:</p> <p>Se eliminará del predio la vegetación exótica que se encuentra en su interior.</p> <p>No se realizará el manejo de flora y fauna silvestre exótica.</p> <p>No se emplearán ejemplares de fauna exótica en las áreas de jardines.</p>

Capítulo III

Criterio	Especificación del criterio	Vinculación
	<p>Se garantice el confinamiento de los ejemplares y se impida su dispersión o distribución al medio natural.</p> <p>Deberán estar dentro de una Unidad de Manejo Ambiental o PIMVS.</p>	<p>No se conformará ninguna Unidad de Manejo Ambiental o PIMVS para el manejo de especies exóticas.</p>
<b>CG-18</b>	<p>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.</p>	<p>El proyecto no contempla actividades de acuicultura como parte de este; su objetivo es puramente turístico.</p>
<b>CG-19</b>	<p>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.</p>	<p>Como propiedad privada, el acceso y el tránsito dentro del predio del proyecto está y estará restringido a los propietarios, trabajadores y clientes, quienes recibirán información sobre la conducta y restricciones dentro del predio, entre las que se consideran las de protección ambiental. Además, como ya se mencionó en el capítulo II, y no se prevé la apertura de nuevos caminos como parte del desarrollo del proyecto.</p>
<b>CG-20</b>	<p>Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua deberán mantenerse 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.</p>	<p>En el interior del terreno no se encuentran cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua.</p>
<b>CG-21</b>	<p>Donde se encuentren vestigios arqueológicos, deberá reportarse dicha presencia al Instituto</p>	<p>El predio no cuenta con la presencia de vestigios arqueológicos.</p>

Capítulo III

Criterio	Especificación del criterio	Vinculación
	<p>Nacionalde Antropología e Historia (INAH) y contar con su correspondiente autorización para la construcción dela obra o realización de actividades.</p>	
<b>CG-22</b>	<p>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.</p>	<p>El proyecto respeta los tendidos de energía eléctrica de alta tensión existentes, la superficie del pretendido proyecto no interfiere con algún derecho de vía de alguna línea eléctrica de alta tensión, por lo que este criterio no se puede tomar en consideración para la ejecución del proyecto.</p>
<b>CG-23</b>	<p>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.</p>	<p>Las instalaciones de cableado, como son la eléctrica, teléfono, entre otros se realizarán al nivel de suelo o subterránea, para evitar el impacto visual al paisaje, dando cumplimiento a lo establecido por este criterio.</p>
<b>CG-24</b>	<p>Los taludes de los caminos y carreteras deberán ser reforestados con plantas nativas de cobertura y herbáceas que limiten los procesos de erosión.</p>	<p>El proyecto no considera la construcción de caminos ni carreteras; por lo tanto, este criterio no es aplicable al proyecto.</p>
<b>CG-25</b>	<p>En ningún caso la estructura o cimentación de las construcciones deberá interrumpir la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea.</p>	<p>La construcción del proyecto es sobre una plataforma de concreto elevada a 3.2 msnm de la superficie del suelo soportada por pilas. Dadas las características constructivas y ubicación, tampoco se interrumpirá la circulación del agua subterránea entre el humedal y el mar, en el</p>



Criterio	Especificación del criterio	Vinculación
		entendido que este proceso ocurre a una escala regional.
CG-26	<p>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:</p> <p>Contar con al menos una letrina por cada 20 trabajadores.</p> <p>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).</p> <p>Establecer las medidas necesarias para almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos sólidos generados.</p> <p>Establecer medidas para el correcto manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos peligrosos.</p>	<p>El proyecto no contará con campamentos de construcción, toda vez que los trabajadores de la obra provendrán del mismo centro urbano de Cancún y de Puerto Morelos.</p> <p>No obstante, se adoptarán ciertas medidas de manejo tales como:</p> <p>Dotación de sanitarios portátiles para los trabajadores uno por cada 20 con mantenimiento periódico durante el período que se emplee para las fases de preparación del sitio y construcción del proyecto.</p> <p>Se contará con espacios específicos para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos.</p> <p>Debido a que los vehículos y la maquinaria que se pudieran utilizar no recibirán mantenimiento en el sitio del proyecto, no se prevé la generación de residuos peligrosos de este tipo. No obstante, lo anterior, se habilitará una celda específica techada con piso de concreto y bordes de contención para el acopio temporal de residuos peligrosos en caso de que se generen por motivo de algún imprevisto con la maquinaria.</p> <p>Las estrategias y lineamientos aplicables para el manejo de residuos se establecen en el plan de manejo integral de residuos sólidos, de manejo especial y peligrosos que se someterá a consideración a la autoridad competente.</p>

### Capítulo III

Criterio	Especificación del criterio	Vinculación
<b>CG-27</b>	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 supervisa su construcción.	El proyecto no considera la construcción de sitios para la disposición final de residuos sólidos urbanos. Se contempla instalar contenedores y construir sitios acondicionados para la disposición temporal de este tipo de residuos, mismos que serán mandados al sitio de disposición final habilitado y operado por las autoridades municipales.
<b>CG-28</b>	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 de naturaleza de material de excavación, material de relleno y cascajo de material de construcción o escombros que pudieran generarse derivados de las actividades y procesos de preparación del sitio y construcción se dispondrán conforme a lo que determine la autoridad local. Para el manejo de residuos peligrosos que se lleguen a generar se establecerá un almacén temporal con condiciones y características específicas que permitan su correcto manejo y se contratará a un prestador de servicios autorizado para su manejo y disposición final conforme a lo previsto en la normatividad federal ambiental aplicable.
<b>CG-29</b>	La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.	La disposición final de los residuos sólidos será conforme lo indique la autoridad competente.

### Capítulo III

Criterio	Especificación del criterio	Vinculación
<b>CG-30</b>	Los desechos biológicos infecciosos no podrán disponerse en el relleno sanitario y/o en depósitos temporales de servicio municipal.	El proyecto no considera la generación de residuos biológicos infecciosos. Si bien en el área de SPA se tiene contemplada un área que funcionará como consultorio, este solo funcionará como área de primeros auxilios con botiquín básico, por lo que no se tiene contemplado generar residuos biológicos infecciosos.
<b>CG-31</b>	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 proyecto no consiste en la construcción de un sitio final de RSU, por lo que este criterio no se puede tomar como de observancia.
<b>CG-32</b>	Se prohíbe la quema de basura, así como su entierro o disposición a cielo abierto.	El proyecto no realizará quema de basura, entierro o disposición de ésta a cielo abierto. Los residuos que se pudieran generar se manejarán conforme lo indique la autoridad local competente, dando cumplimiento a este criterio.
<b>CG-33</b>	Todos los proyectos deberán contar con áreas específicas para el acopio temporal de los residuos sólidos. En el caso de utilizar el servicio municipal de colecta, dichas áreas deben ser accesibles a la operación del servicio.	El proyecto tendrá contenedores para la recolección temporal de RSU en todas las etapas de desarrollo del proyecto, para su posterior manejo y disposición final donde la autoridad encargada lo indique. Para facilitar la recolección para la disposición final, estos se concentrarán en un sitio específico para el acopio temporal de los residuos sólidos, con ubicación accesible para el servicio municipal de colecta, siguiendo así el objetivo de este criterio ecológico.

Capítulo III

Criterio	Especificación del criterio	Vinculación
<b>CG-34</b>	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.	Los materiales que en su caso se lleguen a requerir para la preparación del sitio y su construcción, como materiales pétreos, sascab, piedra caliza, tierra, arena, como de aquellos materiales para la construcción del proyecto, provendrán de bancos autorizados y de casas comerciales establecidas. Se documentará con probanza lo indicado en los informes de cumplimiento de condicionantes correspondientes.
<b>CG-35</b>	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.	La superficie de aprovechamiento que se solicita, retirará vegetación correspondiente a gramíneas y herbáceas principalmente, el suelo a remover será mínimo, para el desplante de las pilas; mismos que no afectan ríos subterráneos tal y como se describe ampliamente en el capítulo IV. Por lo que no es aplicable al proyecto.
<b>CG-36</b>	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.	El proyecto no considera la realización de actividades agrícolas, pecuarias o forestales.
<b>CG-37</b>	Todos los proyectos que impliquen la remoción de la	Se atenderá lo indicado por el criterio. En caso de que se llegue a remover suelo,

Capítulo III

Criterio	Especificación del criterio	Vinculación
	<p>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.</p>	<p>todo el volumen obtenido será acopiado en un vivero temporal, a efecto de ser empleado posteriormente en el proyecto inmobiliario, principalmente en las áreas de jardines y de conservación, o bien, donde se requiera formar y enriquecer el suelo.</p> <p>No obstante, como se menciona en el capítulo IV de esta MIA-R, como parte de las actividades de cambio de uso de suelo que ya se realizaron en el área de desplante de las obras está la remoción parcial del suelo de los horizontes orgánico y eluvial, por lo que, la recuperación sería parcial, sólo en aquellas áreas que aún cuenten con estos horizontes del perfil de suelo</p>
<p><b>CG-38</b></p>	<p>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.</p>	<p>El proyecto no implica transferencia de densidades entre unidades de gestión ambiental, toda vez que el predio se encuentra inmerso en una sola UGA.</p>
<p><b>CG-39</b></p>	<p><b>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 autorizaciones de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales.</b></p>	<p>Se prevé el cumplimiento del presente criterio.</p> <p>La superficie de aprovechamiento del suelo es de 54.2% se encuentra por debajo del 60% que le corresponde. Tomando en cuenta, además, que ocupa áreas libres de vegetación, toda vez que dicha área ya fue sometida a la remoción de la vegetación nativa bajo el amparo de las autorizaciones condicionadas.</p> <p>D.O.O.DGOEIA.-005955, de fecha 15 de Septiembre de 1999, y S.G.P.A./DGIRA/DG/0082/08, de fecha 11</p>

Capítulo III

Criterio	Especificación del criterio	Vinculación
		<p>de febrero de 2008. y 03/ARRN/1222/08 de fecha 12 de noviembre de 2008.</p> <p>Y tal como fue demostrado ante la PROFEPA, y constatado y confirmado por la misma según acuerdos en materia ambiental No, 0561/2014, de fecha 15 de diciembre de 2014, No, 0558/2014, de fecha 15 de diciembre de 2014, y forestal 0557/2014, de fecha 19 de diciembre de 2014, mediante los que se ordenó la conclusión y cierre de actuaciones de los Procedimientos administrativos, por no encontrar infracciones en materia ambiental y forestal respectivamente.</p> <p>Por lo que, el proyecto respetará como área de aprovechamiento las superficies de desmonte que indicó la autoridad competente en las diferentes resoluciones obtenidas para ello.</p>

Ahora, los criterios ecológicos específicos de la UGA 28 de la MPOELBJ son de aplicación urbana, clave URB, y se dividen por tipo de recursos y procesos prioritarios o usos. En total aplican 55 criterios ecológicos específicos, de los cuales 11 pertenecen al recurso agua, 11 a suelo y subsuelo, 11 a flora y fauna y 17 a paisaje (Tabla 11).

Tabla 34 Criterios ecológicos específicos de la UGA 28 de aplicación urbana de la Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.

Usos	Clave	Criterios de Regulación Ecológica											
Agua	URB	01	02	03	04	07	08	09	10	11	12	13	14
		15	16	17	18								
Suelo y Subsuelo		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
Flora y Fauna		30	31	32	33	34	35	36	38	40	41	42	
Paisaje		43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
		55	56	57	58	59							

### Capítulo III

En la Tabla 12 se presenta la vinculación del planteamiento del proyecto con los lineamientos para el aprovechamiento del territorio municipal, conforme a la Unidad de Gestión Ambiental UGA 28 y sus criterios de aplicación urbana.

Tabla 35 Vinculación del proyecto con los criterios de regulación ecológica, de aplicación urbana, de la UGA 28 de la de la Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.

Criterio	Texto del criterio	Vinculación
<b>Agua</b>		
<b>URB 01</b>	En tanto no existan sistemas municipales para la conducción y tratamiento de las aguas residuales municipales, los promoventes de nuevos proyectos, de hoteles, desarrollo residencial en condominios, 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.	Las descargas de agua residual se conducirán a través de una red hidrosanitaria que será colocada por debajo de las losas piloteadas. Las descargas serán conducidas por gravedad hacia la PTAR con que contará el proyecto. Por la naturaleza del proyecto, las aguas residuales serán de tipo doméstico, es decir, serán aquellas servidas en sanitarios, duchas y cocinas. Las aguas tratadas servirán para riego de áreas verdes, lavado de banquetas y áreas exteriores y, las aguas tratadas excedentes se descargarán en el subsuelo. Para las descargas se tramitará la autorización para la perforación de dos pozos de rechazo para enviar todas las aguas excedentes, incluyendo tratadas, pluviales y de proceso. Lo anterior en concordancia con las normas oficiales mexicanas aplicables y bajo las regulaciones correspondientes aplicadas por la CONAGUA.
<b>URB 02</b>	A fin de evitar la contaminación ambiental y/o riesgos a la salud pública y sólo en aquellos casos excepcionales en que el tendido de redes hidrosanitarias no exista, así como las condiciones	Se generarán aguas residuales durante la etapa de construcción del sitio. Para minimizar el impacto ambiental de estas se construirán sanitarios semifijos conectados a un biodigestor <sup>2</sup> con capacidades

Capítulo III

<b>Criterio</b>	<b>Texto del criterio</b>	<b>Vinculación</b>
	<p>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.</p>	<p>diferenciadas de 1,300 y 7,000 L. Estas instalaciones son de carácter temporal y serán retiradas al momento en que inicie operaciones la PTAR.</p> <p>Se combinará con la instalación de baños portátiles, 1 por cada 20 trabajadores. El mantenimiento estará a cargo de empresas especializadas.</p>
<b>URB 03</b>	<p>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 la conexión, se podrán utilizar sistemas de tratamiento debidamente certificados y contar con la autorización para la descarga por la CONAGUA.</p>	<p>El proyecto propone para su etapa de operación que las descargas de agua residual se conducirán a través de una red hidrosanitaria que será colocada por debajo de las losas piloteadas. Las descargas serán conducidas por gravedad hacia la PTAR con que contará el proyecto.</p>
<b>URB 04</b>	<p>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</p>	<p>El proyecto no considera el establecimiento de sistema de producción agrícola intensiva o de cualquier otra modalidad.</p>



Capítulo III

Criterio	Texto del criterio	Vinculación
<b>URB 07</b>	No se permite la disposición de aguas residuales sin previo 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 no considera la disposición de las aguas residuales sin previo tratamiento hacia cuerpos de agua, zonas inundables y/o suelo y subsuelo. El proyecto propone para la etapa de operación y mantenimiento que las descargas de agua residual se conducirán a través de una red hidrosanitaria que será colocada por debajo de las losas piloteadas. Las descargas serán conducidas por gravedad hacia la PTAR con que contará el proyecto donde serán tratadas para su reúso y, solo el agua tratada excedente se descargará al subsuelo previa autorización y cumplimiento de las especificaciones de la CONAGUA.
<b>URB 08</b>	En las zonas urbanas y sus reservas del Municipio de Benito Juárez se deberán establecer espacios jardinados que incorporen elementos arbóreos y arbustivos de especies nativas.	En las áreas de protección se mantendrá en pie la superficie aplicable de vegetación nativa; así mismo, se incorporarán especies nativas en las áreas ajardinadas, cumpliendo con el objetivo de este criterio.
<b>URB 09</b>	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	En las áreas de conservación se mantendrá en pie la superficie aplicable de vegetación nativa, que contarán con los elementos arbóreos y arbustivos nativos que permitan mitigar el aumento de la temperatura, realcen el paisaje y permitan la captación e infiltración de agua y, con ello, la recarga de los mantos acuíferos.

Criterio	Texto del criterio	Vinculación
	será mayor a un km entre dichos parques.	
<b>URB 10</b>	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.	En el sitio del proyecto no existen cenotes, rejolladas inundables o cuerpos de agua.
<b>URB 11</b>	Para el ahorro del recurso agua, las nuevas construcciones deberán implementar tecnologías que aseguren el ahorro y uso eficiente del agua.	<p>Se atiende lo establecido, ya que se emplean prácticas para el manejo eficiente del recurso, tales como:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Programas internos y reglamento, talleres y capacitación referente al uso eficiente de agua.</li> <li>2. Se contará con agua proveniente del proceso de una POI, por lo que no se consume agua potable proveniente de la CAPA.</li> <li>3. Se emplearán dispositivos en grifos y despachadores del líquido, así como urinarios, inodoros y duchas ahorradoras con el fin de reducir el caudal o el volumen en un 55%.</li> <li>4. El proyecto está diseñado para que las aguas servidas sean dirigidas a una PTAR. El agua tratada podrá ser utilizada para el riego en áreas verdes y aseo de las áreas exteriores.</li> <li>5. Se dará mantenimiento periódico a los equipos, bombas, llaves y grifos para prevenir fugas o</li> </ol>

Criterio	Texto del criterio	Vinculación
		<p>aumento del caudal. Además, se realizará un adecuado tratamiento en los procesos de ósmosis y de tratamiento de aguas servidas</p>
<p><b>URB 12</b></p>	<p>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.</p>	<p>El sistema de tratamiento propuesto, pretratamiento microtamizado-lodos activados en mezcla completa y desinfección, se seleccionó por considerarlo el más adecuado para el tipo de instalación y localización de la PTAR, ya que la producción de malos olores es prácticamente despreciable, así como la de ruidos e insectos. Además, el poco lodo producido que se obtiene es prácticamente estabilizado al provenir del digestor aeróbico, con lo que se reducen los problemas de disposición únicamente finalizando el proceso con estabilización con cal, pudiendo ser utilizado como mejorador de suelos, previa deshidratación a base de filtro prensa y dando cumplimiento a las especificaciones indicadas por la NOM-004-SEMARNAT-2002 Protección ambiental.- Lodos y biosólidos.- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.</p> <p>Además, la ubicación de la PTAR, en la parte baja del camino de acceso elevado, el que actualmente está construido como camino de terracería, se habilitó dejando área con cobertura forestal natural a ambos lados del camino. Dicha área forma parte de las 3.27 ha de</p>

Criterio	Texto del criterio	Vinculación
		<p>conservación de mangle, por lo que dicha PTAR ya contaría con la barrera dispersora aquí sembrarán plantas de especies arbustivas para poder cumplir con las especificaciones aquí indicadas.</p> <p>mencionada. En caso de ser necesario, se sembrarán plantas de especies arbustivas para poder cumplir con las especificaciones aquí indicadas.</p>
<p><b>URB 13</b></p>	<p>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 grasas y sólidos, u otros que garanticen la retención de sedimentos y contaminantes. Dicha canalización deberá ser autorizada por la Comisión Nacional del Agua.</p>	<p>El proyecto plantea un drenaje pluvial separado del drenaje sanitario que favorecerá la infiltración natural al subsuelo de las aguas pluviales. Se colocarán coladeras y trampas en el sistema de drenaje pluvial. Las aguas pluviales serán trasladadas al manto freático de manera natural, siendo asistida, en sitios específicos, por pozos de absorción autorizados por la CONAGUA.</p>  <p>Coladeras en “bajantes”</p>  <p>Trampas con canasta para sólidos</p>

Capítulo III

Criterio	Texto del criterio	Vinculación
<b>URB 14</b>	Los crematorios deberán realizar un monitoreo y control de sus emisiones a la atmósfera.	El proyecto no considera la construcción de crematorios, por lo que no aplica el criterio.
<b>URB 15</b>	Los cementerios deberán impermeabilizar paredes y piso de las fosas, con el fin de evitar contaminación al suelo, subsuelo y manto freático.	El proyecto no considera la construcción de cementerios, por lo que no aplica el criterio.
<b>URB 16</b>	Los proyectos en la franja costera dentro de las UGA 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.	En el predio del pretendido proyecto no se identificó la localización de alguna boca de tormenta o drenaje natural del humedal, por lo que no es aplicable el criterio.
<b>URB 17</b>	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 proyecto no involucra actividades de aprovechamientos de recursos biológicos forestales, como semillas u otros de propagación por parte de particulares. No aplica el criterio.

Capítulo III

<b>Criterio</b>	<b>Texto del criterio</b>	<b>Vinculación</b>
<b>URB 18</b>	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).	El proyecto no pretende establecer un nuevo sitio de disposición final de RSU sin utilizar los establecidos y operados por la autoridad municipal o sus concesionarios. Contará con puntos de acopio temporal habilitados en el sitio del proyecto para la separación de RSU, residuos de manejo especial y residuos peligrosos, para facilitar el manejo de estos según su naturaleza en los términos previstos en la LGPGIR y los ordenamientos locales aplicables. Dichos sitios de acopio temporal estarán ubicados estratégicamente para el fácil acceso al sistema de recolección municipal de RSU.
<b>Suelo y subsuelo</b>		
<b>URB 19</b>	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	El criterio no es aplicable, el proyecto no pretende la construcción u operación de bancos de materiales.

Capítulo III

<b>Criterio</b>	<b>Texto del criterio</b>	<b>Vinculación</b>
	las actividades de la etapa de abandono.	
<b>URB 20</b>	Con el objeto de integrar cenotes, rejolladas, cuevas y cavernas a las áreas públicas urbanas, se permite realizar un aclareo, poda y modificación de 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.	En el sitio no se encontraron cenotes, rejolladas, cuevas o cavernas, por lo que este criterio no puede ser considerado para su cumplimiento.
<b>URB 21</b>	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 considera la apertura o explotación de bancos de material, por lo que no aplica el criterio.
<b>URB 22</b>	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 delo que establezcan las disposiciones jurídicas aplicables.	El proyecto no considera la apertura o explotación de bancos de materiales pétreos, por lo que no aplica el criterio.
<b>URB 23</b>	Para reincorporar las superficies afectadas por extracción de materiales pétreos a las actividades económicas del	El proyecto no se localiza en un área de banco de materiales pétreos que

Capítulo III

Criterio	Texto del criterio	Vinculación
	<p>municipio, deberá realizarse la rehabilitación de dicha superficie en congruencia con los usos que prevean los instrumentos de planeación vigentes para la zona.</p>	<p>requieran su rehabilitación. No aplica el criterio.</p>
<b>URB 24</b>	<p>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.</p>	<p>El proyecto pretende realizar el programa de manejo de residuos sólidos urbanos y solicitar la autorización a la dependencia estatal.</p>
<b>URB 25</b>	<p>Para el caso de desarrollo residencial en condominios habitacionales, el fraccionador deberá construir a su cargo y entregar al Ayuntamiento por cada 1000 viviendas previstas en el proyecto de desarrollo residencial en condominio, 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 desarrollo residencial en condominio, las obras de equipamiento urbano serán proporcionales, pudiéndose</p>	<p>El presente proyecto es de naturaleza turístico hotelero y no prevé la construcción de viviendas, por lo cual este criterio no es aplicable al proyecto.</p>



Capítulo III

Criterio	Texto del criterio	Vinculación
	construir incluso en predios distintos al desarrollo residencial en condominio	
<b>URB 26</b>	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 la 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 losciudadanos en general, los desarrollo residencial en condominios deben incorporar áreas verdes que contribuyan al Sistema Municipal de Parques, de conformidad con la normatividad vigente en la materia.	El presente proyecto constituye un desarrollo turístico hotelero, por lo cual noes aplicable el criterio previsto para desarrollos residenciales.
<b>URB 27</b>	La superficie ocupada por equipamiento enlas áreas verdes no deberá exceder de un30% del total de la superficie cada una deellas.	El presente constituye un desarrollo turístico hotelero, el criterio corresponde para desarrollos residenciales. No es aplicable.
<b>URB 28</b>	Para evitar las afectaciones por inundaciones, se prohíbe el establecimiento de desarrollo residencial en condominios habitacionales, así como de infraestructuraurbana dentro del espacio excavado de las sascaberas en desuso y en zonas en donde los estudios indiquen que existe el riesgo deinundación	No aplica el presente criterio. El proyecto pretende realizar un desarrollo inmobiliario turístico costero (hotel) que no corresponde a infraestructura urbana ni de desarrollo residencial en condominios habitacionales, además, el sitio no corresponde a alguna sascabera en desuso.

Capítulo III

<b>Criterio</b>	<b>Texto del criterio</b>	<b>Vinculación</b>
	(de acuerdo al Atlas de Riesgos del municipio y/o del estado).	
<b>URB 29</b>	En la construcción de desarrollo residencial en condominios 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.	El presente proyecto constituye un desarrollo inmobiliario turístico hotelero, por lo cual no es aplicable el criterio previsto para desarrollos residenciales.
<b>Flora y fauna</b>		
<b>URB 30</b>	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	La superficie de 3.27 ha correspondiente al relicto de manglar se establecerá como área de conservación del proyecto, previendo su mejoramiento y mantenimiento de las condiciones naturales del relicto y garantizar esa área como parte del hábitat, no se prevé su utilización o la remoción de vegetación o relleno alguno. Por lo que se da cumplimiento al presente criterio.
<b>URB 31</b>	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.	Como parte de las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales ocasionados a la flora y fauna silvestre por el desarrollo del proyecto, se considera la implementación de un programa de rescate y reubicación de flora silvestre y otro para la fauna silvestre. Ambos programas tienen la finalidad de implementarse de manera previa al inicio de las actividades de preparación del sitio y, el de fauna silvestre

Capítulo III

Criterio	Texto del criterio	Vinculación
		<p>continuará durante todas las etapas del proyecto. Los ejemplares de fauna rescatados serán reubicados en el área de conservación del proyecto y, o bien de ser necesario, en las áreas de conservación colindantes a las áreas de asentamientos humanos. Estos sitios se utilizarán solo en caso de que se considere que se está incrementando la densidad de cierta especie(s) en el área de conservación del predio, a tal grado que se pueda poner en riesgo la supervivencia de los ejemplares reubicados. Para el caso de flora silvestre, otra opción de reubicación serán las áreas de jardines que se tienen contempladas dentro del predio, sitios en los que se garantizará su cuidado, protección y sobrevivencia.</p>
<b>URB 32</b>	<p>Deberá preverse un mínimo de 50% de la superficie de los espacios públicos jardinados 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</p>	<p>El criterio no es aplicable, corresponde a un desarrollo privado que no pretende incorporar espacios públicos ajardinados.</p>
<b>URB 33</b>	<p>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</p>	<p>El proyecto no considera el desarrollo de zonas industriales o centrales de abastos, por lo que no resulta aplicable el criterio.</p>

Capítulo III

Criterio	Texto del criterio	Vinculación
	dotados de infraestructura de parque público.	
<b>URB 34</b>	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.	Se presenta programa de manejo de fauna mismo que indica las acciones a realizar en función de la caracterización del sitio, así como la propuesta de los sitios de reubicación de los ejemplares rescatados de las áreas donde se llevarán a cabo las actividades constructivas.
<b>URB 35</b>	No se permite introducir o liberar fauna exótica en parques y/o áreas de reservas urbanas.	No se considera la introducción o liberación de fauna silvestre ni exótica ni en ninguna otra clasificación en el área del proyecto.
<b>URB 36</b>	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	El proyecto considera la conservación del relicto del manglar existente en el predio y no se prevé su utilización, remoción de vegetación de mangle o relleno alguno atendiendo lo establecido en el artículo 60TER de la Ley General de Vida Silvestre y la NOM-022-SEMARNAT-2003  Qu e establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar; ello, con la finalidad de garantizar los bienes y servicios que este tipo de vegetación brinda.
<b>URB 38</b>	Las áreas verdes de los estacionamientos descubiertos públicos y privados deben ser	El criterio no es aplicable, toda vez que los estacionamientos se ubican dentro de las áreas de servicios en los niveles

Capítulo III

Criterio	Texto del criterio	Vinculación
	diseñadas en forma de camellones continuos y deberá colocarse por lo menos un árbol por cada dos cajones de estacionamiento.	uno y, mayoritariamente, en el nivel dos.
<b>URB 40</b>	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 predio del proyecto no colinda con alguna área natural protegida, por lo que no aplica el criterio.
<b>URB 41</b>	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 olivaeformis), capulín (Muntingia calabura), Ficus spp., entre otros.	El criterio no es aplicable, no se pretende un proyecto urbano <sup>3</sup> . El proyecto es turístico hotelero.
<b>URB 42</b>	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 uso del sitio, mantenimiento de la disponibilidad natural de alimento y sitios de pernocta y de reproducción, así como con otras acciones que sean necesarias.	El relicto de humedal costero con parches de manglar y las áreas de halófilas costeras presente en el predio del proyecto no corresponden al hábitat del mono araña (Ateles geoffroyi), dicha especie amenazada habita las franjas de selva mediana subperennifolia, por ello, la presencia de esta especie no se registra en el predio de interés.

### Capítulo III

Criterio	Texto del criterio	Vinculación
<b>PAISAJE</b>		
<b>URB 43</b>	Las áreas verdes y en las áreas urbanas de conservación, deberán contar con el equipamiento adecuado para evitar la contaminación por residuos sólidos, ruido, aguas residuales y fecalismo al aire libre.	Las áreas verdes del proyecto contarán con contenedores de residuos sólidos para evitar la contaminación ambiental con este tipo de residuos. Se contará con la cubierta vegetal para mitigar el ruido y se prohibirá la utilización de las áreas de conservación y verdes para fecalismo al aire libre, por lo cual, se instruirá al personal de vigilancia del desarrollo que se realicen rondines por la periferia del área de manglar destinado a la protección.
<b>URB 44</b>	Las autorizaciones municipales para el uso de suelo en los predios colindantes a la zona federal marítimo terrestre y las concesiones de zona federal marítimo terrestre otorgadas por la Federación, deberán ser congruentes con los usos de suelo de la zona que expida el Estado o Municipio.	El diseño del proyecto va en congruencia con el destino planteado en la actualización del PDUCCPM, publicado en el Periódico Oficial el 05 de marzo de 2021, el cual confiere al área donde se localiza el predio con el uso de suelo TH1 (turístico hotelero medio). Por otro lado, la zona federal se encuentra en apego a la normatividad aplicable. Por lo antes mencionado, se da cumplimiento a lo establecido en el presente criterio.
<b>URB 45</b>	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 ocupará siempre especies nativas en las tareas de jardinería que pudieran resultar aplicables. Se dará cumplimiento al presente criterio.

Capítulo III

Criterio	Texto del criterio	Vinculación
<b>URB 46</b>	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 no involucra el establecimiento de actividades industriales.
<b>URB 47</b>	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.	Respetando las restricciones urbanas de construcción se mantendrá la existencia de paso de servidumbre hacia la ZOFEMAT y en la concesión que otorgue para el uso y aprovechamiento de la zona federal marítimo terrestre. Para los accesos a la playa, se contará con andadores elevados perpendiculares a la línea costera siendo construidos con madera local, sin tratamiento químico o con aceite de linaza. Estos pasos mitigarán los impactos potenciales que se pudieran ocasionar a los componentes ambientales, incluyendo a la vegetación, en cuanto a su estructura original, ya que se evitará la remoción.
<b>URB 48</b>	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	Para el cumplimiento de este criterio hay que tener en cuenta que, el predio del proyecto cuenta con características de intervención correspondiente a caminos: uno que cruza longitudinalmente en dirección suroeste-noreste y, dos caminos de acceso más que lo cruzan de oeste a este. También, se tienen áreas compactadas y con desarrollo incipiente de pasto cortadera,

Criterio	Texto del criterio	Vinculación
	<p>estos individuos se integren al proyecto.</p>	<p>desarrollo de pioneras gramíneas y matorral costero ubicadas aloeste en la parte media del terreno hacia el este; así como un parche de mangle que se distribuye al oeste en un 39.5% del predio del proyecto.</p> <p>Conforme con lo anterior, el proyecto hotelero que aquí se presenta solo pretende ocupar las áreas que cuentan con intervención previa, así como las áreas donde se desarrolla gramíneas, herbáceas de matorral costero, con una superficie de 4.41 ha. Dejando bajo conservación el área de mangle, así como el área de playa con vegetación rastrera. Todas las afectaciones antes mencionadas fueron bajo el amparo de autorizaciones previas obtenidas por la promovente para ello, tal cual están mencionadas en el capítulo I de la presente MIA-R.</p> <p>Sin embargo, se incorporará el presente criterio en el diseño de la jardinería del proyecto de darse el caso de encontrar la presencia de las especies aquí mencionadas. Se considera, en particular en el diseño de jardinería, arbolado y ejemplares de palmas, con la finalidad de integrarlas en las áreas jardinadas</p>
<p><b>URB 49</b></p>	<p>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</p>	<p>Se incorporarán medidas preventivas en caso de arribazón y anidación de la tortuga marina. Por lo que se dará cumplimiento al presente criterio.</p>



Capítulo III

Criterio	Texto del criterio	Vinculación
	de las hembras como durante el período de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías.	
<b>URB 50</b>	Las especies recomendadas para la reforestación de dunas son: plantas rastreras: Ipomea pes-caprae, Sesuvium portulacastrum, herbáceas: Ageratum littorale, Erithalis fruticosa y arbustos: Tournefortia gnaphalodes, Suriana maritima y Coccoloba uvifera y Palmas Thrinax radiata, Coccothrinax readii.	El predio del proyecto no cuenta con dunas, más bien con playa arenosa de pendiente suave de origen biogénico, no obstante, se considera en la zona de amortiguamiento al frente de playa la conformación de áreas con plantas rastreras de las especies aquí mencionadas. Por lo que, se tiene contemplado cumplir con este criterio.
<b>URB 51</b>	<p>La selección de sitios para la rehabilitación de dunas y la creación infraestructura de retención de arena deberá tomar en cuenta los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Que haya evidencia de la existencia de dunas en los últimos 20 años.</li> <li>• Que los vientos prevalecientes soplen en dirección a las dunas.</li> <li>• 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.</li> <li>• Las cercas de retención deberán ser biodegradables, con una altura aproximada de 1.2 m y con 50% de porosidad</li> </ul>	El proyecto colinda con la zona costera o de playas y no se pretende la rehabilitación de dunas o creación de estructuras de retención de arena, por lo que no aplica el criterio.

Criterio	Texto del criterio	Vinculación
	<p>y ubicadas en paralelo a la costa.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Las dunas rehabilitadas deberán serreforestadas</li> </ul>	
	<p>En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.</li> <li>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.</li> <li>Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto móvil que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías.</li> <li>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</li> </ul>	<p>En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.</li> </ul> <p>En la zona de playa, no se removerá la vegetación natural nativa, pues las obras se realizarán en una zona previamente perturbada y con vegetación herbácea ruderal. Igualmente, las áreas verdes y jardines serán provistos con vegetación nativa, prohibiendo la introducción de flora y fauna exótica a los huéspedes y empleados.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> </ul> <p>En la zona con playa del área del proyecto no se afectarán las dunas costeras, manteniendo su estructura y composición. Igualmente, durante la operación del proyecto, se colocarán letreros y se harán jornadas de concientización para invitar a los empleados y huéspedes a no recolectar arena, rocas ni conchas de la playa, lo que ayudará a propiciar la dinámica y acumulación de sedimentos.</p>

Criterio	Texto del criterio	Vinculación
	<p>de crías de tortuga marina.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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:               <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas.</li> <li>b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente.</li> <li>c) Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.</li> </ol> </li> <li>• 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.</li> </ul>	<p>Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movable que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías.</p> <p>Durante la temporada de desove y anidación, se retirarán los objetos colocados en la playa durante el proceso de operación del proyecto, como camastros, botes de basura o cuerdas donde pudieran enredarse las tortugas. Igualmente, se prohibirá el acceso a la playa por parte de los huéspedes, informando la importancia de mantener el área libre de cualquier perturbación humana que pudiera afectar la anidación y bienestar de las crías.</p> <p>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.</p> <p>Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas.</li> </ol>

Criterio	Texto del criterio	Vinculación
		<p>b)Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente.</p> <p>c)Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.</p> <p>Aunque el horario de operación del hotel será las 24 horas, existirá un reglamento interno para controlar el aprovechamiento de energía eléctrica. En el reglamento se les solicitará a los huéspedes bajar las persianas tipo Black-out, con las que contarán los ventanales de los condominios, para sus actividades nocturnas y crepusculares.</p> <p>Por otra parte, debido a que el albedo del mar es más alto que el de la tierra, se tomaran medidas que prevengan cambios conductuales de la fauna silvestre. Las luminarias exteriores serán de baja altura con longitudes de onda larga (560 o más nm), por lo que emitirán luz ámbar-rojiza; igualmente, estarán cubiertas por pantallas negras encargadas de dirigir la luz al piso. Por otra parte, para iluminar los senderos exteriores se utilizarán lámparas con rejilla que dirigen la luz al piso.</p> <p>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</p>

Capítulo III

Criterio	Texto del criterio	Vinculación
		<p>monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.</p> <p>No se contempla el tránsito vehicular dentro de la zona de playa dadas las características del proyecto. Cabe mencionar que no se utilizarán cuatrimotos y otro tipo de vehículos dentro de la playa en ninguna etapa del proyecto.</p> <p>Por otra parte, la promovente prohibirá la introducción de mascotas al predio</p>
<b>URB 53</b>	<p>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.</p>	<p>En el predio se presenta una suave pendiente en la playa arenosa de oriente a poniente y no es evidente la existencia de dunas costeras o embrionarias. No aplica el criterio.</p>
<b>URB 54</b>	<p>En las dunas no se permite la instalación de tuberías de drenaje pluvial, la extracción de arena, ni ser utilizadas como depósitos de la arena o sedimentos que se extraen de los dragados que se realizan para mantener la profundidad en los canales de puertos, bocas de lagunas o lagunas costeras.</p>	<p>No es aplicable este criterio considerando que al interior del predio del proyecto no se desarrollan dunas costeras.</p> <p>En el sitio se presenta una suave pendiente en la barra arenosa de oriente a poniente y no es evidente la existencia de dunas costeras o embrionarias.</p>
<b>URB 55</b>	<p>La construcción de infraestructura permanente o</p>	<p>Este criterio no es aplicable considerando que, al interior del predio</p>

Capítulo III

Criterio	Texto del criterio	Vinculación
	temporal debe quedar fuerade las dunas pioneras (embrionarias).	del proyecto, nose desarrollan dunas pioneras o embrionarias.
<b>URB 56</b>	<p>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 estasdunas.</p> <p>El pilotaje deberá ser superficial (hincado a golpes), no cimentado y deberá permitir elcrecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por loque se recomienda que tenga al menos un metro de elevación respecto al nivel de la duna. Esta recomendación deberá revisarseen regiones donde hay fuerte incidencia dehuracanes, ya que en estas áreas constituyen un sistema importante de protección, por lo que se recomienda, después de su valoración específica, dejar inalterada esta sección del sistema de dunas</p>	<p>Este criterio no es aplicable considerandoque al interior del predio del proyecto no se desarrollan dunas costeras.</p> <p>En el predio se presenta una suave pendiente en la barra arenosa de oriente aponiente y no es evidente la existencia de dunas costeras o embrionarias.</p>
<b>URB 57</b>	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	El proyecto pretende la construcción de un desarrollo turístico hotelero, no contempla acciones tendientes a la restauración de playas, por lo que no aplica el criterio.

### Capítulo III

<b>Criterio</b>	<b>Texto del criterio</b>	<b>Vinculación</b>
	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.	
<b>URB 58</b>	Se prohíbe la extracción de arena en predios ubicados sobre la franja litoral del municipio con cobertura de matorral costero.	El proyecto pretende la construcción de un desarrollo turístico hotelero, no contempla acciones tendientes a la extracción de arena, por lo que no aplica el criterio.
<b>URB 59</b>	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 atiende lo indicado toda vez que los residuos que se deriven del retiro de la escasa vegetación serán incorporados al suelo de las zonas de protección y jardines, con el objeto de mejorar la calidad del suelo y de la vegetación.

## III.2. Planes o programas de desarrollo urbano

### III.2.1. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos 2020-2030 (PDUCCPM).

Al respecto, se encontró que el 05 de marzo de 2021 se publicó en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo la actualización del PDUCCPM, el cual asigna los usos de suelo, parámetros y lineamientos a los que se deberán sujetar los predios localizados en la zona costera de Puerto Morelos.

El área de aplicación del PDUCCPM 2020-2030 corresponde para el predio al Distrito 1, Barrio 3; supermanzana 3, con una extensión territorial de 284.27 ha y se divide en 11 lotes, con una superficie promedio de 36,936.20m<sup>2</sup>, estos grandes predios albergan complejos hoteleros de talla internacional como El Cid. Este barrio presenta una traza vehicular básica con una vialidad principal, Av. Niños Heroes, que cruza de nororiente a surponiente y es alimentada por calles locales, tiene una sección vial de 12m y colinda

### Capítulo III

al poniente con una franja de Manglar que juega el papel de un gran borde natural, tal como lo hace el Mar Caribe al oriente del barrio.

Corresponde a la supemanzana 3 el usos de suelo Turístico Hotelero Medio, clave TH1, con una densidad de 20 viviendas o 50 cuartos por hectárea. superficie mínima del lote será de 1,000 metros cuadrados. El frente mínimo del lote a la vía pública, o a la Zona Federal Marítimo Terrestre, será de 20 metros lineales. El coeficiente de ocupación del suelo (COS) no será mayor a 0.5, es decir, la superficie edificable no deberá ocupar más del 50% de la superficie total del lote. El coeficiente de utilización del suelo (CUS) no será superior a 1.2 VAT (veces el área de terreno) y, por tanto, la superficie construida máxima no excederá el 120% de la superficie total del lote. La altura máxima de las edificaciones será la que resulte de aplicar los coeficientes de ocupación y utilización del suelo, sin exceder 4 niveles, con entrepisos de 3.5 metros. La restricción frontal será de 5.0 metros, en esta superficie se deberá tener un mínimo de 70% de área verde; las restricciones laterales serán de 3.0 metros de cada lado, en esta superficie se deberá tener un mínimo de 70% de área verde; la restricción de fondo será de 5.0 metros, en esta superficie se deberá tener un mínimo de 70% de área verde. Se deberá tener dentro del lote un área de estacionamiento con la capacidad mínima especificada en la norma correspondiente.

#### **VINCULACIÓN**

En el PDUCCPM 2020-2030 se establece el uso del suelo, TH1 así como los parámetros y lineamientos a los que se deberá sujetar el predio ubicado Lote número 1-01, Manzana 20, ubicado en Avenida Boulevard El Cid, con calle sin nombre de la Supermanzana 03, de Puerto Morelos, Quintana Roo con 8.15 ha de superficie.

En la siguiente figura se muestra la ubicación del predio del proyecto con respecto a la zonificación secundaria del PDUCCPM, con uso de suelo aplicable TH1.



### Capítulo III



Figura 50 Ubicación del predio del proyecto NINE con respecto a la asignación de usos de suelo asignados en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos 2020-2030.

De acuerdo con el análisis realizado, el predio del proyecto se ubica sobre una zona clasificada como Turístico Hotelero Medio (TH1) con grupos permitidos de alojamiento temporal mixto, al cual le aplican las normas generales y restricciones de edificación que se incluyen en la tabla siguiente.

Tabla 36 Normas generales asignadas a los usos de suelo Turístico Hotelero de Medio (TH1) del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos 2020-2021

Norma general	Restricción de edificación
Densidad (vivienda por hectárea)	20
Densidad (cuartos por hectárea)	50
C.O.S (Coeficiente de ocupación del suelo)	50%
C.U.S. (Coeficiente de utilización del suelo)	1.2
Altura	4 Niv/ 3.5m de entrepiso (14m)

### Capítulo III

La tabla siguiente contiene los parámetros máximos permisibles al proyecto considerando el tamaño del predio y el uso de suelo al área donde se ubica, de acuerdo con los parámetros establecidos en la actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos 2020-2030. Conforme lo anterior. Para ello, hay que tomar en cuenta que el tamaño del polígono implica 8.15 ha.

Tabla 37 Definición de parámetros definidos en la actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos aplicables al predio del project

<b>Norma general</b>	<b>Edificación en el predio</b>
<b>Densidad (cuartos)</b>	407
<b>C.O.S (Coeficiente de ocupación del suelo) (ha)</b>	3.67
<b>C.U.S. (Coeficiente de utilización del suelo) (ha)</b>	8.15
<b>Altura (m)</b>	4 Niv/14 m

El proyecto que se pretende cuenta con los parámetros y lineamientos que se indican a continuación.

Tabla 38 Definición de parámetros definidos en la actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos aplicables al predio del project

<b>Norma general del proyecto</b>	<b>Edificación del proyecto</b>
<b>Densidad</b>	407
<b>C.O.S (Coeficiente de ocupación del suelo)</b>	1.93 ha
<b>C.U.S. (Coeficiente de utilización del suelo)</b>	5.11 ha
<b>Altura</b>	4 Niv/14 m
<b>RESTRICCIONES (min. 70% área verde)</b>	
<b>Restricción frontal</b>	5 m
<b>Restricción lateral</b>	3 m
<b>Restricción posterior</b>	5 m

### Capítulo III

De acuerdo con lo antes expuesto, el proyecto que se pretende cumple con las normas generales, restricciones de edificación y uso del suelo (TH1) definidas en el PDUCCPM.

Tabla 39 Cumplimiento del planteamiento del proyecto de las restricciones generales establecidas en la actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos 2020-2030

<b>Norma general para la zona TH1</b>	<b>PDDUPM</b>	<b>Predio</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Cumple</b>
<b>Superficie del predio (ha)</b>	0.1	8.15	8.15	Sí
<b>Densidad (viviendas por hectárea)</b>	20	163	----	
<b>Densidad (cuartos por hectárea)</b>	50	407.5	407	Sí
<b>C.O.S (Coeficiente de ocupación del suelo)</b>	50%	4.05 ha	1.93 ha (23.69%)	Sí
<b>C.U.S. (Coeficiente de utilización del suelo)</b>	1.2	9.78 ha	5.11 ha (0.63)	Sí
<b>Altura</b>	4 Niv/14 m	4 Niv/14m	4 Niv/14 m	Sí
<b>Restricción frontal</b>	5 m	5 m	5 m	Sí
<b>Restricción lateral</b>	3 m	3 m	3 m	Sí
<b>Restricción posterior</b>	5 m	5 m	5 m	Sí

### CONCLUSIÓN

De acuerdo con el análisis anterior, se hace evidente que la construcción que se plantea no se contrapone con la zonificación y uso de suelo determinados para el sitio donde se ubica el predio del proyecto, considerado como Turístico Hotelero Medio (TH1). Para ello, hay que tomar en cuenta que el planteamiento del proyecto sometido a evaluación de impacto ambiental se ajusta las restricciones de edificación establecidas en la actualización del PDUCCPM, considerando el COS, el CUS, la densidad inmobiliaria y altura establecida, tanto en número de niveles como en metros.

### III.3. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas

La LGEEPA define a las áreas naturales protegidas (ANP) como aquellas “*zonas del territorio nacional sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas*”. Las declaratorias de esta clasificación de ecosistemas (áreas) se hacen con la finalidad de mantener la biodiversidad, preservar las condiciones de los componentes ambientales de los ecosistemas para mantener el equilibrio y continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos en las áreas identificadas con relevancia ecológica. Estas declaratorias, además, también persiguen garantizar detener procesos de deterioro de los ecosistemas, como la pérdida de biodiversidad, procesos erosivos y degradación del suelo, garantizar la recarga del manto freático, entre otros, en beneficio del medio ambiente y, al mismo tiempo, de las comunidades asentadas dentro de las áreas y áreas aledañas, a través de su aprovechamiento sustentable.

Existen ANP de carácter federal, estatal y municipal, cada una declarada en el marco de sus atribuciones y alcances. A nivel federal estas se clasifican en reservas de la biósfera, parques nacionales, monumentos naturales, áreas de protección de recursos naturales, áreas de protección de flora y fauna y santuarios. A nivel estatal están los parques y reservas estatales, así como otras categorías definidas particularmente. A nivel municipal se tiene las zonas de conservación ecológica, y otras denominaciones específicas. Y, a partir del 2008, se tienen las áreas destinadas voluntariamente a la conservación, estos predios se consideran áreas productivas dedicadas a una función de interés público y son administradas por el solicitante, el cual puede ser toda una comunidad, una organización social, persona moral o física. Dependiendo del tipo de ANP va a ser su zonificación y la definición de sus criterios, mismos que quedan claramente definidos en sus programas de manejo.

Retomando el SAR, se consideró un análisis para determinar si dentro o cerca de éste se ubica alguna región de interés ambiental que permita conocer parte del valor ecológico dentro del mismo. De acuerdo con esto, se efectuó el análisis de las Áreas Naturales Protegidas (federales, estatales y municipales), sitios RAMSAR y la

### Capítulo III

clasificación de regiones prioritarias determinadas por la CONABIO, incluyendo las áreas de importancia para la conservación de las aves. De acuerdo con lo anterior, se obtuvo el análisis que se describe en los siguientes subapartados:

#### III.3.1. Áreas Naturales Protegidas

Para el análisis de las ANP, se consideraron los tres tipos de áreas naturales protegidas declaradas oficialmente, es decir, las de competencia federal, estatal y municipal. Asimismo, se buscó no solo las que pudieran incidir dentro del proyecto y SAR, sino que también se identificaron aquellas cercanas a éstos.

##### III.3.1.1. Áreas Naturales Protegidas Federales

Del análisis realizado, se informa que el predio del proyecto y el SAR delimitado para analizar la influencia del proyecto ambientalmente se encontró que este se ubica aledaño a la poligonal del Parque Nacional Arrecifes de Puerto Morelos. El decreto de creación de esta ANP se publicó en el Diario Oficial de la Federación del 02 de febrero de 1998, comprendiendo una superficie total de 9,066.63 ha ubicadas en la costa del mar Caribe de los municipios de Puerto Morelos y Benito Juárez. Posteriormente, el 18 de septiembre de 2000 se publicó, a través del mismo medio, el aviso mediante el cual se da conocer el programa de manejo del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos, ubicado en la Costa Caribe del entonces municipio de Benito Juárez, ahora Puerto Morelos, frente al poblado de Puerto Morelos en el estado de Quintana Roo.

El SAR definido para el proyecto limita en su parte noreste con el polígono del Parque Nacional Esta ANP tiene como objetivo general proteger y conservar el ecosistema de aguas tropicales someras donde se desarrollan los arrecifes coralinos frente a Puerto Morelos; no obstante, el límite de la poligonal de esta ANP comprende la zona federal que se ubica a lo largo de la costa desde el muelle de transbordador del recinto portuario de Puerto Morelos, junto a la zona urbana del poblado, hasta el límite norte de la ANP, ya en el municipio de Benito Juárez.

### Capítulo III

De acuerdo con la zonificación del Parque Nacional, toda la zona federal que está inmersa dentro de la poligonal, colindante con el SAR del proyecto, tiene un uso recreativo intensivo. Esta zona comprende los 200 m paralelos a la línea de costa del área marina adyacente desde la unidad de Puerto Morelos hasta el límite de la unidad El Islote, y los 100 m de esta última unidad hasta la Unidad Limones, de acuerdo con lo indicado en su programa de manejo.

El uso recreativo intensivo, de acuerdo con lo establecido en el programa de manejo de la ANP, se trata de una zona que es utilizada para la recreación de playa y para la natación. Entre las actividades permitidas está el anclaje, buceo diurno, colecta de especies de flora y fauna, ecoturismo, educación ambiental, natación, navegación, pernoctar y acampar en el parque, pesca comercial y de autoconsumo con anzuelo, restauración y recreación en playa.

Cabe aclarar que la zona federal marítima terrestre ubicada frente al predio del proyecto no colinda con el polígono del Parque Nacional, ni tampoco se sobrepone con la zona federal marítima terrestre. Además, no se prevén actividades del proyecto en la parte donde colindan el SAR con esta ANP.

Por otro lado, la parte sur del SAR se encuentra a 307 m de la poligonal de la reserva de la biósfera Caribe Mexicano. El decreto de creación de esta ANP se publicó el 07 de diciembre de 2016 en el Diario Oficial de la Federación. Esta reserva de la biósfera comprende 5'754,055.36 ha de superficie total y se ubica en el mar Caribe desde Chetumal, al sur del estado de Quintana Roo, hasta la altura de la isla de Holbox, al norte del Estado. De la superficie total, 5'725,465.87 ha corresponden a superficie marina y el resto, 28,589.50 ha a la porción terrestre.

Considerando que no hay sobreposición de polígonos ni colindancia del SAR con esta ANP, no se hace una mayor descripción de las características de la reserva de la biósfera.

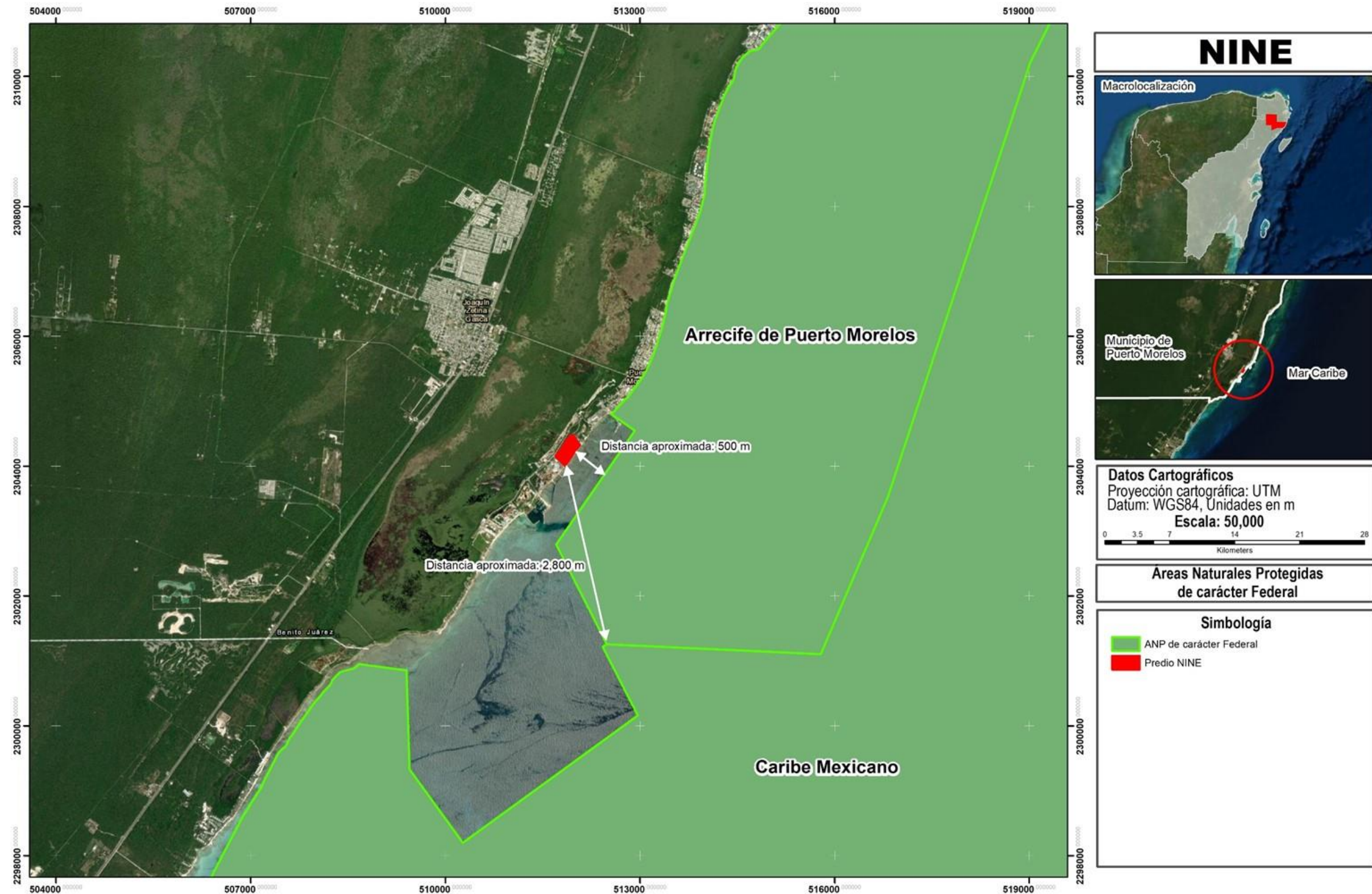


Figura 51 Ubicación del SAR del proyecto con respecto a la poligonal de las Áreas Naturales Protegidas de competencia federal más cercanas al predio del proyecto.

## Capítulo III

### III.3.1.2. Áreas Naturales Protegidas Estatales

A nivel del gobierno del estado de Quintana Roo se han decretado 10 áreas naturales protegidas, de las cuales tres corresponden a la categoría de “Parque estatal” y siete a “Zona sujeta a conservación ecológica”, cubriendo una superficie total de 312,860.61 ha. Este proceso empezó en 1983, año en que se decretó como área natural protegida estatal el parque natural estatal Laguna de Chankanaab, en el municipio de Cozumel. Y, las últimas áreas decretadas como protegidas a nivel estatal son el Parque Laguna de Bacalar, Selvas y Humedales de Cozumel y el Sistema Lagunar Chichankanab, todas el 21 de marzo de 2011.

Tabla 40 Número, tipo y superficie de las Áreas Naturales Protegidas de carácter estatal en el estado de Quintana Roo

<b>Categoría</b>	<b>Nombre</b>	<b>Fecha decreto</b>	<b>Superficie (ha)</b>
<b>Parque estatal</b>	Laguna de Chankanaab	25/09/1983	13.65
	Parque Urbano Kabah	08/11/1995	41.49
	Parque Laguna de Bacalar	21/03/2011	5.367
<b>Zona sujeta a conservación ecológica</b>	Laguna Colombia	12/07/1996	1,130.64
	Santuario del Manatí, Bahía de Chetumal	24/10/1996	277,733.67
	Santuario de la Tortuga Marina, Xcacel-Xcacelito	20/02/1998	362.10
	Sistema Lagunar Chacmochuc	09/08/1999	1,914.52
	Laguna Manatí	09/08/1999	202.99
	Selvas y Humedales de Cozumel	21/03/2011	19,846.45



### Capítulo III

<b>Categoría</b>	<b>Nombre</b>	<b>Fecha decreto</b>	<b>Superficie (ha)</b>
	Sistema Lagunar Chichankanab	21/03/2011	11,609.73
<b>Total</b>			312,860.61

El SAR y, por ende, el polígono del proyecto, no se insertan dentro de alguna ANP estatal. Las ANP más cercana al SAR es el Parque Urbano Kabah a 29.24 km (Figura IV-8). Cerca de esa ANP estatal se encuentra la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Laguna Manatí, quedando a 33.99 km de distancia del SAR y, en la isla de Cozumel se ubica la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Selvas y Humedales de Cozumel, pero con esta existe el cuerpo de agua de por medio.

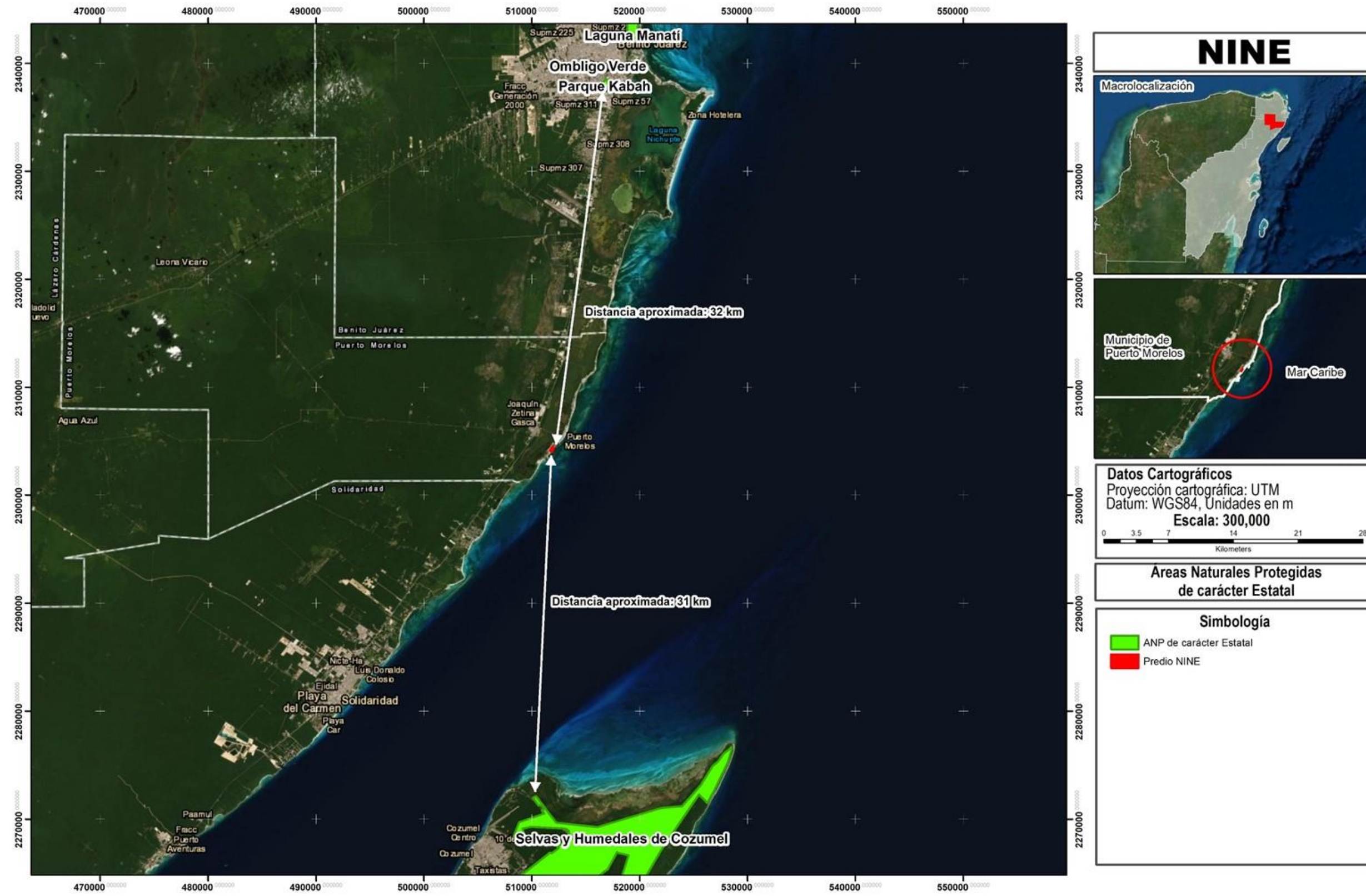


Figura 52 Ubicación del SAR del proyecto con respecto a la poligonal del Área Natural Protegida de competencia estatal más cercana al SAR del proyecto

## Capítulo III

### III.3.1.3.Áreas Naturales Protegidas Municipales

Los municipios del estado de Quintana Roo no tienen decretadas áreas naturales protegidas, excepto el municipio de Benito Juárez que en la sesión extraordinaria del H. Ayuntamiento del 22 de octubre de 2012 se aprobó la creación de la Zona de Preservación Ecológica Municipal denominada “Reserva Ecológica Ombligo Verde”, ubicada en el lote uno de la manzana uno de la supermanzana 34, en la ciudad de Cancún. Sin embargo, dicha área se encuentra a 30.03 km del SAR delimitado para el proyecto, en línea recta y en sus puntos más cercanos.

### III.3.2.Sitios RAMSAR

A través de la Convención Internacional sobre Humedales se acordó la conformación de este tipo de áreas en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos, considerando los servicios ecológicos que prestan como reguladores de los regímenes hídricos y su gran biodiversidad. Muchos de los sitios Ramsar declarados coinciden con áreas naturales protegidas, esto con la finalidad de fortalecer la necesidad y las actividades tendientes a su conservación. En México existen declarados 142 sitios Ramsar, los cuales abarcan 8'643,581.52 ha.

El SAR del proyecto se ubica colindante a la poligonal del sitio RAMSAR No. 1343 “Parque Nacional Arrecifes de Puerto Morelos”. La Convención Internacional sobre Humedales Ramsar inscribió a este sitio en la Lista de Humedales de Importancia Internacional el 02 de febrero de 2004, quedando conformado por 9,066 ha.

Este sitio RAMSAR corresponde a la ANP Parque Nacional Arrecifes de Puerto Morelos, la cual se ubica en la zona del mar Caribe frente al municipio de Puerto Morelos, abarcando 20 m de la zona federal marítimo terrestre que corre de la zona urbana de Puerto Morelos hacia el norte de la poligonal. Como se referencia, se ubica a 35 km al sur de la ciudad de Cancún y 34 km al norte de la ciudad de Playa del Carmen, en la región conocida como Riviera Maya.

De acuerdo con el sitio de información sobre sitios RAMSAR (ver: <https://rsis.ramsar.org/es/ris/1343?language=es>), los criterios que influyeron para considerar esta área como sitio RAMSAR fueron, entre ellos, los que a continuación se mencionan:

### Capítulo III

- El área del Parque Nacional incluye en una fracción de humedales de agua dulce única en la zona nororiental del estado de Quintana Roo.
- En el sitio hay varias especies catalogadas en alguna categoría de riesgo, de acuerdo con lo establecido en la norma oficial mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010 “MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010”, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de noviembre de 2019.
- La región denominada Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos se encuentra integrada al Gran Cinturón de Arrecifes del Atlántico Tropical, conocida como la segunda Barrera Arrecifal más grande del mundo.
- El Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos es un área de alimentación, protección y crianza de varias especies de peces de importancia comercial local e internacional.

Otros sitios RAMSAR aledaños al SAR del proyecto, pero sin tener sobreposición poligonal, son los denominados “Manglares y humedales del norte de Isla Cozumel” y “Manglares de Nichupté”. El primero de ellos quedó registrado con el número 1921, el día 20 de febrero de 2009, y se ubica a 17.13 km en línea recta y entre los puntos más cercanos; y, el segundo de ellos se designó como tal el 20 de febrero de 2009, quedando registrado con el número 1777, y se ubica a 14.22 km al norte del SAR, en el municipio de Benito Juárez.

Este tipo de regionalización no diferencia áreas dentro de los sitios, por lo que, la descripción y ubicación del SAR solo se presenta a nivel general de toda la poligonal del sitio.

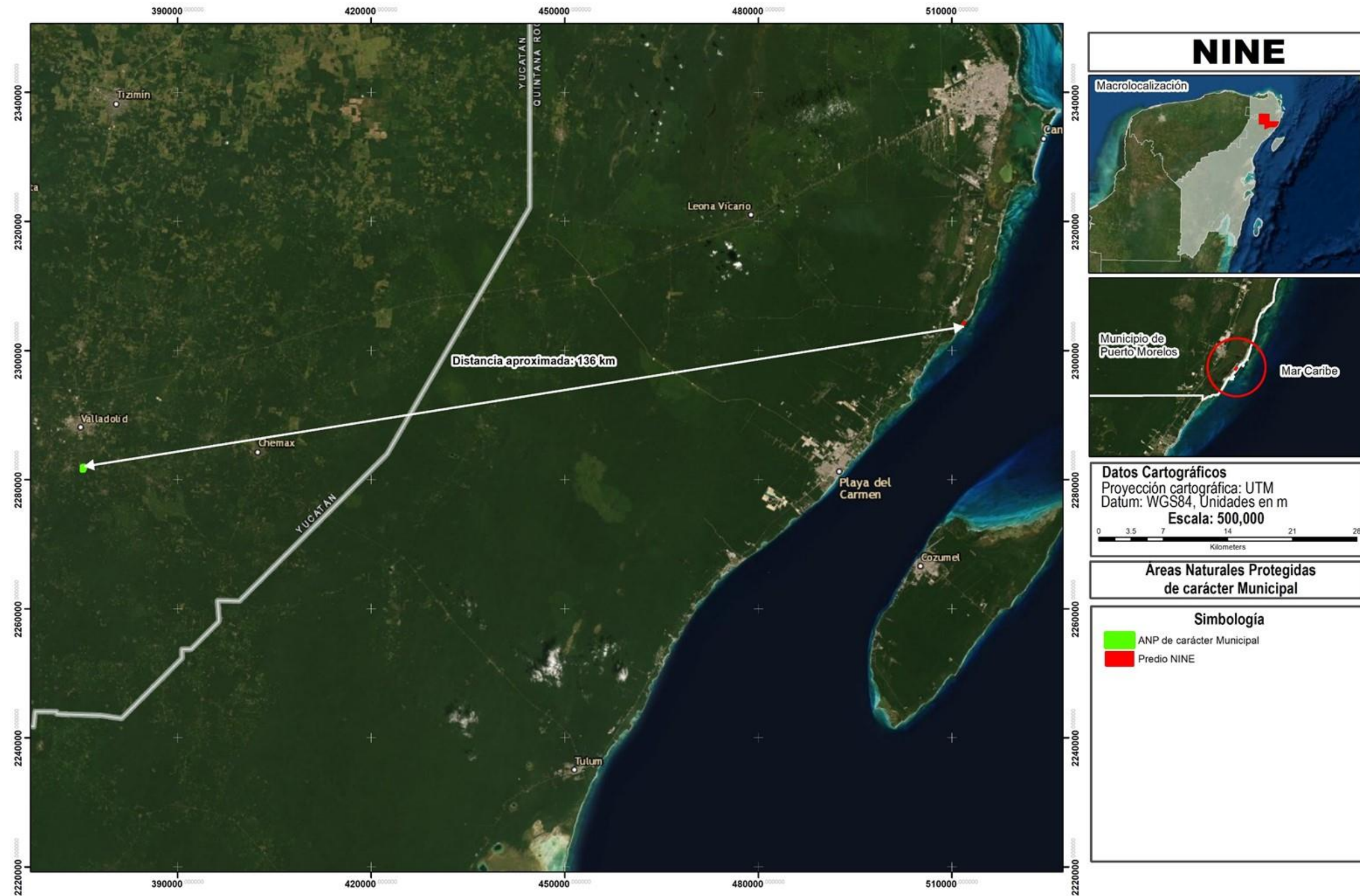


Figura 53 Ubicación del SAR del proyecto con respecto al Área Natural Protegida de competencia municipal Reserva Ecológica “Ombligo Verde”, ubicada en la ciudad de Cancún, Benito Juárez

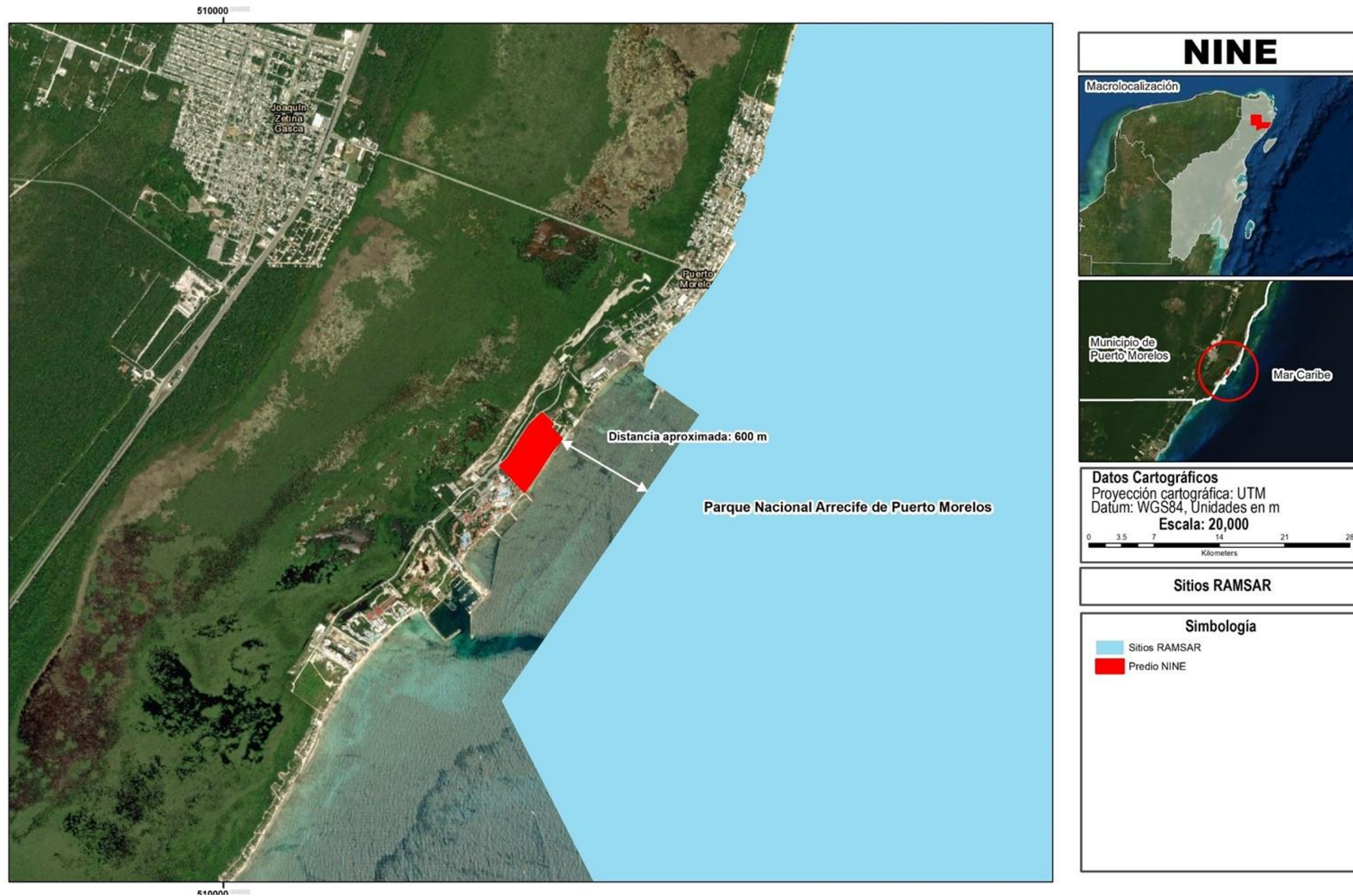


Figura 54 Ubicación del SAR del proyecto con respecto al sitio RAMSAR No. 1343 "Parque Nacional Arrecifes de Puerto Morelos"

## Capítulo III

### III.3.3.Regiones Prioritarias

La designación de regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad, lo cual se lleva a cabo por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), se orienta en la detección de áreas cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad, y la funcionalidad de los ecosistemas. Este tipo de regionalización ambiental estriba en que se consideran análisis basados en ecosistemas, cuyo objetivo principal es incluir la heterogeneidad ecológica que prevalece dentro de un determinado espacio geográfico para, así, proteger hábitats y áreas con características relevantes y funciones ecológicas vitales para la biodiversidad.

La regionalización para la conservación de la biodiversidad involucra diferentes tipos de ambientes, considerando las condiciones específicas que cada uno de ellos puede brindar para el crecimiento y desarrollo de especies determinadas, influyendo en la diversidad de especies y la abundancia de individuos. Considerando esta característica, se decidió dividir la regionalización en cuatro diferentes categorías: terrestres prioritarias (RTP), áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS), hidrológicas prioritarias (RHP) y marinas prioritarias (RMP).

A continuación, se presenta la ubicación del SAR y predio del proyecto con respecto a cada una de estas regionalizaciones.

#### III.3.3.1.Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Esta regionalización tiene como finalidad identificar y fortalecer la conservación de aquellos sitios con un alto valor de biodiversidad en los ambientes terrestres nacionales. Su principal objetivo es la identificación de aquellas áreas terrestres que sean relevantes y se diferencien por su riqueza ecosistémica, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación. De acuerdo con los estudios realizados por la CONABIO, al final se constituyeron 152 de estas regiones, cubriendo una superficie de 515,558 km<sup>2</sup>, la cuarta parte del territorio nacional (Información de la CONABIO en su página web: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html>).

### Capítulo III

De acuerdo con el análisis realizado, el SAR definido para el desarrollo del proyecto no se ubica dentro de la poligonal de alguna RTP. La más cercana al SAR es la RTP- 146 Dzilam – Ría Lagartos – Yum Balam a 35.43 km, en sus puntos más cercanos. Se trata de una RTP que comprende 3,204 km<sup>2</sup>, cubriendo parte de los estados de Yucatán y de Quintana Roo. Los municipios del estado de Quintana Roo inmersos en esta región prioritaria son solo Islas Mujeres, Lázaro Cárdenas y Benito Juárez. Como característica sobresaliente de esta región es que dentro de su poligonal quedan inmersas las ANP Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam y la Reserva de la Biósfera Ría Lagartos.

Entre las características que se resaltan de esta región en su ficha técnica están los humedales del norte de la península de Yucatán, en los que se desarrollan las diferentes especies de mangle y otras acuáticas. Las principales comunidades vegetales que se encuentran cubriendo la superficie de esta RTP son: manglar 27%, selva baja espinosa 16%, selva mediana subperennifolia 15% y vegetación acuática 11%.

Los valores estimados para determinar su relevancia para la conservación de la biodiversidad son: integridad ecológica funcional 4 (alto), fenómenos naturales extraordinarios 3 (muy importante), presencia de endemismos 2 (medio), nivel de la fragmentación de la región 2 (medio) y prácticas de manejo inadecuado 2 (medio).

Entre los problemas que se tienen en esta región que ponen en riesgo su conservación se mencionan: quemadas incontroladas en las selvas, cacería furtiva, explotación forestal incontrolada y tala de la vegetación nativa, la fragmentación del hábitat, la disminución de las poblaciones de mangle, la disminución de poblaciones de mamíferos y aves, la alteración de los flujos de agua, la contaminación orgánica y por desechos sólidos, la actividad ganadera, planes para el desarrollo de megaproyectos de fomento turístico, presión urbana sobre la parte alta de la región, entre otros.



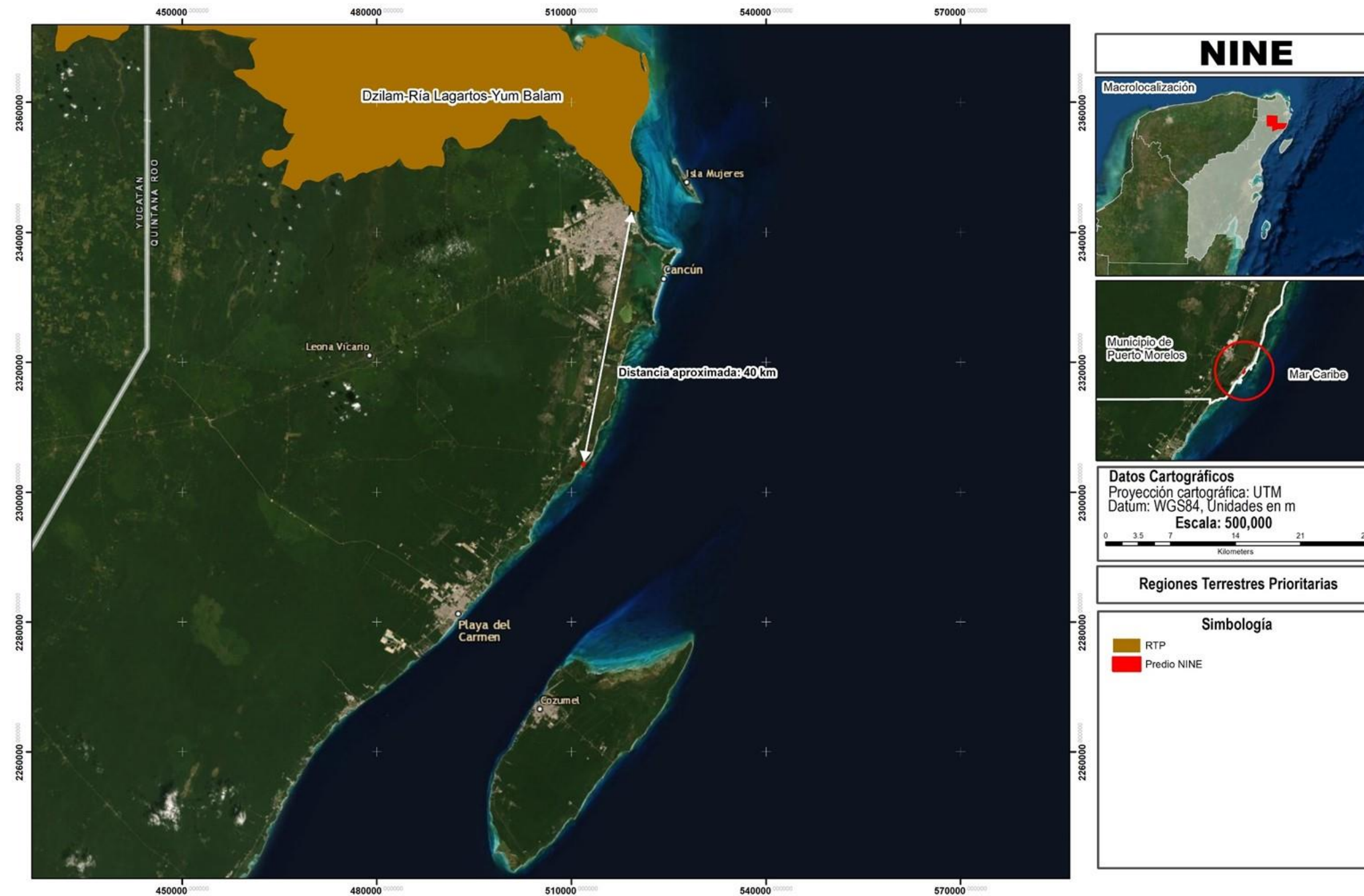


Figura 55 Ubicación del SAR y predio del proyecto con respecto a la RTP-146 Dzilam – Ría Lagartos – Yum Balam

## Capítulo III

### III.3.3.2.Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

Estas regiones, al igual que las dos anteriores, fueron creadas por la CONABIO con el objetivo de establecer un marco de referencia que pudiera ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país, con base en las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas.

Del trabajo realizado por la CONABIO, se tuvo como resultado la creación de 110 RHP (ver: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Hlistado.html>). De estas 110 regiones, 75 se clasifican como amenazadas, mismo número como regiones de alta biodiversidad y 29 como regiones hidrológicas con desconocimiento científico. Además, 82 corresponden a áreas de uso y 75 tienen una alta riqueza biológica con potencial para su conservación.

Con base al análisis realizado, se encontró que el SAR del proyecto se sobrepone con la poligonal de la RHP 105 denominada “Corredor Cancún – Tulum”.

De acuerdo con la CONABIO (ver: [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp\\_105.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_105.html)), esta RHP cubre 1,715 km<sup>2</sup> de superficie total, la cual se caracteriza por tener suelos con una capa superficial abundante en humus y fértil, que descansa sobre roca caliza, de los tipos Litosol, Rendzina y Solonchak, en la que las principales actividades económicas son el turismo, forestal y pecuario. Los recursos hídricos lénticos más relevantes son las lagunas de Chakmochuck y Nichupté, cenotes, estuarios y humedales; y, los lóxicos está caracterizado por ser sistema de aguas subterráneas.

Entre los principales problemas señalados por la CONABIO en esta Región está la perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, deforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales, así como la contaminación por aguas residuales y residuos sólidos.

### Capítulo III

Como parte de las actividades de conservación a implementar se considera la restauración de la vegetación forestal, frenar la contaminación de acuíferos y dar tratamiento a las aguas residuales.

#### III.3.3.3.Regiones Marinas Prioritarias (RMP)

La conformación de esta regionalización surgió de la relación hombre – ecosistemas marinos, dominada por una gran dependencia del ser humano para la obtención de productos que sirven para su alimentación, además de generar impactos ambientales directos e indirectos. Para la delimitación de estas áreas los expertos que trabajaron utilizaron diversos criterios ambientales y económicos.

La CONABIO conformó 70 regiones marinas consideradas prioritarias por su alta diversidad biológica, por el uso de sus recursos y por su falta de conocimiento sobre biodiversidad (ver: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Macerca.html>). Del análisis realizado, de las 70 RMP diferenciadas, 59 se consideran como áreas de gran biodiversidad, y 43 como áreas que presentan alguna amenaza para la biodiversidad.

Específicamente, el SAR y predio del proyecto se ubican sobre la RMP “63 Punta Maroma–Punta Nizuc”. La CONABIO, en su página web [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rmp\\_063.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rmp_063.html), la describe como una RMP que cubre una superficie total de 1,005 km<sup>2</sup>, abarcando zona terrestre y marina del estado de Quintana Roo

Esta región tiene arrecifes, lagunas, playas, dunas costeras y estuarios; y, oceanográficamente predomina la corriente de Yucatán, con giros y contracorriente, de oleaje variable y aporte de agua dulce por lagunas.

Se caracteriza por ser una zona con poca pesca, tanto libre como de la efectuada por cooperativas. Las actividades económicas que se realizan están relacionadas con la explotación de crustáceos y peces a baja escala, crianza de peces en la laguna Nichupté; pero, mayoritariamente, actividades turísticas de alto impacto, ecoturismo y buceo.

### Capítulo III

La problemática de la región está dada por la modificación del entorno como consecuencia de las afectaciones al manglar, introducción de especies exóticas como la *Casuarina* sp. y *Columbrina* sp., relleno de áreas inundables, remoción de pastos marinos, construcción sobre bocas, modificación de barreras naturales. Otras afectaciones son, daño al ambiente por embarcaciones pesqueras, mercantes y turísticas; así como la deforestación, lo que lleva a menor captación de agua, e impactos humanos por los desarrollos urbanos y turísticos.

#### III.3.4. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

Las AICAS son áreas prioritarias importantes para la conservación de las aves. De acuerdo con información de la CONABIO en su sitio web <http://avesmx.conabio.gob.mx/AICA.html>, en México existen 243 áreas con esta denominación, mismas que están agrupadas en cuatro coordinaciones regionales (Noreste, Noroeste, Sur y Centro). Cada AICA tiene una descripción técnica que incluye una descripción biótica y abiótica, un listado avifaunístico de las especies avistadas, su abundancia y estacionalidad en el área. Cada AICA tiene una descripción técnica que incluye una explicación biótica y abiótica, un listado avifaunístico de las especies registradas en la zona, su abundancia (en forma de categorías) y su estacionalidad en el área.

De acuerdo con el análisis realizado, el SAR definido para el proyecto se ubica parcialmente dentro de la poligonal de la región “SE-32 Corredor Central Vallarta - Punta Laguna”, como se ve en la figura siguientes.

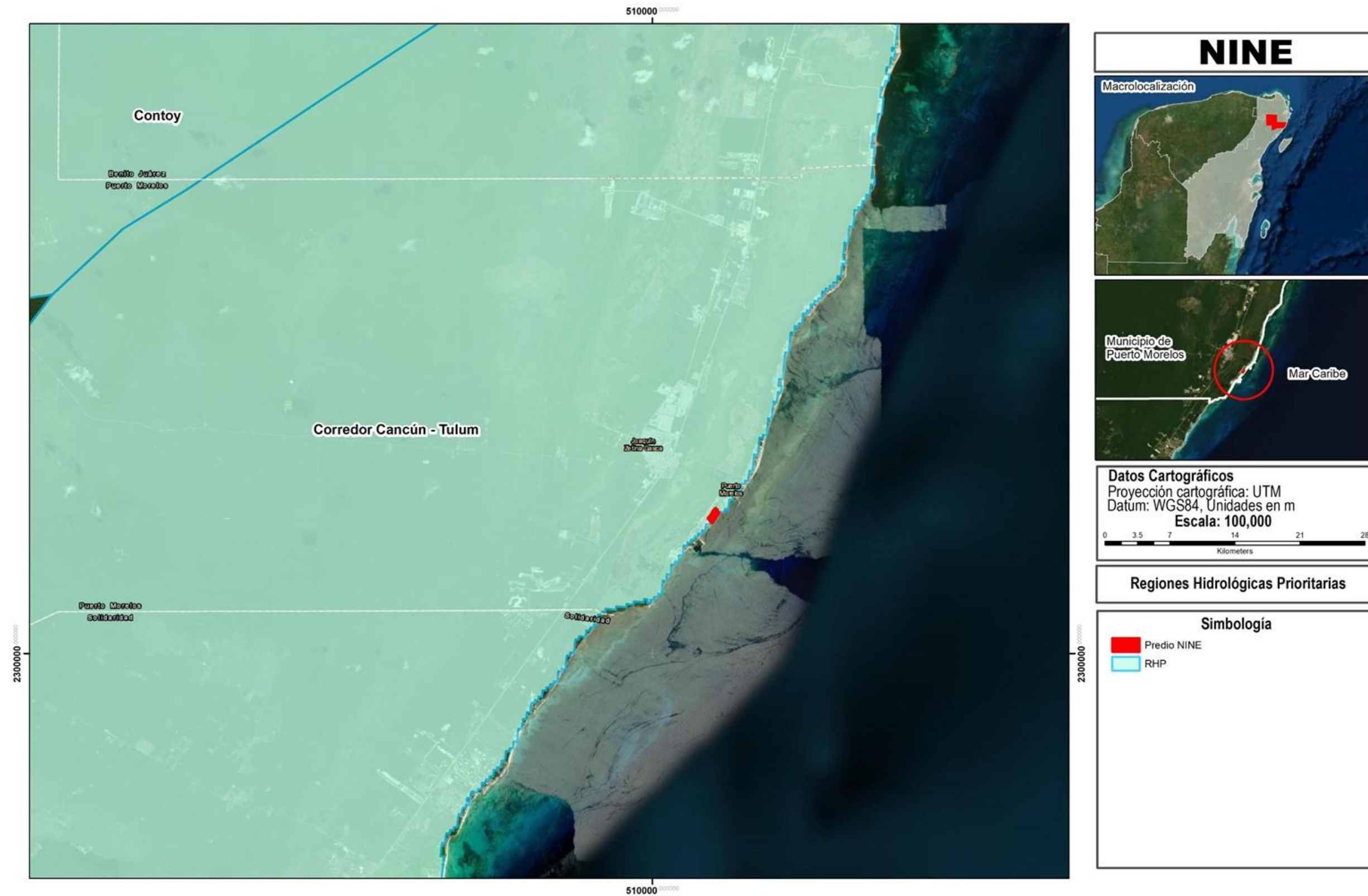


Figura 56 Ubicación del SAR del proyecto con respecto a la RHP 105 denominada “Corredor Cancún – Tulum”

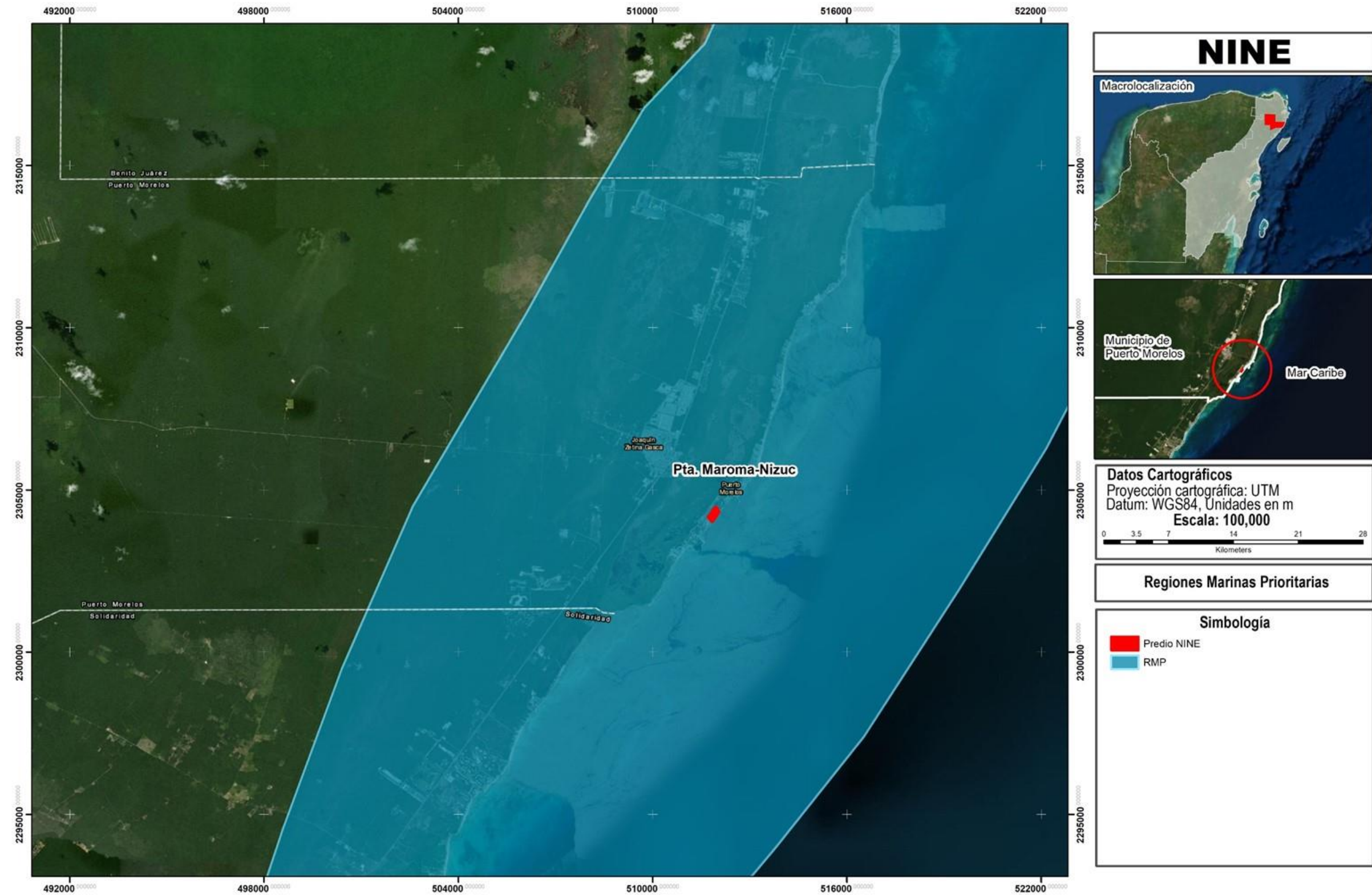


Figura 57 Ubicación del SAR y predio del proyecto con respecto a la RMP “63 Punta Maroma – Punta Nizuc”

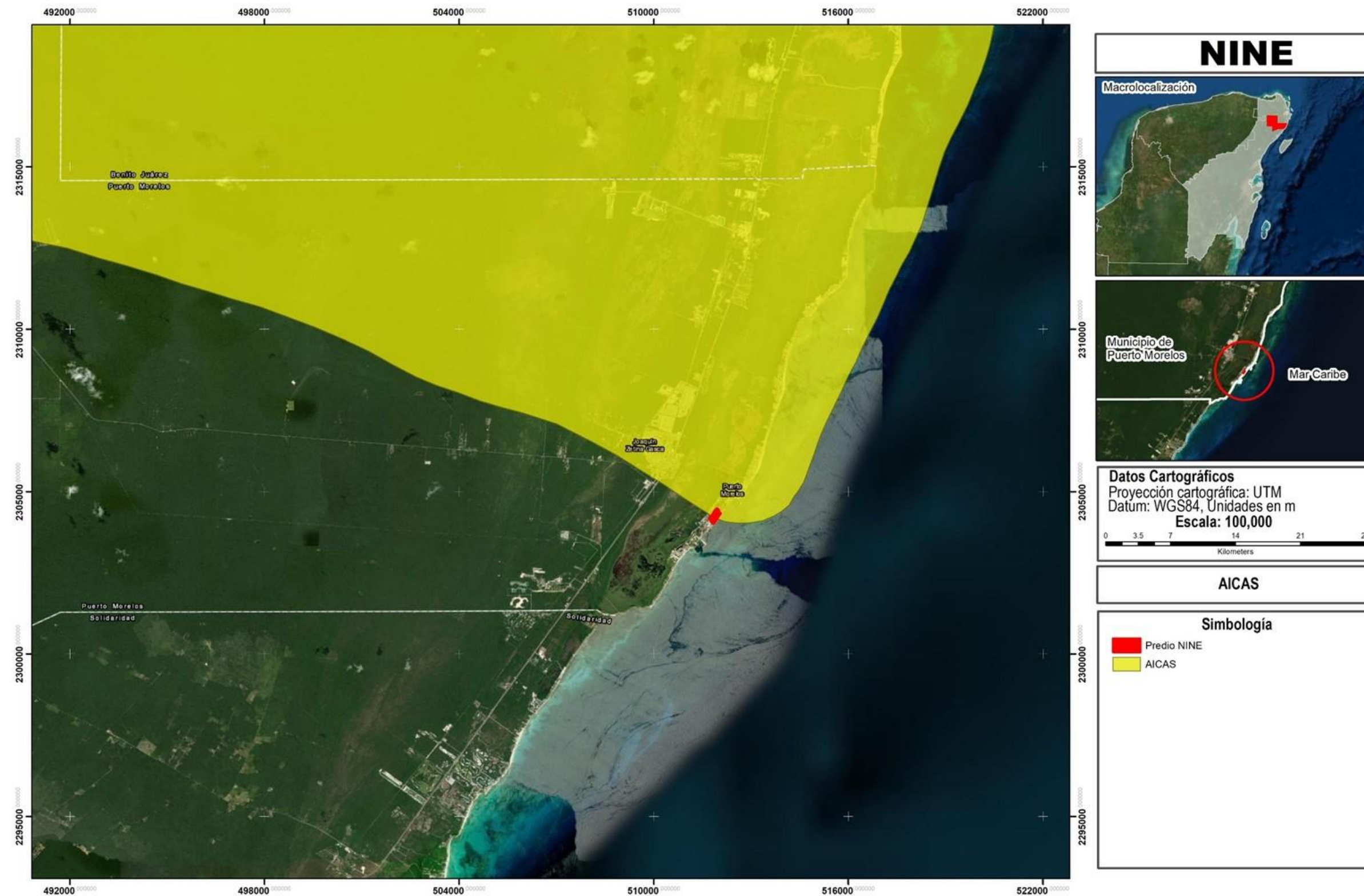


Figura 58 Ubicación del SAR y pedio del proyecto con respecto a las AICA más cercanas

### III.4. Normas oficiales mexicanas

Este marco jurídico está sustentado en la Ley Federal de Metrología y Normalización, la cual es de orden público y rige a nivel nacional. Y, de acuerdo con esta Ley, en su artículo 3, fracción XI, las normas oficiales mexicanas implican “la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes, ..., que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, ...”. (el subrayado es nuestro)

Respecto al tema ambiental, la Ley indica que las normas oficiales mexicanas (NOM) deben tener la finalidad de indicar las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos que permitan proteger y promover el mejoramiento del medio ambiente y los ecosistemas, así como la preservación de los recursos naturales. Por lo que, con esta finalidad, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos a emitido una serie de NOM comprendiendo diferentes aspectos ambientales, como la calidad del agua, calidad de las descargas de aguas residuales, calidad del aire, generación de ruido, emisión de contaminantes por fuentes móviles y fijas a la atmósfera, clasificación de residuos, protección de la flora y fauna silvestre, entre otras.

La observancia y aplicación de las NOM depende de las obras, actividades, metodologías a emplearse durante el desarrollo de los proyectos y de características ambientales del área donde se desarrollará. Considerando la naturaleza del proyecto que nos ocupa, cobra relevancia la observancia, y en un momento dado la aplicación, de siete NOM, pero de entre ellas resulta relevante la NOM-022-SEMARNAT-2003. A continuación, se mencionan y vinculan con la naturaleza del proyecto descrita en el capítulo II de la presente MIA-P.

#### III.4.1. NOM-022-SEMARNAT-2003

Considerando que en el predio existe un relicto de humedal con vegetación de mangle, resulta relevante tener muy en cuenta las especificaciones establecidas en la NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en



### Capítulo III

zonas de manglar; así como del acuerdo que adiciona la especificación 4.43 a esta NOM, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 07 de mayo de 2004, ya que se trata de una norma obligatoria y restrictiva tendiente a la protección de este tipo de vegetación. Esta regulación estipula en su introducción particularidades de consideración para este proyecto. Entre ellas desatacan las siguientes:

*0.1 Que la definición internacional de humedal costero se basa en la integridad del ecosistema, que incluye la unidad fisiográfica inundable y de transición entre aguas continentales, marinas y la comunidad vegetal que se ubica en ellas, así como las regiones marinas de no más de 6 m de profundidad en relación al nivel medio de la marea más baja.*

Es decir que se entiende como humedal la cuenca completa de los humedales de Puerto Morelos y no específicamente la porción en la que se encuentra el predio de interés.

*0.2 Que para efecto de esta Norma, se considerará humedal costero a la unidad hidrológica que contenga comunidades vegetales de manglar.*

Se entiende, para el caso que se analiza, que el humedal así definido corresponde, nuevamente, a la cuenca completa de los humedales de Puerto Morelos como unidad hidrológica que contiene comunidades vegetales, y no específicamente la porción aislada en la que se encuentra el predio.

*0.3 Que aplicando el principio precautorio y dada la falta de información referente a otros tipos de humedales como marismas, pantanos dulceacuícolas de bosque (zapotales, anonas, tazistales) o con vegetación herbácea emergente (tulares, popales), serán sujetos de Manifestación de Impacto Ambiental que incorporarán estudios de línea de base.*

Esta MIA-R incorpora, para el área del predio y para el Sistema Ambiental Regional definido, estudios de línea de base que soportan la viabilidad ambiental de la propuesta y que sirven de soporte para esta vinculación técnico-jurídica.

*0.5 Que se considere a cabalidad los servicios y funciones que los humedales costeros desarrollan, tanto por los estudios de impacto ambiental, así como en los*

### Capítulo III

*ordenamientos ecológicos, con el propósito de dimensionar los efectos negativos de alteraciones cercanas o a distancia por las actividades humanas y naturales.*

La MIA-R que se presenta considera a cabalidad los servicios y funciones que el humedal, en conjunto, desarrolla a efecto de valorar las obras y actividades que se pretenden en el contexto de un análisis diferenciado del Sistema Ambiental definido en el que se encuentra el terreno que acoge la propuesta.

*0.14 Que los manglares de diversas regiones del Caribe y del Pacífico Occidental se encuentran funcionalmente relacionados con los ecosistemas lagunares costeros, pastos marinos y corales, participando en los ciclos de vida de diversos organismos acuáticos, así como manteniendo la calidad del agua en los ecosistemas coralinos.*

A efecto de determinar la relación funcional entre la porción del humedal que ocupa el terreno y el ambiente marino se realizó un estudio geohidrológico (anexo) el que permitió definir los alcances ambientales de la propuesta proyectada y la que pretende la construcción de un hotel sobre una plataforma de concreto elevada a 3.2 m de la superficie del suelo soportada sobre pilas de concreto lo que permitirá mantener el flujo geohidrológico natural así como mantener la calidad del manglar colindante.

*0.16 Que el régimen de mareas determina la dinámica del estuario y la tasa de transporte de oxígeno que llega al sistema radicular. El movimiento de las mareas afecta la tasa de sedimentación e intercambio, y remueve los sulfuros tóxicos.*

El estudio geohidrológico realizado permitió determinar la influencia mareal en la porción del humedal que, eventualmente, ha de recibir el proyecto hotelero que se presenta.

*0.17 Cualquier actividad productiva deberá considerar a cabalidad los servicios y funciones que los humedales costeros desarrollan, en los Estudios de Impacto Ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos, con el propósito de dimensionar los efectos negativos de alteraciones cercanas o a distancia por las actividades humanas y naturales.*

### Capítulo III

Esta MIA-R presenta la construcción de un desarrollo turístico que es concordante con el uso turístico definido para el sitio, diseñado cumpliendo con los criterios ecológicos de los ordenamientos ecológicos vigentes y aplicables en la región, así como los parámetros de urbanización y requerimientos ecológicos fijados en el PDUCCPM.

Se consideran los servicios y funciones del humedal, en conjunto, tomando en cuenta su condición actual. Se valora la inserción de la propuesta dimensionando los impactos ambientales potenciales a generarse por la ejecución del proyecto sometido al procedimiento de evaluación. Por el desarrollo del proyecto no se afectarán individuos de mangle de ninguna especie.

Conforme a lo descrito y sustentado a lo largo del documento y lo que ha sido objeto de la MIA, se cuenta con una superficie previamente afectada y autorizada para su modificación sobre la cual se ha de construir y operar un hotel sin implicaciones a la preservación y conservación del humedal costero.

- I. El proyecto se vincula toda vez que, geográficamente, el proyecto se encuentra dentro de la cuenca del humedal costero de Puerto Morelos. Sin embargo, el área en la que se pretende llevar a cabo la construcción y operación del proyecto ya no forma parte de un área funcional de los procesos del humedal puesto que corresponde a una superficie cuyas características actuales son netamente terrestres dada la intervención realizada lícitamente conforme a lo indicado en los acuerdos No. 0558/2014, de fecha 19 de diciembre de 2014, No, 0561/2014, de fecha 15 de diciembre de 2014, y 0557/2014, de fecha 19 de diciembre de 2014, a través de las que se ordenó la conclusión y cierre de actuaciones de los procedimientos administrativos, en materia de impacto ambiental y forestal respectivamente, al no encontrar infracciones en razón de que las modificaciones a los ecosistemas presentes en los lotes 3, 5, 7 y 9, 31, 32 y 33 del predio (actualmente lote 1-01) por lo que fueron realizados de manera lícita por la propietaria inicial Caribe Paradise S.A. de C.V., al amparo de la autorizaciones en materia de impacto ambiental No D.O.O.DGOEIA.-005955, de fecha 15 de septiembre de 1999; No. S.G.P.A./DGIRA/DG/0082/08 del 11 de febrero de 2008 y No 03/ARRN/1222/08, de 12 de noviembre de 2008.

### Capítulo III

II. Que mediante el acuerdo número 0561/2014 de fecha 15 de diciembre de 2014, se ordenó la conclusión y cierre de las actuaciones del Procedimiento administrativo No PFPA/29.3/2C.27.5/0084-14, en virtud de que del acta de inspección de referencia no se desprende irregularidad alguna que pueda ser sancionada. Para ello se consideró que, si bien se circunstanció que la superficie de afectación por obras y actividades inspeccionadas en los lotes 31, 32, y 33 es de 7,254.50 m<sup>2</sup>, la cual se encuentra compactada con material pétreo y con vegetación secundaria oportunista e invasora, también se exhibió el oficio S.G.P.A./DGIRA/DG/0082/08, a través del cual la SEMARNAT autorizó en materia de impacto ambiental el desarrollo del proyecto Caribbean Reef Villages, así como el escrito relativo al aviso de inicio de obras y actividades con fecha de recepción por parte de PROFEPA el día 19 de noviembre de 2009, evidenciándose con ello que al momento de iniciar las actividades contaba con su autorización vigente. Además, no se circunstanciaron afectaciones recientes, puesto que al momento de la visita de inspección no se constataron trabajos o actividades de construcción recientes que implicaran la remoción de cobertura vegetal, *“advirtiendo que si bien hubo afectación, se derivó en primer lugar al amparo de una autorización ambiental otorgada por la autoridad federal normativa competente, ya que demostró fehacientemente contar con el oficio antes aludido y, en segundo término, la afectación que existió fue tendiente a desarrollar el multicitado proyecto, es decir, para las etapas de preparación del sitio, sin embargo, no se continuó con las obras de construcción ya que el capital no fue suficiente, tal y como lo señaló el inspeccionado al momento de la visita de inspección. Aunado a lo anterior, el inspector actuante plasmó que por las características físicas observadas se advierten que no son de reciente afectación, pues la superficie que se encuentra compactada con material pétreo se observó con vegetación secundaria oportunista e invasora”*.

III. Que mediante el acuerdo número 05558/2014 de fecha 19 de diciembre de 2014, se ordenó la conclusión y cierre de las actuaciones del Procedimiento administrativo No PFPA/29.3/2C.27.5/0084-14, por las obras y actividades efectuadas en los lotes 3, 5, 7, y 9, toda vez que circunstanció compactación con material pétreo y con vegetación secundaria oportunista e invasora en 10,133.98

### Capítulo III

m<sup>2</sup>, determinando que no era reciente, mismas que tuvieron efecto en el mes de marzo de 2001 y fueron realizadas al amparo de la autorización en materia de impacto ambiental No. D.O.O.DGOEIA-005955, de fecha 15 de septiembre de 1999; por lo que se acordó el cerra total y definitivamente del procedimiento instaurado en materia de impacto ambiental, por no encontrar irregularidades que pudieran constituir infracciones a la legislación en materia de impacto ambiental.

- IV. Que mediante el acuerdo No. 0557/2014, de fecha 19 de diciembre de 2014 se ordenó la conclusión y cierre de las actuaciones del Procedimiento administrativo No PFPA/29.3/2C.27.2/0135-14 en materia de cambio de uso de suelos en terrenos forestales por las obras y actividades realizadas en los lotes 3, 5, 7, 9, 31, 32 y 33, toda vez que se constató que en el área de inspección se habían realizado actividades como parte de la preparación del sitio consistentes en la remoción de la cobertura vegetal forestal perteneciente a un ecosistema costero (vegetación secundaria de matorral costero) y duna costera, cubriendo una superficie de 17,392.48 m<sup>2</sup>. Dadas las condiciones en que se encontraban los lotes involucrados en la visita, se consideró que las actividades de remoción de la vegetación no eran recientes, informándose que la actividad había sido llevada a cabo en marzo del 2001, y que el área se encontraba compactada con material pétreo y con crecimiento de vegetación secundaria oportunista e invasora.

Para demostrar la legalidad de las actividades de remoción de la vegetación forestal efectuada en los lotes 3, 5, 7, 9, 31, 32 y 33, motivo de la visita de inspección, se exhibió la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales 03/ARRN/1222/08-04990, de fecha 12 de noviembre de 2008 correspondiente al proyecto “Caribbean Reef Village”, emitida por la Unidad de Aprovechamiento y Restauración de Recursos Naturales de la Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Quintana Roo. Así como, se retomó la resolución administrativa del recurso de revisión RR/00769/DGIVF/2012, emitida el 15 de marzo de 2013, donde se resuelve la nulidad lisa y llana de la resolución, en virtud de que las obras y actividades inspeccionadas y que implicaron el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, fueron realizadas al

### Capítulo III

amparo de la autorización en materia de impacto ambiental No. D.O.O.DGOEIA-005955, de fecha 15 de septiembre de 1999, y que la remoción de la vegetación se había realizado desde marzo de 2001. Tomando en cuenta que la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable había entrado en vigor el 25 de marzo de 2003, se dictaminó que no era aplicable a las obras y actividades iniciadas en el 2001. Por lo anterior se concluye que las actividades efectuadas en los lotes inspeccionados eran permitidas por la normatividad aplicable, no encontrando conducta alguna de carácter coactivo infringido ni elemento típico de prohibición a la conducta. Por lo anterior, se ordenó el cierre total y definitivo del procedimiento administrativo.

En este contexto, para la fase de la preparación de sitio se considerarán las previas intervenciones antropogénicas y para la valoración de las fases constructiva y de operación del proyecto hotelero se prevén medidas preventivas. En función de lo anterior, se establece que el proyecto que se pretende a de utilizar el área previamente afectada de 1.73 ha más las áreas de gramíneas y matorral costero de 2.67 ha para alcanzar las 4.41 ha máximas de modificación del suelo.

Lo anterior hace ver que ya no se está en posibilidad de afectar más la unidad hidrológica integral que contenga comunidades vegetales de manglar, ya que el proyecto implica la construcción y operación de un hotel sobre una plataforma piloteada que no afecta la permeabilidad del suelo debido a su diseño sobre pilas de concreto que soportan una plataforma de concreto que sobresale 3.2 m de la superficie del suelo; por lo que no habrá cambios en los flujos existentes ni en la permeabilidad.

Así, y aún modificado previamente, el suelo mantendrá la capacidad de infiltración y no se interferirá con el flujo geohidrológico superficial ni subterráneo de la unidad hidrológica en la que se pretende este proyecto.

En relación con la preservación, conservación y aprovechamiento sustentable de los humedales costeros se ratifica, en este contexto, que el proyecto conservará las 3.2 ha de manglar que equivale al 100% de este tipo de vegetación en el terreno.

**Vinculación de las actividades del proyecto con las especificaciones de la NOM-022- SEMARNAT-2003.**

## Capítulo III

### 1. Especificaciones

*El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad de este, para ello se contemplarán los siguientes puntos:*

- *La integralidad del flujo hidrológico del humedal costero;*
- *La integralidad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental;*
- *Su productividad natural;*
- *La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas;*
- *Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;*
- *Integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales;*
- *Cambio de las características ecológicas;*
- *Servicios ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en estatus, entre otros).*

#### **Vinculación:**

En relación con los puntos de garantía que esta norma establece en la definición para asegurar la integralidad del humedal, la actividad se ciñe a la norma bajo los siguientes planteamientos:

- La integralidad del flujo hidrológico del humedal costero;

### Capítulo III

Los resultados del estudio geohidrológico demuestran que estructuralmente no se han podido reconocer, en superficie, escorrentías importantes. Sin embargo, el apoyo de información de las secciones geoelectricas realizadas en la zona reveló que el gradiente hidráulico es mayor hacia la costa que hacia los humedales, sin embargo, como no corre libremente por los intersticios granulares de la calcarenita este gradiente se observa que fluye hacia los humedales en donde la influencia de la marea, que es continua y de menor tiempo, provoca el movimiento del manto freático día con día.

Con el análisis anterior, se puede definir el comportamiento del flujo de agua subterránea bajo el predio a través de la identificación indirecta de estructuras geológicas subterráneas con condiciones favorables para permitir el libre flujo del agua siendo éste, principalmente, en dirección Noreste-Suroeste. Lo anterior significa que, el proyecto que se propone sobre una plataforma piloteada no ha de afectar, en ningún sentido, este flujo subterráneo entre el humedal y el mar con lo cual se asegura, precisamente, la integralidad del funcionamiento hidráulico y la relación existente, entre el segmento analizado del humedal costero y el mar Caribe.

Este plano geológico estructural de la zona de interés presenta los resultados obtenidos mostrando las salidas de agua, es decir la relación del humedal, hacia el mar.

Por otra parte, en el contexto de la cuenca completa del humedal costero se observa que se han realizado obras que sí representan barreras al flujo y reflujos superficiales. Esta observación es relevante porque, *de facto*, se establecen condiciones no naturales en el sitio en el que se promueve las obras y actividades objeto de esta MIA- R.

La Figura 12 muestra los caminos que segmentan la cuenca del humedal costero, su cierre al norte por una obra de gran envergadura y los taponamientos que se presentan a lo largo de la línea costera también consecuencia de obras y actividades humanas que están fuera del alcance geográfico y de la conservación de la cuenca relacionados con este proyecto.

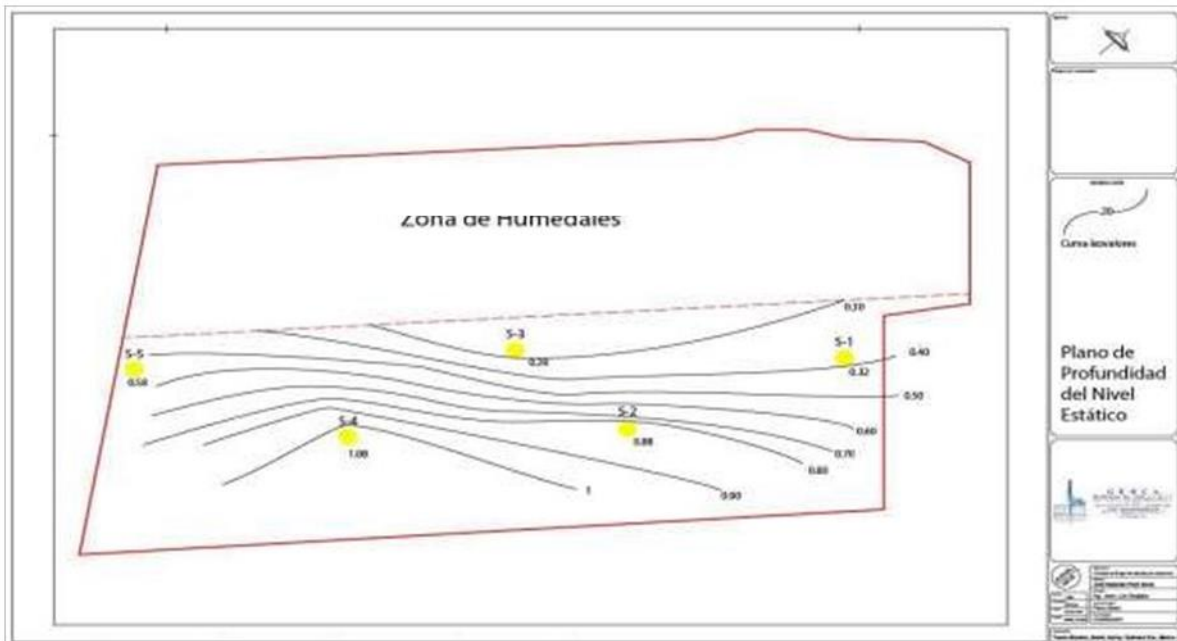
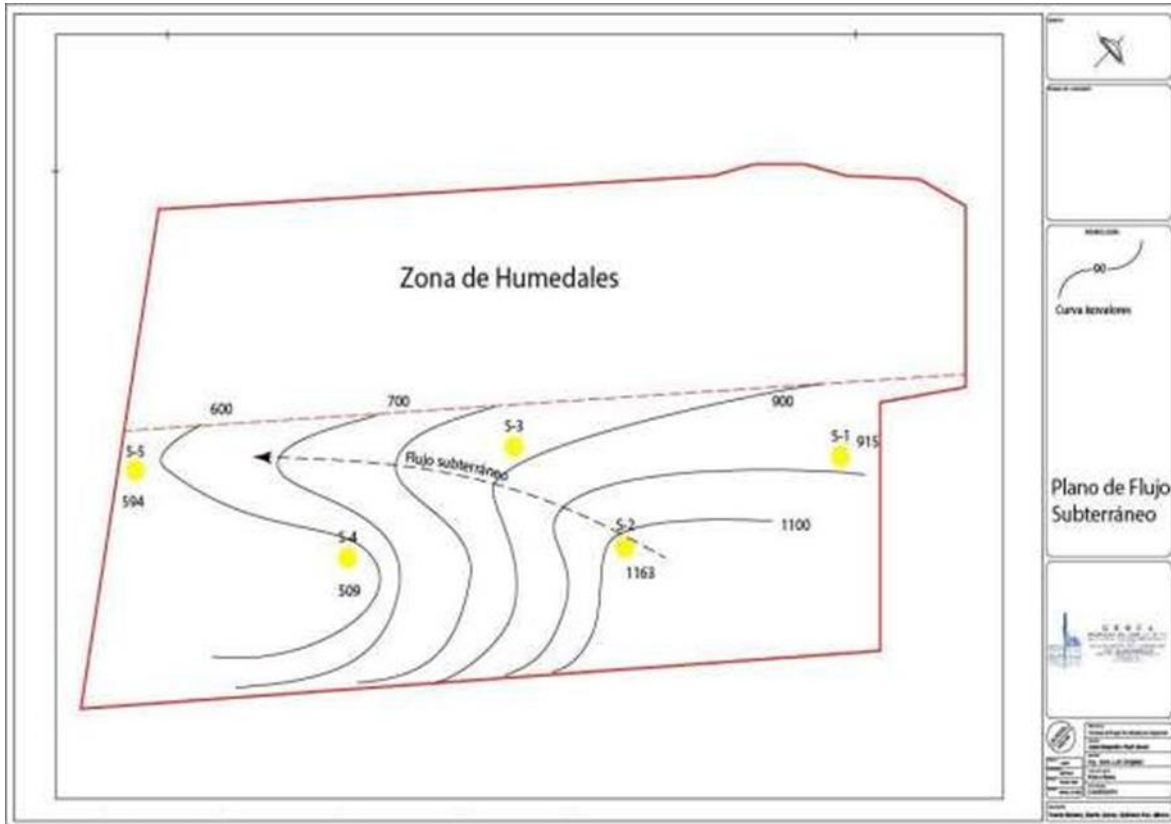




Figura 59 Cuenca de manglar dentro del Sistema Ambiental Regional, en el que se presentan fronteras de flujo nulo derivado de los caminos de acceso (flechas amarillas)

La imagen anterior muestra como la cuenca de manglar “Humedales de Puerto Morelos” ha sido seccionada por caminos de acceso a la playa. Esto da como resultado un cambio en el sistema de flujo superficial ya que se interrumpe a causa de los bordos o escalones que pueden verse superados por el flujo laminar sólo en situaciones extraordinarias y en las zonas donde los caminos tengan cotas menores a las inundaciones comunes.

En particular, el predio se inserta en una zona con presencia de caminos paralelos a la playa que funcionan como barreras de flujo para el agua determinando el movimiento e intercambio superficial lo que elimina el paso directo del agua hacia el frente costero. En la gráfica de profundidad del nivel estático se observa que las curvas de isovalores reflejan la profundidad del manto freático perfectamente a la topografía natural del terreno mostrando la parte más alta en donde se encuentra mayor profundidad, desplazándose las curvas de menor profundidad hacia el poniente hasta donde aflora al nivel del humedal. En la gráfica del flujo subterráneo se observa que este se desplaza de noroeste a suroeste, siguiendo la morfología del terreno hasta llegar a los niveles del humedal.



### Capítulo III

En virtud de la evidencia arrojada por los estudios realizados, se puede determinar que el proyecto, al estar construido sobre una plataforma elevada a 3.2 m de la superficie del suelo por pilas de concreto armado, no será causal de afectaciones ni de interferencias que pudieran afectar los flujos del humedal costero en un grado superior al actualmente existente.



Figura 60 Imágenes que muestran el sistema constructivo que será empleado en la construcción del proyecto

Por lo antes dicho, el método constructivo planteado en el capítulo II de esta MIA-R permite inferir que, por el hincado de 470 pilas, sobre las que se pretende la construcción de una plataforma elevada en la que se insertarán los módulos hoteleros y su infraestructura, más las áreas de conservación, que implican el 60.8% del terreno, el proyecto mantendrá los flujos superficiales y subterráneos del sistema geohidrológico en un 85.8 % del terreno.

- La integralidad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental;

El concepto de integralidad, en este caso, parte de que el ecosistema costero que comprende la cuenca del humedal, así como la plataforma continental que es la superficie del fondo submarino cercano a la costa no carecen, en conjunto, de ninguna de sus partes, es decir que el sistema es íntegro.

### Capítulo III

En particular, para el caso que nos ocupa, y de acuerdo con la condición ambiental existente en el sistema ambiental delimitado (Cap IV de esta MIA-R), el ecosistema no es integérrimo ni en la escala propia del predio ya que se observan segmentaciones e intervenciones humanas. Esta condición que, si bien ha implicado la resta o disminución de partes, no han modificado, aún, los macro procesos naturales del sistema.

Estas intervenciones van desde la ampliación de la traza urbana de Puerto Morelos como la zona costera de Puerto Morelos a la playa y, desde luego, la presencia de una barrera infranqueable para los vertebrados terrestres que es la carretera federal 307, la cual en su concepto constructivo es antigua y no consideró drenajes para las escorrentías superficiales ni pasos de fauna.

Por otra parte, la presencia de caminos costeros segmenta el humedal. Éstos implican restricciones a los flujos del agua superficial, bloquean la conexión al mar, disminuyen el flujo de los nutrientes lo que en conjunto implica además de la pérdida de la vegetación la degradación del humedal. Estas interrupciones del flujo superficial repercuten, también, en los gradientes de salinidad mismos que son un factor determinante y limitante para la distribución y abundancia de las comunidades vegetales y animales dentro del humedal.

Se observan, al norte del humedal, intervenciones de gran tamaño que implican taponamientos y la eliminación de intercambio de procesos en la cuenca del humedal de Puerto Morelos.

En este contexto resulta que, de manera particular, la construcción y operación del proyecto que se pretende no afectará la integralidad del ecosistema en el que se pretende en virtud de que el ecosistema, aunque funcional, carece ya de partes entendidas éstas como procesos y espacios naturales que formaron antes parte de un todo. La siguiente imagen ilustra el grado de fragmentación de la cuenca del humedal de Puerto Morelos.



Figura 61 Grado de fragmentación de la cuenca del humedal de Puerto Morelos

En la zona afloran depósitos carbonatados del Cuaternario. Los depósitos sedimentarios que afloran en superficie están representados por una unidad de calcarenitas biogénicas semiconsolidadas con estratos laminares con suelo arcilloso calcáreo. En estratos inferiores se presentan sedimentos de playa, representado por arenas calcáreas muy deleznable y, más profundo se encuentra roca caliza de color crema con abundantes fósiles de braquiópodos del cuaternario, semejante al primer horizonte superior Felipe Carrillo Puerto.

Las direcciones de flujo y la geología local del predio muestran una convergencia de flujo subterráneo hacia la línea de costa; sin embargo, pueden ser identificados como flujos locales en dirección NW-SE.

El agua subterránea que circula por debajo del predio lo hace a través de fracturas, conductos de disolución y planos de estratificación en un medio calcáreo constituido por calcarenitas; por lo que, la construcción del hotel y sus elementos que lo integran sobre la superficie previamente afectada del predio, con un diseño constructivo a base de una

### Capítulo III

plataforma piloteada, no implica afectación a este proceso por lo que no se incide sobre los procesos del humedal.

Por otra parte, y en relación con la integralidad del flujo hidrológico en la cuenca del humedal, se observa, en el contexto fisiográfico, que se han realizado caminos que sí representan barreras al flujo y reflujo hidrológico superficial. Para la construcción y operación del proyecto que se pretende, no se implica en este espacio geográfico que forme parte de la cuenca del humedal costero al localizarse en la zona costera proximal, por lo que no interfiere en la integralidad del flujo hidrológico del humedal como conjunto íntegro.

El proyecto hotelero que se propone, sobre una plataforma piloteada, no se encuentra en posibilidad de afectar, interferir, ni de deteriorar, en un grado superior al existente, el flujo hidrológico del humedal costero.

Se concluye que la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto, no representan riesgos adicionales a la integralidad de la cuenca.

- Productividad natural primaria

Este apartado de la NOM-022-SEMARNAT-2003 se refiere a la productividad primaria del humedal costero. Si bien este proceso en el contexto de la conservación de los humedales es relevante, por la posición geográfica del terreno que nos ocupa, así como las dimensiones y características del hotel que se propone, no le es aplicable. Lo anterior en virtud de que la definición 3.36 “Humedales costeros” de la NOM-022- SEMARNAT-2003, establece: Ecosistemas costeros de transición entre aguas continentales y marinas, cuya vegetación se caracteriza por ser halófito e hidrófito, estacional o permanente, y que dependen de la circulación continua del agua salobre y marina. Asimismo, se incluyen las regiones marinas de no más de 6 m de profundidad en relación con el nivel medio de la marea más baja.

Por lo anterior, y en virtud de que el área donde se pretende el proyecto se encuentra desprovista de vegetación con desarrollo aislado de vegetación rastrera y matorral costero no le es aplicable el concepto.

### Capítulo III

La productividad primaria sería, en todo caso, analizada en función y contexto geográfico de la cuenca del humedal, lo que reflejaría su condición ecofisiológica. A pesar del vacío de información existente para el sitio es posible realizar el análisis de esta garantía de acuerdo con la información conocida como se expone a continuación:

La productividad primaria se establece como la cantidad de materia orgánica producida mediante la fotosíntesis en un área y tiempo determinados. Se expresa en términos de energía acumulada (calorías  $\text{ml}^{-1} \text{ día}^{-1}$  o en calorías  $\text{ml}^{-1} \text{ hora}^{-1}$ ) o bien en términos de materia orgánica sintetizada (gramos  $\text{m}^{-2} \text{ día}^{-1}$  o  $\text{kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ), es decir, define incremento de biomasa (o energía bioquímica almacenada) por unidad de superficie o volumen por unidad de tiempo. De esta forma se establece que la producción de hojas, su crecimiento y su caída es un proceso indicador de la biomasa.

En las plantas, la producción de hojas (biomasa) y su caída en forma de hojarasca está influenciada por múltiples factores como los cambios fisiológicos y los tensores naturales y artificiales. Tovilla y De la Lanza (1999), en estudios realizados en México con la especie *Conocarpus erectus*, encontraron variaciones significativas dentro del período analizado con los mínimos en enero y febrero y los mayores registros en junio y julio, observándose una periodicidad en la producción y cada 6 meses un pico elevado de ella. La producción media diaria fue de  $2,59 \text{ g m}^{-2}$ , coincidiendo con los valores obtenidos por Pool *et al.* (1975), para esta especie en bosques de manglar del sur de la Florida y Puerto Rico y por Tovilla y De la Lanza (1999) en el Pacífico mexicano para *Conocarpus erectus*. Estos autores reportaron una productividad media mensual para *Conocarpus erectus* de  $79.05 \text{ g m}^{-2}$  y de  $140$  y  $200 \text{ g m}^{-2}$  mensual para *Rhizophora mangle*.

Esta información, trasladada a la cuenca del humedal de Puerto Morelos implica que, así estimada, la productividad primaria se encuentra entre  $60$  y  $80 \text{ g m}^{-2}$ .

Para el caso del sistema ambiental determinado para este trabajo, en función de las fronteras de no flujo existentes y ya previamente argumentadas y analizadas bajo el estudio geohidrológico, se obtiene que la productividad primaria puede estimarse entre  $32$  y  $35 \text{ g m}^{-2}$ .

Adicionalmente a lo anterior, Jorge López Portillo y Exequiel Ezcurra, en la publicación *Los manglares de México: una revisión* (Madera y Bosques Número especial, 2002:27-

### Capítulo III

51) indican, en lo relativo a la productividad de los manglares, que “En México se han hecho estudios de producción de hojarasca, en el Golfo de México por Rico (1979), Rico y Lot (1983), López Portillo y Ezcurra (1985) y Day et al. (1988). En la costa del Pacífico dichos estudios han sido publicados por Flores et al. (1987), Ramírez (1987) y Hernández y Espino (1999); probablemente hay otros estudios descritos en tesis profesionales a las que no se tuvo acceso. La zona del Caribe carece de tales estudios. Rico (1979) estudió un bosque de manglar mixto (de tipo cuenca de acuerdo con la clasificación de Lugo y Snedaker, 1974) en una laguna costera en Veracruz y registró una caída media de hojarasca  $2.80 \text{ g m}^{-2} \text{ día}^{-1}$  ( $1\ 025 \text{ g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$ ). López Portillo y Ezcurra (1985) estudiaron un manglar monoespecífico de *Avicennia germinans* en la Laguna de Mecoacán, Tabasco, en una planicie lodosa (clasificación de Thom, 1967) encontrando una caída media de  $1.68 \text{ g m}^{-2} \text{ día}^{-1}$  ( $614 \text{ g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$ ). Day et al. (1988) determinaron que la caída de hojarasca fue de  $835 \text{ g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$  en una orilla dominada por *Rhizophora* y  $1,252 \text{ g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$  en un manglar ribereño (*sensu* Lugo y Snedaker, 1974) con *Avicennia germinans* como especie dominante.

Tabla 41 Caída promedio de hojarasca en manglares según Twiller et al. (1986)

<b>Tipo de manglar</b>	<b>Total ½ anual de recambio de agua</b>	<b>Hojarasca +- EE (g m<sup>2</sup>-1)</b>
<b>Manglares enanos</b>	Muy bajo	186 +-55
<b>Manglares de cuenca mixtos</b>	Intermedio	835+-61
<b>Manglares de orilla</b>	Alto	900+-72
<b>Manglares riparios</b>	Muy alto	1298+-101

Así, la productividad primaria en el área del predio que será intervenida es o tiende a cero. Lo anterior en virtud de que el área del relicto de mangle dentro del terreno estará bajo conservación.

Esta conclusión es importante porque, precisamente, el objeto de esta NOM es la preservación del manglar como comunidad vegetal y en el área que será intervenida por la cubierta de ésta es inexistente.



### Capítulo III

Así, a la luz de esta MIA-R, la autoridad normativa al evaluar este documento está en posibilidad de determinar con certeza que, por la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto, no se implica, en ningún momento, la afectación o posibilidad de daño a la integralidad del manglar en el sentido de incidir negativamente en su productividad natural.

- La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas

Este concepto es aplicable, primordialmente, a las áreas naturales protegidas. El caso que ocupa este humedal es distinto en particular por la regulación urbana que grava al predio de interés a través de la actualización del PDUCPPM, que lo zonifica como TH1, y la MPOELBJ, que le asigna una política de aprovechamiento sustentable; por lo que, vale decir que el concepto de carga natural para turistas, en este caso, se ciñe, obligatoriamente, a los usos y destinos del suelo cuyas especificaciones, en lo relativo a la capacidad territorial para recibir e integrar un proyecto turístico se definen, con toda precisión, en la actualización del PDUCPPM.

No obstante, a lo antes expresado, la capacidad de carga en Puerto Morelos ha quedado establecida en el PDUCPPM, mismo que indica que para el uso TH1, la carga es de 80 habitantes por hectárea y 50 cuartos por hectárea. Por otro lado, la MPOELBJ indica específicamente a lo correspondiente a densidades, alturas y carga constructiva entre otros lineamientos y parámetros netamente urbanísticos a lo que establezcan los Programas de Desarrollo y/o parciales de Desarrollo Urbano.

Así, en el contexto de la intervención que se pretende en esta MIA, se analiza la presencia de un hotel de 407 habitaciones con una carga máxima de afluencia de 652 turistas en una ocupación del 100% por día. No obstante, por lo anteriormente expresado, se asume que la *estimación capacidad de carga natural del ecosistema para turistas* de este proyecto que se desarrolla bajo los lineamientos y especificaciones principalmente del PDUCPPM es una condición que no implica la merma de otras posibilidades de carga de las porciones, aún funcionales, de los humedales de Puerto Morelos ya que estos turistas no son usuarios de los recursos del humedal.

- Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje.

### Capítulo III

Partiendo de los estudios ecológicos previamente realizados mediante muestreos por medio de bandeo y observaciones no sistemáticas, y que también se utilizaron para soportar esta MIA en lo referente a la presencia de distintas especies de aves, se está en la posibilidad de evaluar aspectos poblacionales y relacionar los cambios de hábitat con la abundancia y diversidad de las especies, lo cual permite definir áreas de anidación, reproducción, refugio y alimentación para este grupo taxonómico.

El sitio para el proyecto propuesto al sur y este del predio es utilizado eventualmente por aves playeras y lagartijas. Fuera de estos grupos no se encuentra una alta diversidad de fauna silvestre, lo cual puede obedecer a la total ausencia de vegetación arbórea y arbustiva en el área de desplante del proyecto, así como a las afectaciones existentes en áreas aledañas al predio del proyecto, empezando por la barrera que representa el boulevard El Cid.

Esta condición se mantendrá exactamente igual ya que, como se ha indicado a lo largo del documento, la actuación no considera ninguna intervención sobre el relicto de humedal con vegetación de mangle.

La condición anterior es particularmente relevante en el contexto de esta especificación de la Norma ya que la ausencia de una población estable como depredador ubicado en la cúspide de la cadena trófica, implica, a su vez, la ausencia de peces, aves y mamíferos, lo que permite considerar legítimamente que el sitio se encuentra fragmentado en todas sus partes. Al mismo tiempo, puede considerarse como un indicador de que el sitio no corresponde a un ecosistema bien conservado y con relevancia para la anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje.

En cuanto a la avifauna, el estudio realizado arrojó la presencia de un total de 17 especies que pertenecen a 16 géneros y 15 familias en las áreas de estudio de manglar colindante, así como en la franja costera. En total se avistaron 142 ejemplares, siendo la gaviotilla (*Charadrius vociferus*) la de mayor abundancia con el 18.31% de los individuos totales observados, seguida de la gaviota (*Thalasseus maximus*) con el 13.38% y el tirano pirirí (*Tyrannus melancholicus*) con el 10.56% del total observados.

### Capítulo III

Tabla 42 Identificación de especies de fauna silvestres en el predio y en el sistema ambiental del predio del proyecto

No.	Familia	Nombre común	Especies	Abundancia (no.)	Proporción (%)
1	Ardeidae	Garza azul	<i>Egretta caerulea</i>	1	0.70
2		Garza blanca	<i>Egretta thula</i>	1	0.70
3	Caprimulgidae	Chotacabras	<i>Chordeiles acutipennis</i>	3	2.11
4	Charadriidae	Gaviotilla	<i>Charadrius vociferus</i>	26	18.31
5	Columbidae	Paloma de collar	<i>Streptopelia decaocto</i>	7	4.93
6	Fregatidae	Fragata tijereta	<i>Fregata magnificens</i>	6	4.23
7	Hirundinidae	Golondrina	<i>Progne subis</i>	11	7.75
8	Icteridae	Tordo cantor	<i>Dives dives</i>	10	7.04
9		Zanate mayor	<i>Quiscalus mexicanus</i>	13	9.15
10	Mimidae	Cenzontle tropical	<i>Mimus gilvus</i>	9	6.34
11	Pandionidae	Águila pescadora	<i>Pandion haliaetus</i>	1	0.70
12	Parulidae	Chipe charquero	<i>Parkesia noveboracensis</i>	2	1.41
13	Pelecanidae	Pelicano	<i>Pelicanus occidentalis</i>	6	4.23
14	Picidae	Carpintero chejé	<i>Melanerpes aurifrons</i>	4	2.82
15	Sternidae	Gaviota	<i>Thalasseus maximus</i>	19	13.38
16	Tyrannidae	Luis bienteveo	<i>Pitangus sulphuratus</i>	8	5.63

### Capítulo III

No.	Familia	Nombre común	Especies	Abundancia (no.)	Proporción (%)
17		Tirano pirirí	<i>Tyrannus melancholicus</i>	15	10.56

En el predio, en particular, la distribución y abundancia de aves resultó diferenciada, en la zona fragmentada se observó una baja diversidad y abundancia de individuos, tal vez debido a las condiciones de poca protección que ofrece el predio, ya que esta zona ha sido desmontada y parcialmente nivelada con material pétreo. Asimismo, se consideran los factores de alta radiación solar e intensidad del viento. Además de que las especies encontradas corresponden de manera evidente con aquellas que son propias de las zonas costeras como son pelicanos, playeritos, gaviotas, etc. En contraste, con la zona de manglar de la zona oeste del predio, con inferencia del área de influencia, mostró menor abundancia de aves y se identifican aves de ambientes perturbados como zanate (*Quiscalus mexicanus*) y cenizote tropical (*Mimus gilvus*), los que fueron observados constantemente sobrevolando y perchando en el predio de estudio.

- Integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales;

Como se mencionó con anterioridad, el estudio geohidrológico realizado establece que en la superficie del terreno sobre el cual se plantean las intervenciones no se reconocen lineamientos ni escorrentías en superficie. Las secciones geoelectricas realizadas permiten inferir una red de fracturamiento subterráneo con una dirección preferencial al noreste hacia la línea de costa y una más al noroeste que descarga hacia el sur en el mar situación que implica una interacción funcional entre el humedal costero y la zona marina y, consecuentemente, con los corales ahí presentes.

El estudio realizado permite definir el comportamiento del flujo de agua subterránea bajo el predio a través de la identificación indirecta de estructuras geológicas subterráneas cuyas condiciones sí permiten el libre flujo del agua siendo éste, principalmente, en dirección noreste-suroeste. Lo cual involucra que la actuación

### Capítulo III

superficial planteada no implicaría la afectación al flujo subterráneo identificado entre el humedal y el mar.

Por otra parte, los registros electrónicos del nivel del agua indican que el comportamiento de la marea es similar al del potencial hidráulico de los barrenos exploratorios con un desfase o tiempo de retraso no mayor a 40 minutos y que el sensor instalado en la zona de manglar no muestra una correspondencia con las fluctuaciones de la marea y que existe una tendencia de disminución del potencial hidráulico en el tiempo. Lo cual significa que hidráulicamente no existe conexión (entre el manglar y el acuífero) toda vez que el estudio muestra en particular que el mangle yace sobre sedimentos calcareníticos semipermeables que no permiten la rápida absorción del agua en humedal, quedando 12 cm de tirante de agua arriba del nivel freático como se observó en el estudio geohidrológico y que los humedales no tienen influencia de las mareas y el acuífero. En cuanto al flujo subterráneo, se observa que este se desplaza de noroeste a suroeste, siguiendo la morfología del terreno hasta llegar a los niveles del humedal.

En función de la información técnica específicamente obtenida para el sitio de intervención se puede determinar que, en el contexto de las obras y actividades que se pretenden, no se implica ni compromete la integralidad del flujo ya que siendo que el proyecto se soporta sobre pilas no se interrumpe el flujo del agua subterránea y, por ello tampoco se afectan las interacciones funcionales entre el humedal costero, la zona marina y los corales.

- Cambio de las características ecológicas

Los cambios de las características ecológicas de un sitio determinado ocurren en dos vertientes: las naturales que ocurren por fenómenos naturales estocásticos que pueden ser, o no, catastróficos y que ocurren con más o menor frecuencia, como es el caso de huracanes, así como por afectaciones causadas por el hombre.

El humedal de Puerto Morelos se encuentra sujeto a distintas presiones que han incidido en la composición y distribución de los diversos ambientes que lo componen. Desde la perspectiva antropogénica, la cuenca presenta actualmente modificaciones diversas. Destacan, por su importancia en relación con las variaciones de las características ecológicas, las construcciones hoteleras con amplias excavaciones o formadores de

### Capítulo III

taponamientos que han modificado las salidas de agua y la conectividad de este humedal con los manglares del sistema y los caminos. De estos últimos, el seccionamiento del macizo forestal continental que representa la carretera federal 307 y, caminos que le seccionan de este a oeste y que constituyen barreras para el flujo hidráulico superficial y en mayor o menor medida para la fauna silvestre terrestre.



Figura 62 La división norte-sur con respecto al macizo forestal continental que imprime la carretera federal 307 y los caminos de acceso a la playa

El sitio de interés se encuentra, a su vez, seccionado del humedal costero y el flujo hidrológico superficial modificado, por tres barreras hidrológicas, tal y como se muestra en la siguiente figura.



Figura 63 Imagen que muestra los caminos que seccionan el espacio natural en el humedal de Puerto Morelos aledaño al predio del proyecto

En este contexto, el predio se encuentra embebido en un sitio costero modificado en el que se plantean las intervenciones para la construcción y operación de un hotel objeto de esta MIA regional.

A nivel de predio no pueden esperarse cambios adicionales a los descritos en el contexto de este humedal costero. Lo anterior con base en que, al momento que se presenta esta MIA las condiciones naturales del espacio que se ha de intervenir son nulas. La vegetación es secundaria ya que la original fue removida al amparo del resolutivo de cambio de utilización de terrenos forestales número 03/ARRN/1222/08 otorgado por la SEMARNAT el día 12 de noviembre de 2008. Así como por lo indicado en los acuerdos de fecha 18 de septiembre de 2014, mediante los que se resolvió precedente dar por terminado el procedimiento administrativo PFPA/29.3/2C.27.5/0079-14, al no encontrar infracciones en razón de que las modificaciones a los ecosistemas presentes en los lotes 3, 5, 7 y 9 que conforman el predio fueron realizados de manera lícita por la propietaria inicial Caribe Paradise S.A. de C.V., al amparo de la autorización condicionada en materia de impacto ambiental No D.O.O.DGOEIA.-005955, de fecha 15 de septiembre de 1999. Adicionalmente, se concluyó que las modificaciones existentes en lo lotes 31, 32

### Capítulo III

y 33 fueron realizados en 2009 al amparo de la autorización No S.G.P.A./DGIRA/DG/0082/08, de fecha 11 de febrero de 2008.

Como resultado, la PROFEPA, mediante el acuerdos No. 0558/2014, de fecha 19 de diciembre de 2014, No, 0561/2014, de fecha 15 de diciembre de 2014, y 0557/2014, de fecha 19 de diciembre de 2014, a través de las que se ordenó la conclusión y cierre de actuaciones de los procedimientos administrativos, en materia de impacto ambiental y forestal respectivamente, al no encontrar infracciones en razón de que las modificaciones a los ecosistemas presentes en los lotes 3, 5, 7 y 9, 31, 32 y 33 del predio (actualmente lote 1-01), respectivamente.

- ✓ Que mediante el acuerdo número 0561/2014 de fecha 15 de diciembre de 2014, se ordenó la conclusión y cierre de las actuaciones del Procedimiento administrativo No PFPA/29.3/2C.27.5/0084-14, en virtud de que del acta de inspección de referencia no se desprende irregularidad alguna que pueda ser sancionada. Para ello se consideró que, si bien se circunstanció que la superficie de afectación por obras y actividades inspeccionadas en los lotes 31, 32, y 33 es de 7,254.50 m<sup>2</sup>, la cual se encuentra compactada con material pétreo y con vegetación secundaria oportunista e invasora, también se exhibió el oficio S.G.P.A./DGIRA/DG/0082/08, a través del cual la SEMARNAT autorizó en materia de impacto ambiental el desarrollo del proyecto Caribbean Reef Villages, así como el escrito relativo al aviso de inicio de obras y actividades con fecha de recepción por parte de PROFEPA el día 19 de noviembre de 2009, evidenciándose con ello que al momento de iniciar las actividades contaba con su autorización vigente. Además, no se circunstanciaron afectaciones recientes, puesto que al momento de la visita de inspección no se constataron trabajos o actividades de construcción recientes que implicaran la remoción de cobertura vegetal, *“advirtiendo que si bien hubo afectación, se derivó en primer lugar al amparo de una autorización ambiental otorgada por la autoridad federal normativa competente, ya que demostró fehacientemente contar con el oficio antes aludido y, en segundo término, la afectación que existió fue tendiente a desarrollar el multicitado proyecto, es decir, para las etapas de preparación del sitio, sin embargo, no se continuó con las obras de construcción ya que el capital*



### Capítulo III

*no fue suficiente, tal y como lo señaló el inspeccionado al momento de la visita de inspección. Aunado a lo anterior, el inspector actuante plasmó que por las características físicas observadas se advierten que no son de reciente afectación, pues la superficie que se encuentra compactada con material pétreo se observó con vegetación secundaria oportunista e invasora”.*

- VI. *Que mediante el acuerdo número 05558/2014 de fecha 19 de diciembre de 2014, se ordenó la conclusión y cierre de las actuaciones del Procedimiento administrativo No PFPA/29.3/2C.27.5/0084-14, por las obras y actividades efectuadas en los lotes 3, 5, 7, y 9, toda vez que circunstanció compactación con material pétreo y con vegetación secundaria oportunista e invasora en 10,133.98 m<sup>2</sup>, determinando que no era reciente, mismas que tuvieron efecto en el mes de marzo de 2001 y fueron realizadas al amparo de la autorización en materia de impacto ambiental No. D.O.O.DGOEIA-005955, de fecha 15 de septiembre de 1999; por lo que se acordó el cierra total y definitivamente del procedimiento instaurado en materia de impacto ambiental, por no encontrar irregularidades que pudieran constituir infracciones a la legislación en materia de impacto ambiental.*
- VII. *Que mediante el acuerdo No. 0557/2014, de fecha 19 de diciembre de 2014 se ordenó la conclusión y cierre de las actuaciones del Procedimiento administrativo No PFPA/29.3/2C.27.2/0135-14 en materia de cambio de uso de suelos en terrenos forestales por las obras y actividades realizadas en los lotes 3, 5, 7, 9, 31, 32 y 33, toda vez que se constató que en el área de inspección se habían realizado actividades como parte de la preparación del sitio consistentes en la remoción de la cobertura vegetal forestal perteneciente a un ecosistema costero (vegetación secundaria de matorral costero) y duna costera, cubriendo una superficie de 17,392.48 m<sup>2</sup>. Dadas las condiciones en que se encontraban los lotes involucrados en la visita, se consideró que las actividades de remoción de la vegetación no eran recientes, informándose que la actividad había sido llevada a cabo en marzo del 2001, y que el área se encontraba compactada con material pétreo y con crecimiento de vegetación secundaria oportunista e invasora.*

### Capítulo III

Para demostrar la legalidad de las actividades de remoción de la vegetación forestal efectuada en los lotes 3, 5, 7, 9, 31, 32 y 33, motivo de la visita de inspección, se exhibió la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales 03/ARRN/1222/08-04990, de fecha 12 de noviembre de 2008 correspondiente al proyecto “Caribbean Reef Village”, emitida por la Unidad de Aprovechamiento y Restauración de Recursos Naturales de la Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Quintana Roo. Así como, se retomó la resolución administrativa del recurso de revisión RR/00769/DGIVF/2012, emitida el 15 de marzo de 2013, donde se resuelve la nulidad lisa y llana de la resolución, en virtud de que las obras y actividades inspeccionadas y que implicaron el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, fueron realizadas al amparo de la autorización en materia de impacto ambiental No. D.O.O.DGOEIA-005955, de fecha 15 de septiembre de 1999, y que la remoción de la vegetación se había realizado desde marzo de 2001. Tomando en cuenta que la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable había entrado en vigor el 25 de marzo de 2003, se dictaminó que no era aplicable a las obras y actividades iniciadas en el 2001. Por lo antes se concluye que las actividades efectuadas en los lotes inspeccionados eran permitidas por la normatividad aplicable, no encontrando conducta alguna de carácter coactivo infringido ni elemento típico de prohibición a la conducta. Por lo anterior, se ordenó el cierre total y definitivo del procedimiento administrativo

Esta situación administrativa se soporta en el anexo documental.

De acuerdo con lo anterior, es posible sostener que, por la construcción y operación de un hotel, dadas las condiciones técnicas y jurídicas prevalecientes en el sitio en el que el proyecto se pretende, no pueden causarse mayores variaciones negativas al humedal por actividad humana, ya que no se considera la ejecución de acciones que pudieran representar un cambio en la estructura y composición.

Lo anterior, en el claro entendido de que las características ecológicas de un humedal son la estructura y las relaciones entre los componentes biológicos, químicos y físicos, y que éstas derivan de las interacciones entre los diversos procesos, funciones, atributos y valores del ecosistema.

### Capítulo III

Bajo este marco de referencia, la intervención pretendida y su consecuente mantenimiento no involucra un cambio en las características ecológicas entendiendo, "cambio en las características ecológicas" de un humedal como *el deterioro o el desequilibrio en cualquiera de esos procesos y funciones que sustentan al humedal y a sus productos, atributos y valores.*

- Servicios ecológicos

El manglar es el equivalente costero del bosque selvático en tierra. Constituye un ecosistema complejo que alberga una alta biodiversidad, siendo uno de los ensamblajes más productivos del mundo.

Entre sus árboles, ramas y follaje se encuentran diversas especies de aves, reptiles, mamíferos, insectos, plantas epífitas, líquenes, hongos, etc. Las raíces aéreas surgen de las aguas saladas y salobres en costas, estuarios y deltas, formando un entramado que aloja especies animales (peces, moluscos, crustáceos), muchas de ellas importantes para la alimentación humana. Los manglares son zonas de apareamiento, desove y cría de especies, y son refugio para alevines en desarrollo y/o formas de vida marina en etapa larvaria. Además, brindan protección a las costas de la erosión y son la primera barrera contra los fuertes vientos ocasionados por las tormentas tropicales.

No obstante lo anterior, en el contexto particular del predio los servicios ambientales fueron evaluados y asumidos por las resoluciones que autorizaron el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y en materia del impacto ambiental 03/ARRN/1222/08 y D.O.O.DGOEIA.-005955 y No S.G.P.A./DGIRA/DG/0082/08 reiterada mediante acuerdos en los que procede dar por terminado el procedimiento administrativo No. 0558/2014, de fecha 19 de diciembre de 2014, No, 0561/2014, de fecha 15 de diciembre de 2014, y 0557/2014, de fecha 19 de diciembre de 2014, en virtud de no encontrar afecciones toda vez que las modificaciones se realizaron de manera lícita y al guardar conexidad e identidad de hechos y omisiones con diversos procedimientos instaurados por la PROFEPA. Lo que constituye un impacto ambiental y forestal regulado.

En consecuencia, de lo anterior, se considera que por la construcción y operación de un proyecto hotelero sobre una superficie previamente modificada no se provocarán cambios en las características y servicios ecológicos del humedal. No se prevén mermas

### Capítulo III

de los servicios ambientales que presta el manglar y los humedales de Puerto Morelos ya que éstos se encuentran ausentes en el área que será ocupada por el proyecto que se plantea.

*4.1 Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.*

#### **Vinculación:**

La construcción sobre una plataforma elevada a 3.2 m de la superficie del suelo soportado por pilas de concreto no interrumpe el flujo o desvío de agua en forma alguna, por lo que no se pone en riesgo la dinámica e integridad ecológica del humedal costero. Aunado a lo anterior, la cuenca de este humedal se encuentra seccionada por vialidades y existen proyectos turísticos, condominales e infraestructura en operación aledaños al predio del proyecto que se somete al procedimiento de evaluación.

El humedal integral ya fue fragmentado y, por lo tanto, ya cuenta con modificaciones en el flujo natural de agua. Tal y como se muestra en los resultados del estudio geohidrológico y en la descripción del sistema ambiental realizado para este estudio. No obstante, lo anterior, se aclara, nuevamente, que el proyecto se diseñó de tal forma que permitiera el libre flujo, sin desviar el curso de posibles corrientes en el predio.

*4.2 Construcción de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración.*

#### **Vinculación:**

No se considera la construcción de canales, pero sí la conservación de las 3.2 ha donde se encuentra el relicto de humedal con vegetación de mangle, implementando medidas para favorecer su supervivencia y funciones ecosistémicas.

*4.3 Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que*

### Capítulo III

*puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, azolvamiento y modificación del balance hidrológico.*

#### **Vinculación:**

No se considera la construcción de canales.

*4.4 El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.*

#### **Vinculación:**

El proyecto no considera el establecimiento de infraestructura como la descrita, ni ninguna otra obra civil que gane terreno a la unidad hidrológica.

*4.5 Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.*

#### **Vinculación:**

Por la ubicación y naturaleza del predio, la zona cuenta con barreras que impiden el flujo natural del agua, entre estos se incluye la carretera boulevard El Cid, así como rellenos existentes que bloquea el flujo del agua hacia el humedal costero. Pero se aclara que, el proyecto no implica la construcción de infraestructura que pudiera funcionar como un bloque o barrera contra el movimiento hídrico superficial en el predio del proyecto.

*4.6 Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y azolvamiento.*

#### **Vinculación:**

La degradación por azolve no es impacto adverso sobre el humedal que pudiera ser causado por la construcción y operación del proyecto soportado sobre pilas. Esta

### Capítulo III

condición de diseño permite que el 85,8% del predio infiltre el agua de manera natural y la presencia de jardines evitará la erosión eólica.

Por otra parte, y bajo la definición de azolve del diccionario de la real academia española de la lengua, se establece que éste es “*Lodo o basura que obstruye un conducto de agua*”, y azolvamiento es la “*acción y efecto de azolvar*”. Por lo anterior, y en virtud de que no se realiza ninguna acción sobre el humedal o su espejo de agua ni su fondo, el azolvamiento no es posible.

En lo relativo a la contaminación, porque el tipo de construcción a base de pilas de concreto, material estable químicamente, no implica variaciones en el equilibrio fisicoquímico del suelo, subsuelo o agua subterránea.

Por lo anterior, no se espera ni se prevé la degradación del humedal costero por contaminación ni azolvamiento, toda vez que el proceso constructivo y de operación implica la utilización de una superficie previamente autorizada para su intervención.

Se proponen, en el capítulo correspondiente, medidas precautorias mismas que se incluyen en un programa integral de manejo ambiental en el que se consideran medidas de protección.

Actualmente, el predio se describe como un sitio previamente intervenido y la que no ha demeritado la calidad ambiental del manglar.

No se considera desprendimiento de taludes, porque no se realizarán, ni mucho menos azolvamientos del humedal.

*4.7 La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo.*

#### **Vinculación:**

El proyecto no usa agua de la cuenca del humedal ni vierte aguas servidas en el mismo.

### Capítulo III

Se operará una planta de tratamiento de aguas residuales que permitirá la reutilización del agua para riego bajo las especificaciones de la NOM-003-SEMARNAT-1997. El excedente se inyectará a un pozo profundo de acuerdo con las especificaciones de la norma oficial mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996.

*4.8 Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón, metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. Las descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.*

#### **Vinculación:**

Las aguas tratadas que no se utilicen en el riego y que sean excedentes, se enviarán a un pozo de rechazo, cumpliendo con la calidad conforme a la normatividad NOM- 001-SEMARNAT-1996. Las utilidades para lavado y riego se regularán con la norma oficial mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997.

El proyecto turístico no involucra una actividad productiva que deseche sustancias peligrosas o tóxicas, contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón, metales pesados, solventes, grasas, aceites, combustibles, ni modificarán la temperatura del cuerpo de agua del humedal.

*4.9 El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.*

#### **Vinculación:**

No se verterá agua a la unidad hidrológica. Los permisos correspondientes a los pozos de rechazo serán regulados, en su momento, por la CONAGUA, una vez autorizado el presente proyecto.

### Capítulo III

*4.10 La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.*

**Vinculación:**

Como parte de los monitoreos se realizarán los balances del cuerpo de agua con la extracción pretendida para evitar la intrusión de la cuña salina al acuífero. Esta condición se establecerá en el título de concesión que otorgue la CONAGUA.

*4.11 Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales, en aquellos casos en donde existan evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes.*

**Vinculación:**

No se considera la introducción de especies o poblaciones de flora o fauna que puedan afectar el humedal.

*4.12 Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos, el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.*

**Vinculación:**

El estudio geohidrológico realizado se anexa al presente. Se presenta el balance hídrico correspondiente.

*4.13 En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo*



### Capítulo III

*se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.*

#### **Vinculación:**

La zona del proyecto, y el proyecto mismo, ya cuenta con vialidades de acceso. Por lo tanto, no se tiene programado construir vías ni caminos de acceso, en ninguna de las etapas del proyecto.

*4.14 La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.*

#### **Vinculación:**

Esta especificación no es aplicable. Las vialidades ya existen y no se tiene planeado construir vías de acceso.

*4.15 Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.*

#### **Vinculación:**

Esta especificación es vinculante con las instancias que brindan los servicios mencionados y que utilicen tendidos, como la CFE, TELMEX, CABLEVISIÓN, entre otras. No corresponde a esta promovente brinda servicios que utilizan postes, ductos, torres ni líneas o cableados.

*4.16 Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la*

### Capítulo III

*vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.*

#### **Vinculación:**

La vegetación de un manglar con respecto a las obras que se proponen se encuentra a menos de 100 m de distancia, por lo que, el proyecto se acoge a la especificación 4.43 de esta norma, proponiendo medidas de compensación.

*4.17 La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.*

#### **Vinculación:**

El material pétreo necesario para el proyecto se comprará en comercios establecidos y autorizados.

*4.18 Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.*

#### **Vinculación:**

El proyecto que se plantea no pretende relleno, desmonte, quema ni desecación de humedal costero; al contrario, pretende la conservación de 3.2 ha de manglar.

*4.19 Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar, y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.*

#### **Vinculación:**

### Capítulo III

No es aplicable. No se consideran ni se requieren zonas de tiro.

#### *4.20 Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.*

##### **Vinculación:**

La disposición de residuos sólidos se realizará de acuerdo con lo establecido por las autoridades municipales basado en sus directrices y de acuerdo con el Plan de manejo integral de residuos. No se depositarán desechos en el humedal.

#### *4.21 Queda prohibida la instalación de granjas camarónicas industriales intensivas o semintensivas en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del proyecto no exceda el equivalente de 10% de la superficie de la laguna costera receptora de sus efluentes en lo que se determina la capacidad de carga de la unidad hidrológica. Esta medida responde a la afectación que tienen las aguas residuales de las granjas camarónicas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en el humedal costero y el ecosistema.*

##### **Vinculación:**

Esta especificación no le es aplicable al proyecto. No se pretende una granja camarónica.

#### *4.22 No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.*

##### **Vinculación:**

Esta especificación no le es aplicable al proyecto. No se pretende instalar infraestructura acuícola.

#### *4.23 En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la*

### Capítulo III

*desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.*

**Vinculación:**

No es aplicable. No se requiere de la desviación o rectificación del canal existente.

*4.24 Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.*

**Vinculación:**

Esta especificación no es aplicable. El proyecto no implica actividades ni producción acuícola.

*4.25 La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.*

**Vinculación:**

Esta especificación no es aplicable.

*4.26 Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglares deberá evitar la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.*

**Vinculación:**

Esta especificación no es aplicable. No hay canales de llamada.

*4.27 Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema.*

**Vinculación:**

Esta especificación no es aplicable. No se pretende la producción de sal.

**4.28** *La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de preferencia en palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.*

**Vinculación:**

Esta norma precisa, en la definición 3.8, el término “bajo impacto”. A la letra se indica lo siguiente:

*“Cuando la obra o actividad que se pretenda llevar a cabo no causará desequilibrio ecológico, ni rebasará los límites y condiciones señalados en los reglamentos y normas técnica ecológicas emitidas por la federación para proteger al ambiente, antes de dar inicio a la obra o actividad de que se trate”.*

De acuerdo con lo anterior, y para la correspondiente valoración, se presenta esta manifestación de impacto con el objeto fundamental de presentar un análisis de la identificación y evaluación de los impactos ambientales que potencialmente pudieran generarse por el desarrollo del proyecto, los cuales se exponen en el capítulo correspondiente.

Se observa, de los resultados obtenidos, que, por las dimensiones, alcances, localización y características de las obras y actividades que se pretenden, éstas no implican impactos ambientales que rebasen los límites y condiciones señalados en los reglamentos y normas técnicas ecológicas emitidas por la federación para proteger al ambiente. Adicionalmente, se presenta el estudio antes de dar inicio a la obra o actividad. Además de que se cuenta con estrategias ambientales en materia del impacto ambiental.

Las obras y actividades que se proponen se realizan en función del espacio estudiado y no implican afección al manglar existente en el predio mismo que se encuentra fragmentado previamente por la urbanización y plan maestro denominado El Cid de Cancún. Así mismo, este proyecto se ajusta a parámetros y lineamientos indicados por diferentes instrumentos de regulación territorial y ambiental como se muestra en la vinculación jurídica que se presenta en este capítulo.

### Capítulo III

El área del proyecto no corresponde a un sitio de anidación y percha de aves, toda vez que éstas se refugian en la zona del humedal colindante perteneciente a los humedales del corredor de Puerto Morelos.

*4.29 Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a cabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo.*

**Vinculación:**

Este criterio no es aplicable. La intervención no considera actividades náuticas en el humedal costero colindante.

*4.30 En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.*

**Vinculación:**

Este criterio no es aplicable. No se considera la realización de actividades náuticas en el humedal costero.

*4.31 El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.*

**Vinculación:**

Este criterio no es aplicable. No se considera la realización de actividades de ningún tipo en el humedal costero.

*4.32 Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa*

### Capítulo III

*y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro.*

#### **Vinculación:**

No se considera ni se implica establecer nuevos caminos a la playa. No es aplicable.

*4.33 La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.*

#### **Vinculación:**

No se considera construir canales. No es aplicable.

*4.34 Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.*

#### **Vinculación:**

No es aplicable ni se considera la compactación del sedimento dentro del humedal ni ninguna otra actividad que pudiera afectarlo negativamente.

*4.35 Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.*

#### **Vinculación:**

El proyecto pretende mejorar y conservar el área de manglar que se ubica en el terreno.

*4.36 Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo como se determinen en el Informe Preventivo.*

### Capítulo III

#### **Vinculación:**

El manglar que se encuentra en el predio será conservado y se implementarán actividades tendientes a favorecer su condición con la finalidad de conservarlo y que mejoren los servicios ambientales que brinda al ecosistema en general.

*4.37 Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidades vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.*

#### **Vinculación:**

La conservación de 3.2 ha de manglar propiciará la regeneración natural de esta porción del humedal de la unidad hidrológica. El proyecto contará con una planta de tratamiento de aguas residuales, por lo que no se realizarán vertimientos de aguas residuales de manera que se conserva el espacio mencionado.

Adicionalmente, el 07 de mayo de 2004 se publicó en el Diario Oficial de la Federación acuerdo que adiciona la especificación 4.43 a esta NOM-022-SEMARNAT-2003, el cual se vincula a continuación.

*Especificación 4.43. La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso, establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente.*

#### **Vinculación:**

El proyecto se acoge a la especificación y propone la medida de compensación que implica la conservación, el mejoramiento y limpieza de las 3.2 ha de manglar existente en el predio y se anexa el programa al presente estudio.



### Capítulo III

Además, se propone implementar acciones de conservación en 3,000 m<sup>2</sup> dentro de la zona de conservación existente entre la carretera Federal Cancún – Tulum y las zonas con uso de suelo “Turístico Hotelero”, “Desarrollo industrial-portuario” y “Actividades turísticas náuticas”, de acuerdo con lo indicado en la actualización del PDDUCPPM (Figura III-17). El área indicada está considerada como área de protección, según el programa director de desarrollo urbano, y predominan los tipos de vegetación manglar mixto y manglar chaparro, además de tener pequeñas áreas con selva mediana subperennifolia, selva baja subcaducifolia y pantanos de zacate.



Figura 64 Clasificación del grado de conservación de la vegetación que se desarrolla en el área aledaña al predio del plan maestro El Cid de Cancún, en Puerto Morelos, de acuerdo con lo indicado en la actualización del Programa Director de Desarrollo Urbano

El manglar que se desarrolla en la zona de conservación está clasificado como “SEVERAMENTE DEGRADADO”, no solo por la actualización del Programa Director de Desarrollo Urbano, sino también por los resultados obtenidos por Elizondo et al. (2011). Los autores antes referidos describen al sistema de humedales de Puerto Morelos como la única laguna costera estacional dulceacuícola, la cual interacciona con el área natural protegida Parque Nacional Arrecifes de Puertos Morelos. Esta zona también se encuentra dentro la UGA 23 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, fracción aplicable al Municipio de Puerto Morelos, donde se asigna a la zona política de protección.

### Capítulo III

Aunado a lo anterior, el sitio donde se propone implementar acciones de conservación en 3,000 m<sup>2</sup>, se localiza dentro de los bienes del Patrimonio Estatal, donde actualmente el Instituto de Biodiversidad y Áreas Naturales Protegidas del Estado de Quintana Roo, ha realizado el Estudio Previo Justificativo para Declarar una nueva Área Natural Protegida Estatal, con el propósito de salvaguardar, frenar y restaurar los humedales y manglares en una superficie de 624 hectáreas.



Figura 65 En cuadro verde se indica la localización de la superficie de 3000 m<sup>2</sup> donde se propone implementar acciones de compensación ambiental dentro de la propuesta de Área Natural Protegida Estatal que promueve el Gobierno del Estado de Quintana Roo

Es bien sabido el papel que juegan los humedales en el medio ambiente como hábitat para avifauna, fauna acuática, recarga de agua de los mantos acuíferos, barreras protectoras contra los impactos de los fenómenos meteorológicos, entre otros. Además de la relevancia antes mencionada, Elizondo et al. (2011) mencionaron que el humedal de Puerto Morelos juega un papel importante en el aporte de nutrientes al ecosistema marino del Parque Nacional por medio de la descomposición de material vegetal en el

### Capítulo III

humedal, los cuales posteriormente llegan al mar y son aprovechados por diversas especies de fauna acuática. Sin embargo, estas funciones han venido deteriorándose conforme se ha afectado el humedal de Puerto Morelos, en el que se incluye el fuerte impacto que representó para ellos el huracán Wilma en 2006.

El área indicada es descrita por Elizondo et al. (2011) como un humedal que tiene una variación estructural con áreas con dominancia de alguna de las tres especies de mangle: rojo (*Rizophora mangle*), botoncillo (*Conocarpus erectus*) y blanco (*Laguncularia racemosa*); áreas con condiciones de degradación y probables necesidades de restauración, especialmente detrás del predio del plan maestro El Cid, y áreas con superficies inundadas y parches de vegetación.

Por las características antes descritas, se propone llevar a cabo las actividades de conservación dentro del área del humedal de Puerto Morelos en la zona de protección en 3,000 m<sup>2</sup>, como medida de compensación. En dicha zona se pueden observar áreas que aún muestran signos de la afectación ocasionada, pudiendo deberse a diversos factores, incluyendo los físicos, biológicos y antropogénicos. Sin embargo, una de las áreas que muestra mayor afectación es la parte del humedal más cercana a la carretera federal 357 Cancún – Tulum, en la que predomina manglar chaparro.



Figura 66 Vista general de la zona de protección de acuerdo con el proyecto de "Área Natural Protegida Estatal que promueve el Gobierno del Estado de Quintana Roo." y su ubicación con respecto al predio del proyecto

### Capítulo III

El área donde se implementarían la medida de compensación se propone en la siguiente ubicación mostradas en la Figura 20, dentro de la zonificación de la actualización del PDDUCPPM correspondiente a manglar con síntomas de degradación (Figura 19).

Objetivo: La zona propuesta para efectuar la medida compensatoria ocupa una superficie de 3,000 m<sup>2</sup>. Debido a la existencia de un elevado nivel de agua imposibilita el establecimiento de propágulos de mangle rojo; por lo antes se propone desarrollar acciones como acondicionamiento de microambientes edáficos donde se sembrarán las plantas de mangle que tengan mayores posibilidades de establecerse y desarrollarse.

Las acciones implican establecer 200 plantas de mangle rojo (*Rizophora mangle*) con tallas mínimas de 1 metro de alto, sobre sitio acondicionado edáficamente que eviten la socavación del suelo. La siembra de plantas con las medidas propuestas garantiza la sobrevivencia en un 100%. Adicionalmente se propone establecer 7 señaléticas impresas sobre material laminado, tipo paleta; el atril tendrá medidas de 60 cms de largo por 40 cms de alto, anclado a bastidor de metal galvanizado con altura de 1.60 metros sobre la superficie del suelo. Para el diseño, el contenido, la icografía y los sitios de colocación de las señaléticas se solicitará la aprobación del Gobierno del Estado de Quintana Roo.

### CONCLUSIÓN

Lo antes expuesto hace evidente que no se llevarán a cabo obras o actividades que impliquen la remoción, relleno, trasplante o poda de la cubierta vegetal que afecte directa o indirectamente al manglar, localizados en las proximidades de la zona de intervención.

#### III.4.2.Otras Normas Oficiales Mexicanas Aplicables

En esta sección se describen las NOM que son aplicables o requieren ser aplicadas al proyecto para garantizar su viabilidad ambiental. En la siguiente tabla se presentan las Normas consideradas, catalogadas por materia y una síntesis de las acciones y/o procesos a través de los cuales se les dará cumplimiento.

Capítulo III

Tabla 43 Normas oficiales mexicanas vigentes y aplicables durante el desarrollo del proyecto

NOM	Ámbito de aplicación	Observaciones de cumplimiento
<p><b>NOM-080-SEMARNAT-1994</b></p>	<p>Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición</p>	<p>Esta norma aplica para los niveles de ruido que se emitirán por la operación de la maquinaria en la etapa de construcción; dichas actividades se realizarán al aire libre y sólo durante el día. Se establecerá a los contratistas que los vehículos y equipo contratado se encuentre en óptimas condiciones a fin de estar dentro de los parámetros que regula la Norma Oficial Mexicana.</p> <p>Se estima que no se realizarán ruidos fuera de los comunes de una obra de esta naturaleza</p>
<p><b>NOM-081-SEMARNAT-1996</b></p>	<p>Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.</p>	<p>Se tiene previsto para las etapas de preparación y construcción las medidas regulatorias para los contratistas y prestadores de servicios donde se dé cumplimiento a esta NOM</p>
<p><b>NOM-041-SEMARNAT-2006</b></p>	<p>Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible</p>	<p>La vinculación de esta norma con el proyecto se debe a que, durante la etapa de construcción, se utilizarán vehículos para transportar los materiales de construcción al sitio del proyecto, así como para el retiro de escombros sobrantes de la obra. El mantenimiento constante de los vehículos a utilizar garantiza el cumplimiento de la Norma.</p> <p>Se aplicarán medidas como revisiones del mantenimiento periódico de los vehículos empleados en la obra.</p> <p>No se permitirá el ingreso y contratación de equipo y</p>

NOM	Ámbito de aplicación	Observaciones de cumplimiento
		<p>vehículos que no cuenten con revisiones periódicas.</p> <p>Se suspenderá el tránsito dentro del predio de los vehículos que emitan humos y partículas al ambiente.</p>
<b>NOM-001-SEMARNAT-96</b>	<p>Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales en aguas y Bienes Nacionales.</p>	<p>La planta de tratamiento de aguas residuales que funcionará durante la operación del proyecto obtendrá agua para riego, los excedentes serán enviados a un pozo de rechazo, éstos contarán con el permiso y seguimiento adecuado conforme a las NOM-001 y conforme lo autorizado por la CONAGUA</p>
<b>NOM-003-SEMARNAT-1997</b>	<p>Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.</p>	<p>Las aguas tratadas serán destinadas para riego de áreas verdes en la etapa de operación, las que contarán con los LMP para su reúso</p>
<b>NOM-004-SEMARNAT-2002</b>	<p>Protección ambiental – lodos, y biosólidos – especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.</p>	<p>Durante la operación y mantenimiento de la PTAR se realizarán los estudios necesarios para demostrar que los lodos producidos se encuentran dentro de los límites máximos permisibles de contaminantes en los lodos, con el fin de posibilitar su aprovechamiento o disposición final y proteger al medio ambiente y la salud humana</p>
<b>NOM-004-SEMARNAT-2002</b>	<p>Protección ambiental – lodos, y biosólidos – especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.</p>	<p>Durante la operación y mantenimiento de la PTAR se realizarán los estudios necesarios para demostrar que los lodos producidos se encuentran dentro de los límites máximos permisibles de contaminantes en los lodos, con el fin de posibilitar su aprovechamiento o disposición</p>

NOM	Ámbito de aplicación	Observaciones de cumplimiento
		final y proteger al medio ambiente y la salud humana
<b>NOM-059-SEMARNAT-2010</b>	Protección ambiental especies nativas de México de flora y fauna silvestres, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio lista de especies en riesgo.	Durante la preparación construcción y operación y mantenimiento del proyecto se consideran medidas de cumplimiento, como la conservación del manglar. Así como programas de rescate y reubicación de flora y fauna, poniendo mayor atención a las especies listadas en esta norma como los juveniles de la palma chit ( <i>Thrinax radiata</i> )
<b>NOM-162-SEMARNAT-2012</b>	Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación	Como parte de las medidas de mitigación se anexa un programa de manejo de tortugas marinas

### III.5.Referencias

Arriaga C., L., Aguilar, V., y Espinoza, J. M., 2009. Regiones prioritarias y planeación para la conservación de la biodiversidad, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO. México. Pp. 433 – 457.

Elizondo, C., Macías, E. B., Castillo S., M. A., Hernández A., H., Hoil V., D., López A., H., López- Merlín, D., Medina Q., H., Mendoza J., Novelo, J., Tovilla, C., y Velázquez S., G., 2011. Estudio de caracterización y diagnóstico del área de manglares y humedales de PuertoMorelos.En:

[https://www.researchgate.net/publication/304541547\\_Estudio\\_de\\_Caracterizacion\\_y\\_Diagnostico\\_del\\_Area\\_de\\_Manglares\\_y\\_Humedales\\_de\\_Puerto\\_Morelos](https://www.researchgate.net/publication/304541547_Estudio_de_Caracterizacion_y_Diagnostico_del_Area_de_Manglares_y_Humedales_de_Puerto_Morelos).

Consultado: Septiembre, 2019.

**NINE**

**MANIFESTACIÓN DE  
IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD REGIONAL**



**CAPÍTULO  
IV**

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

PROMOVENTE:

**Banco Ve Por Mas, S.A., Fideicomiso 321**



## IV. Capítulo IV

### Descripción del Sistema Ambiental Regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región

El Sistema Ambiental Regional, es el espacio geográfico descrito, delimitado e integrado estructural y funcionalmente por varias unidades de ambientales o de paisaje, en este apartado se describen las características de los componentes y factores ambientales que potencialmente interactuarán con el proyecto y que darán las herramientas para evaluar los posibles impactos sobre los ecosistemas presentes en el SAR, mismos que se describen el capítulo V de ésta MIA-R.

Para mejor comprensión se describen los alcances del capítulo de la siguiente manera:

I. Área de Influencia del proyecto (8.15 ha del predio del proyecto)

II. Sistema ambiental Regional (1,855.38 ha de superficie total)

#### IV.1. Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto.

##### IV.1.1. Área de influencia Directa del Proyecto

El proyecto se encuentra en el Centro de Población de Puerto Morelos, en la zona costera, cuenta con una superficie de 8.1 Ha<sup>1</sup>, se encuentra fragmentado por diversas intervenciones antropogénicas lícitas, pero también cuenta con espacios naturales de relevancia ecológica. Del total del predio el 21% corresponden a áreas compactadas desprovistas de vegetación; el 33% cuenta con desarrollo de pasto cortadera, pioneras o vegetación rastrera y matorral costero ubicadas en la parte media del terreno y hacia el este; al oeste se distribuye relicto de humedal con parches de manglar en recuperación que en un 40%, y el 6% corresponden a una barra de arena con baja densidad y cobertura vegetal herbácea y rastrera y con pendiente suave que forma playa.

A continuación, se muestra la ubicación general del lote 1-01 con respecto a la superficie estatal y municipal Figura 67 Ubicación del predio del proyecto "NINE". Unidad Cuarenta, Lote número 1-01, Manzana 20, de boulevard El Cid, en calle sin nombre de la Supermanzana 03, en Puerto Morelos, Quintana Roo.



Figura 67 Ubicación del predio del proyecto "NINE". Unidad Cuarenta, Lote número 1-01,Manzana 20, de boulevard El Cid, en calle sin nombre de la Supermanzana 03, en Puerto Morelos, Quintana Roo.

## Capítulo IV

### IV.1.2. Criterios para la delimitación del Sistema Ambiental Regional

La regionalización es el ejercicio a través del cual se subdivide un territorio en áreas generalmente de diferente superficie que resultan de aplicar criterios para caracterizar áreas con características similares de acuerdo con los criterios definidos para su diferenciación. La regionalización ambiental se realiza con la finalidad de diferenciar áreas con características ecológicas similares, pudiendo tomar en consideración uno, dos o más componentes ambientales, para ello hay que tener en cuenta que a medida que se incrementa el número de variables a considerar para caracterizar las áreas más complicado será conformar grupos de áreas con características similares. Además de que se reduce la posibilidad de encontrar áreas similares, se tiende a reducir el tamaño de las áreas que se pueden comparar y se incrementa el número de parcelas o áreas a comparar.

La delimitación de un SAR para el desarrollo de proyectos, en los términos que determina la LGEEPA y su reglamento en Materia de Impacto Ambiental, tiene como finalidad el caracterizar las condiciones del medio ambiente que pudiera verse afectado por la realización de un proyecto, previo a su ejecución; esto considerando su grado de deterioro o conservación, para que, a partir de ésta, se definan, evalúen y valoricen los impactos ambientales potenciales a generarse por su realización. En este caso, resulta relevante la identificación, evaluación y valoración de los impactos ambientales sinérgicos y acumulativos, definiéndose estos como (Art. 3, fracciones VII y VII, del REIA):

...

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

*VIII. Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente;*

...

## Capítulo IV

En la definición de un SAR determinado para un proyecto específico, se debe tomar en cuenta la máxima expansión que pudiera tener un impacto ambiental provocado por las obras y/o actividades que involucran la ejecución del proyecto, en uno o más componentes ambientales de una unidad ambiental específica. Para la definición de la poligonal del SAR generalmente se toman en cuenta los siguientes criterios:

1. Los límites de usos del suelo existentes y el avance de fronteras de perturbación antrópica (barreras físicas).
2. Zonificaciones de instrumentos de política ambiental (UGA's) en caso de que existan programas de ordenamientos ecológicos, ya sean de tipo municipal o regionales.
3. Alcance de la afectación de un impacto ambiental sinérgico o acumulativo.
4. Por el comportamiento del patrón hidrológico superficial en la conformación de cuencas y subcuencas.

Como primer ejercicio para delimitar el SAR para este proyecto, se trató de definir el SAR considerando la diferenciación de los usos de suelo y tipos de vegetación, como diferenciación de los ecosistemas de la región. Para ello, se utilizó la carta de uso de suelo y vegetación serie VI, escala 1:250,000, del INEGI (2017) (ver página web: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/usv250s6gw.xml>). Dada la escala usada para la elaboración de la carta, esta no permite diferenciar áreas pequeñas con usos de suelo o tipos de vegetación específica, y engloba dichas áreas en clasificaciones aledañas de mayor magnitud, pudiendo también ser más representativas de la región. Hecho que se puede ver con el predio del proyecto que nos ocupa, en el cual se tiene vegetación de duna costera y manglar, y la carta del INEGI considera toda la franja como mangle, por ser el tipo de vegetación predominante, y deja fuera la vegetación de duna costera por ocupar una pequeña y angosta franja en la región (Figura IV-2).

Al este del predio se encuentra la carretera 357 “Cancún – Tulum, a aproximadamente 1,900 m de distancia en línea recta entre los puntos más cercanos, ubicándose a la altura del km 320 donde se encuentra el jardín botánico de ECOSUR “Dr. Alfredo Barrera Marín” y la carretera que lleva a Leona Vicario. El área existente entre el predio del

## Capítulo IV

proyecto y la carretera federal resalta por ser parte del humedal de Puerto Morelos. Por este mismo lado, el predio colinda con la avenida Boulevard El Cid, la cual comunica con la localidad de Puerto Morelos, estando la entrada al predio del proyecto a 850 m de la calle Cozumel del centro de población y 1,450 m de la calle José Ma. Morelos que conecta la colonia centro de Puerto Morelos con la carretera federal 357 y la colonia Joaquín Zetina Gasca.

Considerando la ubicación y tamaño del predio con respecto a la distribución y clasificación de los usos de suelo y vegetación en la región del proyecto, no se consideró que esta clasificación pudiera ser funcional para definir el SAR; básicamente porque dicha área debe involucrar a la región que se vería afectada por el desarrollo del proyecto. No se considera que los efectos del proyecto puedan llegar a impactar todo el humedal de Puerto Morelos, que es donde se ubica el predio de acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI, ya que sus actividades serán puntuales y el área del humedal ya cuenta con infraestructura que lo fracturó. Las obras realizadas que impactaron en la región pueden funcionar como una barrera contra las afectaciones del proyecto al ecosistema. Solo durante las etapas de preparación del sitio y construcción se realizarían actividades en localidades alrededor del predio para el transporte de materiales, sustancias y movimiento del personal, impactos que son temporales y que cuentan con eficientes medidas ambientales para mitigar el efecto negativo.

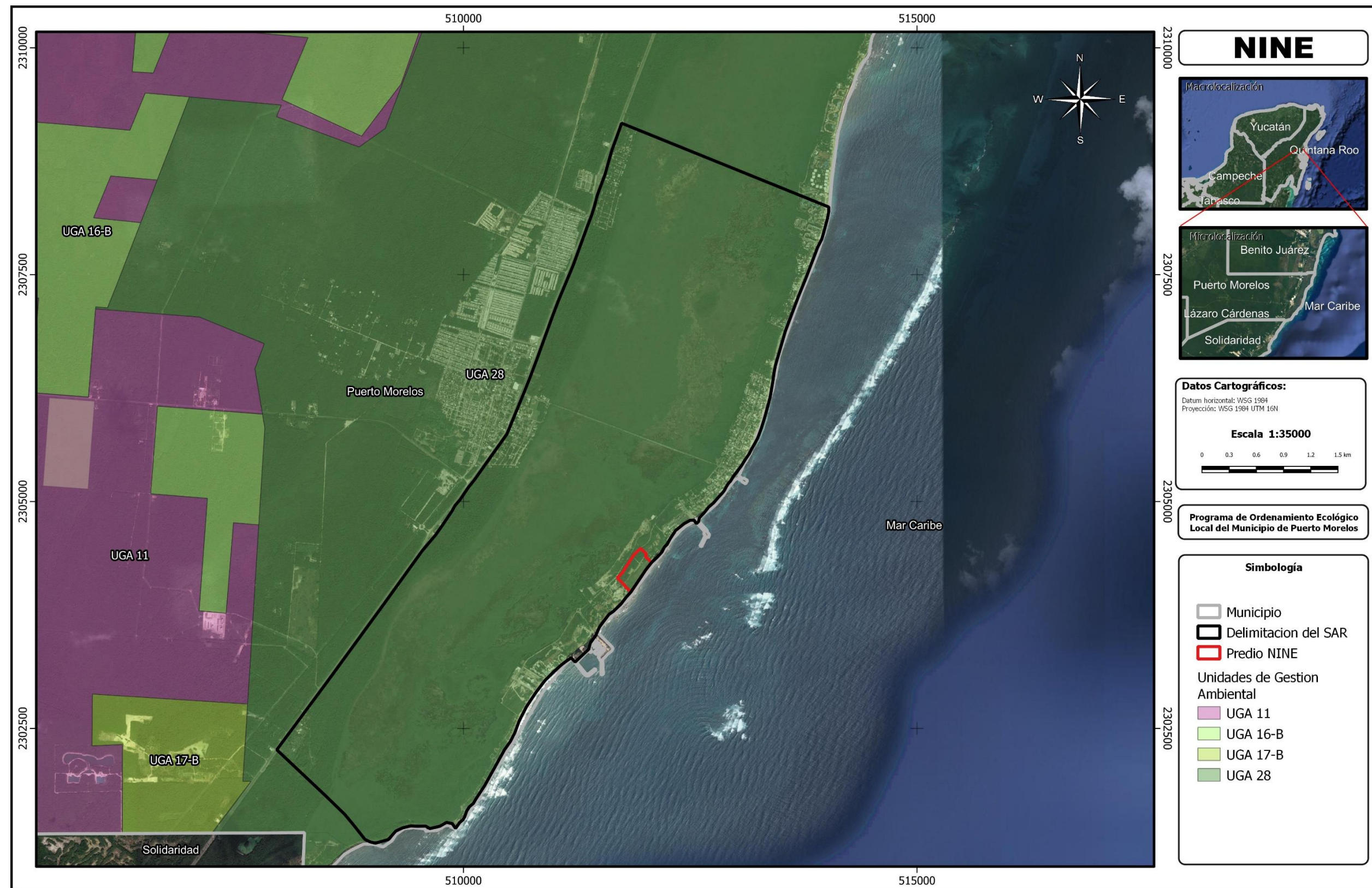


Figura 68 Representación gráfica de la ubicación del predio del proyecto, marca roja, con respecto a la poligonal de la UGA 28 de la Modificación al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.

## Capítulo IV

Como segunda opción para definir el SAR, se consideró la división territorial que resultó del trabajo de la MPOELBJ, publicada el 27 de febrero de 2014 en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. Si bien, se trata de un instrumento jurídico ambiental de aplicación del municipio de Benito Juárez, cuando éste fue elaborado y publicado el territorio del municipio de Puerto Morelos se encontraba formando parte de Benito Juárez.

En dicho ordenamiento ecológico local, el predio del proyecto quedó inmerso dentro de la UGA 28 “Centro de Población de Puerto Morelos”, al sureste de la UGA (Figura 69 Representación gráfica de la ubicación del predio del proyecto, marca roja, con respecto a la poligonal de la UGA 28 de la Modificación al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.). Esta UGA comprende 5,740.85 ha de superficie total, y en ella predomina la cobertura vegetal de mangle y de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, abarcando el 33.32 y 18.73% de la superficie total de la UGA, seguida por el área destinada a asentamientos humanos con el 11.48%. Adicional a estos usos de suelo o tipos de vegetación, en la UGA 28 existen otros 10 tipos de vegetación o usos de suelo.

Dado que la superficie del predio con respecto a la de la UGA solo representa ser el 0.14%, y considerando que en el predio solo tienen los tipos de vegetación de mangle y matorral de duna costera, se consideró que esta diferenciación de superficies del MPOELBJ no era representativa para usarse como SAR.

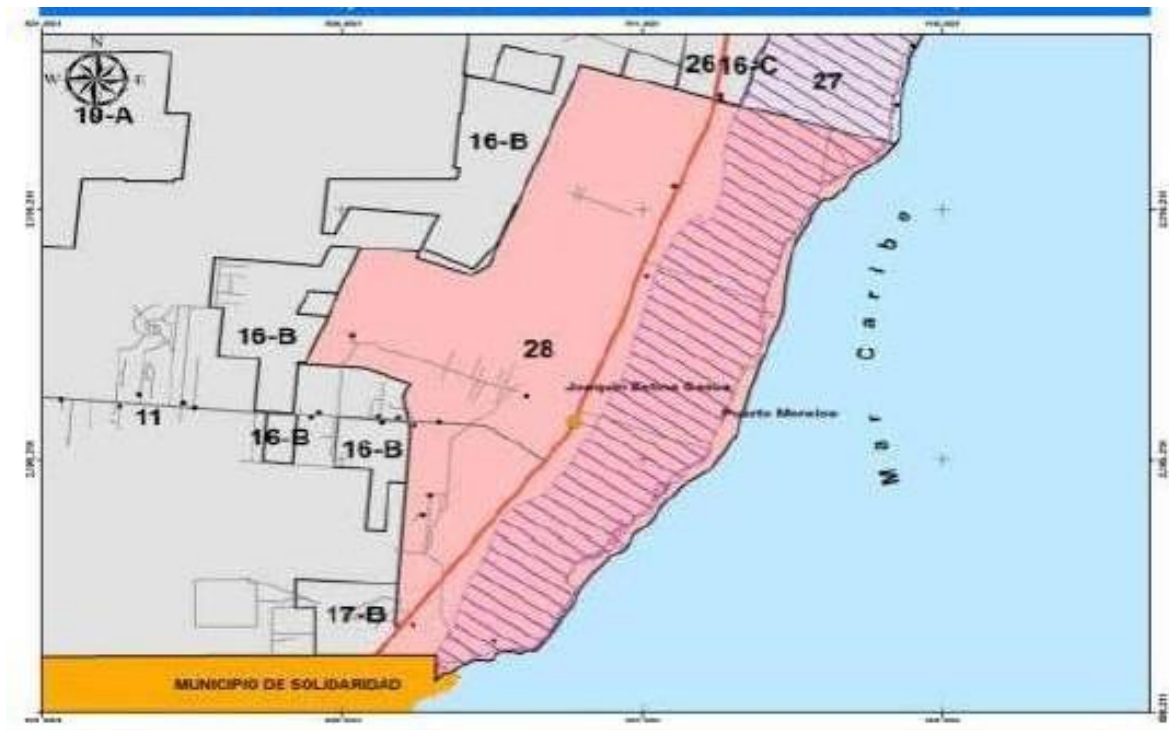


Figura 69 Representación gráfica de la ubicación del predio del proyecto, marca roja, con respecto a la poligonal de la UGA 28 de la Modificación al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.

Tomando en cuenta que la actualización del PDDUCPPM retoma la conformación de la poligonal de la UGA 28 del MPOELMBJ para definir los usos de suelo aplicables como política de desarrollo urbano en el área de influencia, solo que, haciendo otras diferenciaciones más específicas, se procedió a retomar esta clasificación como ejercicio para definir el SAR. Como parte del análisis realizado, se encontró que el área que regula el programa de desarrollo urbano define diferentes usos de suelo, hecho del cual se partió para la realización del análisis.

A lo largo de la franja angosta que colinda con el mar Caribe se establecieron los usos de suelo, con excepción de una pequeña área que se ubica hacia el sur de la poligonal que se le dio un uso de conservación, el resto cuenta con los usos turístico hotelero, industrial, comercio de barrio y habitacional (Figura 70 Ubicación del predio del proyecto, con respecto a los usos de suelo definidos en el “Programa Director de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos” ). Bajo esta diferenciación de usos de suelo, es de destacar que el predio del proyecto se ubica en un área a la que se le asignó un uso de suelo Turístico Hotelero Medio (TH1), colindando con la zona de conservación (AC), la cual cubre 1,946.96 ha de las 5,714.02 ha totales de programa de desarrollo urbano en cuestión.



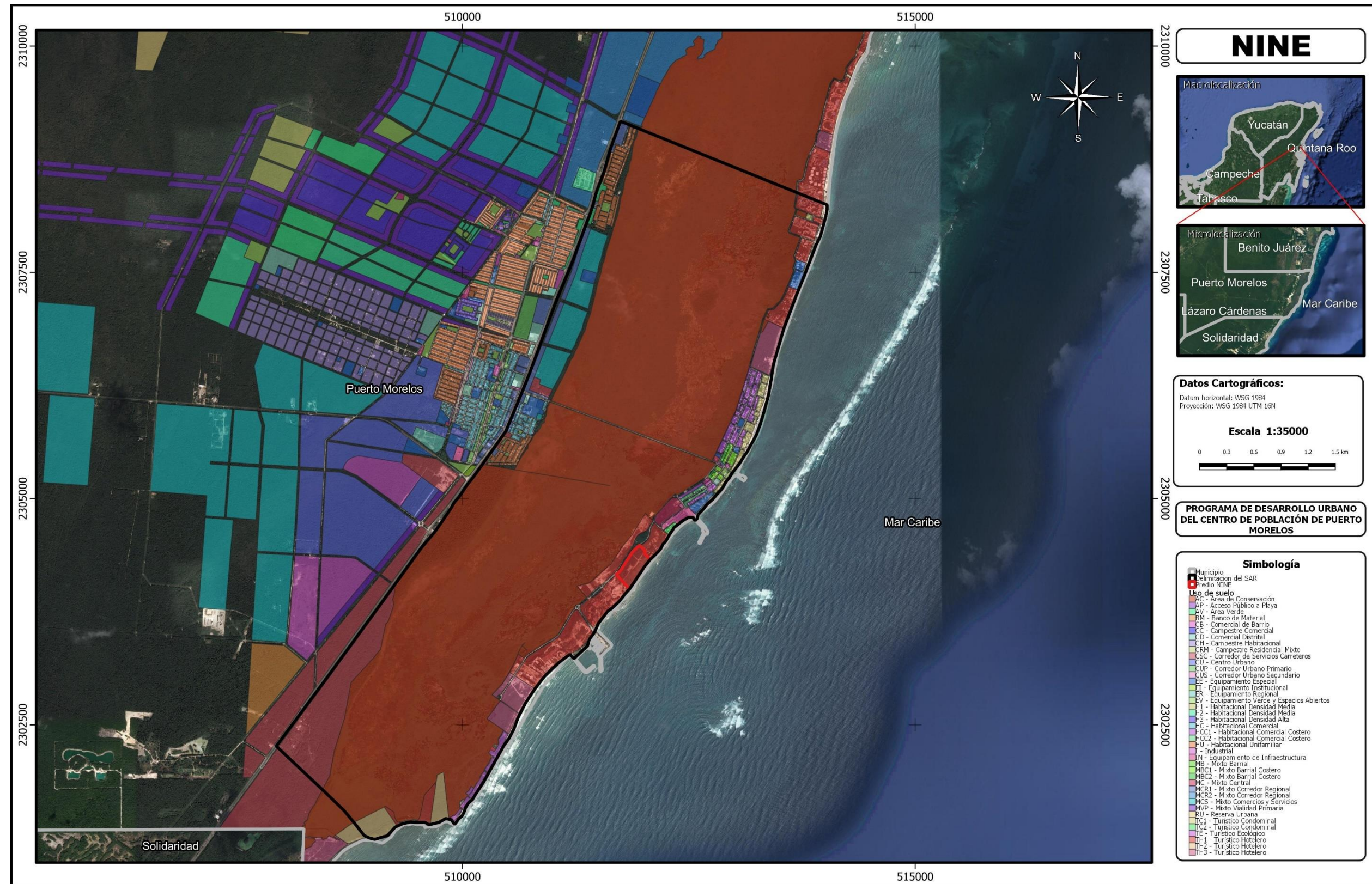


Figura 70 Ubicación del predio del proyecto, con respecto a los usos de suelo definidos en el “Programa Director de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos” .

## Capítulo IV

Tomando en cuenta esta clasificación de usos de suelo del PDDUCPPM, y la distribución que estos tienen en el polígono del programa de desarrollo urbano, no se consideró apropiado tomar este patrón de clasificación tal cual para definir el SAR del proyecto dado la intercalación de los polígonos de uso de suelo y el efecto que pudiera tener el desarrollo del proyecto en dichas áreas. No obstante, se consideró apropiado tomarlo como base para la definición del SAR, toda vez que cuenta con infraestructura urbana y de vías de comunicación que de cierta manera funcionan como barreras artificiales limítrofes e interrupción de ecosistemas y de daños ambientales.

Bajo esta idea, se optó por tomar en cuenta la carretera federal 357 Cancún – Tulum como una barrera limítrofe para la potencial afectación al ecosistema en el cual se inserta el predio del proyecto, misma que corre de forma paralela a la línea de costa. La construcción y operación de esta obra fraccionó el ecosistema costero de la región, por un lado, cortó la conectividad y continuidad de los corredores biológicos y de la cobertura vegetal y, por otro lado, cortó e interrumpió los flujos hídricos del humedal de Puerto Morelos, ya que en su concepción de diseño no consideraron drenajes para las escorrentías superficiales ni pasos de fauna.

Entre la carretera federal y la línea de costa se han construido diversos caminos de acceso a la zona de playa; aunque estos caminos tienen un menor flujo vehicular y son de menor magnitud y características constructivas a la carretera federal, pero también funcionan como barrera física en el ecosistema. Los impactos que estos ocasionan al medio ambiente tienen cierta similitud con los descritos anteriormente.

Bajo estas condiciones, se consideró conveniente definir el SAR para el proyecto comprendiendo el área delimitada entre la carretera federal 357 y la línea de costa, delimitándola al norte y sur por caminos de acceso creados hacia la zona de playa (Figura 1 Ubicación geográfica regional del predio del proyecto.). Dicho polígono engloba 1,855.38 ha de superficie total, en el que las 8.15 ha del predio del proyecto representan ser el 0.44% del tamaño total del predio. La tabla que se presenta a continuación contiene las coordenadas UTM, datum horizontal WGS 1984 zona 16N, del SAR definido para el proyecto (Tabla 44 Coordenadas UTM, datum horizontal WGS 1984 zona 16N del predio del proyecto).

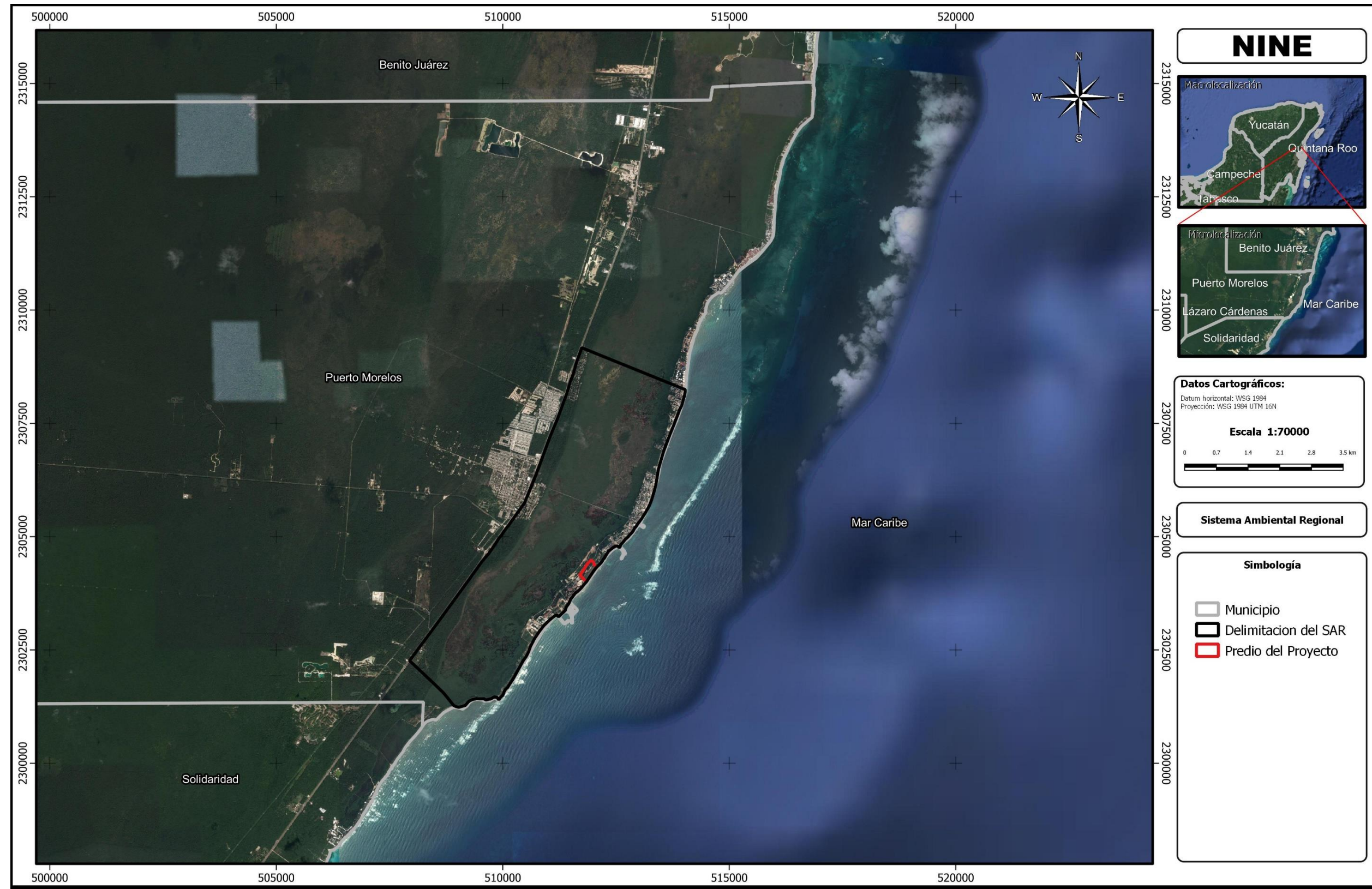


Figura 71 Delimitación del polígono del sistema ambiental regional definido para el proyecto "NINE".

## Capítulo IV

Tabla 44 Coordenadas UTM, datum horizontal WGS 1984 zona 16N del predio del proyecto

Punto	Coordenadas	
	X	Y
<b>1</b>	514,028.39	2,308,245.83
<b>2</b>	514,028.40	2,308,196.12
<b>3</b>	514,013.85	2,308,119.39
<b>4</b>	513,975.48	2,307,975.20
<b>5</b>	513,951.67	2,307,891.85
<b>6</b>	513,906.69	2,307,804.54
<b>7</b>	513,860.39	2,307,681.51
<b>8</b>	513,823.35	2,307,586.26
<b>9</b>	513,778.37	2,307,467.19
<b>10</b>	513,691.05	2,307,252.88
<b>11</b>	513,549.83	2,306,877.57
<b>12</b>	513,514.11	2,306,772.79
<b>13</b>	513,439.50	2,306,497.36
<b>14</b>	513,426.80	2,306,428.31
<b>15</b>	513,410.93	2,306,319.56
<b>16</b>	513,380.76	2,306,141.76
<b>17</b>	513,323.61	2,305,931.42
<b>18</b>	513,285.51	2,305,808.39
<b>19</b>	513,246.62	2,305,703.61
<b>20</b>	513,218.04	2,305,649.64
<b>21</b>	513,183.12	2,305,588.52
<b>22</b>	513,151.37	2,305,526.60
<b>23</b>	513,108.51	2,305,463.90

Punto	Coordenadas	
	X	Y
<b>24</b>	513,060.09	2,305,386.11
<b>25</b>	513,034.69	2,305,342.45
<b>26</b>	512,976.74	2,305,278.16
<b>27</b>	512,944.99	2,305,224.18
<b>28</b>	512,922.77	2,305,201.96
<b>29</b>	512,899.75	2,305,165.45
<b>30</b>	512,881.49	2,305,128.93
<b>31</b>	512,862.44	2,305,101.95
<b>32</b>	512,809.26	2,305,044.00
<b>33</b>	512,756.87	2,304,983.68
<b>34</b>	512,705.28	2,304,940.02
<b>35</b>	512,652.89	2,304,874.14
<b>36</b>	512,602.09	2,304,820.96
<b>37</b>	512,593.36	2,304,778.89
<b>38</b>	512,569.55	2,304,756.66
<b>39</b>	512,543.35	2,304,793.18
<b>40</b>	512,500.49	2,304,793.97
<b>41</b>	512,433.82	2,304,756.66
<b>42</b>	512,338.57	2,304,679.67
<b>35</b>	512,652.89	2,304,874.14
<b>36</b>	512,602.09	2,304,820.96
<b>37</b>	512,593.36	2,304,778.89
<b>38</b>	512,569.55	2,304,756.66

Capítulo IV

Punto	Coordenadas	
	X	Y
39	512,543.35	2,304,793.18
40	512,500.49	2,304,793.97
41	512,433.82	2,304,756.66
42	512,338.57	2,304,679.67
43	512,279.83	2,304,589.98
44	512,255.22	2,304,544.73
45	512,245.70	2,304,526.48
46	512,216.33	2,304,498.70
47	512,189.34	2,304,443.93
48	512,137.75	2,304,387.57
49	512,073.89	2,304,327.02
50	512,013.61	2,304,250.50
51	511,957.85	2,304,167.49
52	511,845.94	2,304,001.73
53	511,792.73	2,303,942.28
54	511,735.58	2,303,868.19
55	511,650.91	2,303,787.76
56	511,604.35	2,303,756.01
57	511,500.63	2,303,618.43
58	511,458.30	2,303,523.17
59	511,399.03	2,303,440.62
60	511,382.10	2,303,372.89
61	511,231.81	2,303,231.07
62	511,187.36	2,303,277.64

Punto	Coordenadas	
	X	Y
43	512,279.83	2,304,589.98
44	512,255.22	2,304,544.73
45	512,245.70	2,304,526.48
46	512,216.33	2,304,498.70
47	512,189.34	2,304,443.93
48	512,137.75	2,304,387.57
49	512,073.89	2,304,327.02
50	512,013.61	2,304,250.50
51	511,957.85	2,304,167.49
52	511,845.94	2,304,001.73
53	511,792.73	2,303,942.28
54	511,735.58	2,303,868.19
55	511,650.91	2,303,787.76
56	511,604.35	2,303,756.01
57	511,500.63	2,303,618.43
58	511,458.30	2,303,523.17
59	511,399.03	2,303,440.62
60	511,382.10	2,303,372.89
61	511,231.81	2,303,231.07
62	511,187.36	2,303,277.64
63	511,125.98	2,303,235.31
64	511,075.18	2,303,195.09
65	511,005.33	2,303,133.71
66	510,901.61	2,303,029.99

Capítulo IV

Punto	Coordenadas	
	X	Y
67	510,800.01	2,302,896.64
68	510,698.41	2,302,744.24
69	510,613.74	2,302,579.14
70	510,569.29	2,302,456.37
71	510,518.49	2,302,356.89
72	510,452.88	2,302,263.76
73	510,234.86	2,301,870.05
74	510,135.38	2,301,717.65
75	510,109.98	2,301,673.20
76	510,065.53	2,301,635.10
77	510,035.89	2,301,588.54
78	510,014.73	2,301,527.15
79	509,995.68	2,301,493.29
80	509,959.69	2,301,463.65
81	509,913.13	2,301,398.04
82	509,877.14	2,301,450.95
83	509,813.64	2,301,463.65
84	509,739.56	2,301,421.32
85	509,629.49	2,301,395.92
86	509,585.04	2,301,423.44
87	509,489.79	2,301,421.32
88	509,419.94	2,301,425.55
89	509,331.04	2,301,404.39
90	509,254.84	2,301,368.40

Punto	Coordenadas	
	X	Y
91	509,172.29	2,301,275.27
92	509,030.47	2,301,235.05
93	508,969.09	2,301,249.87
94	508,914.06	2,301,277.39
95	508,803.99	2,301,417.09
96	508,744.72	2,301,489.05
97	508,691.81	2,301,552.55
98	508,475.91	2,301,762.10
99	507,942.64	2,302,264.15
100	508,487.71	2,302,999.13
101	509,122.72	2,303,869.09
102	509,543.40	2,304,453.29
103	509,581.50	2,304,499.32
104	509,695.80	2,304,634.26
105	509,776.77	2,304,750.15
106	509,872.02	2,304,891.44
107	509,908.53	2,304,956.52
102	509,543.40	2,304,453.29
103	509,581.50	2,304,499.32
104	509,695.80	2,304,634.26
105	509,776.77	2,304,750.15
106	509,872.02	2,304,891.44
107	509,908.53	2,304,956.52
108	509,964.09	2,305,021.61

Capítulo IV

Punto	Coordenadas	
	X	Y
109	510,052.99	2,305,153.38
110	510,122.84	2,305,240.69
111	510,233.97	2,305,397.85
112	510,480.03	2,305,743.93
113	510,668.51	2,306,201.92
114	510,733.33	2,306,364.63
115	510,823.29	2,306,604.08
116	510,913.25	2,306,852.79
117	510,970.13	2,307,008.90
118	511,045.54	2,307,208.66
119	511,209.58	2,307,601.56
120	511,369.66	2,308,040.77
121	511,415.96	2,308,159.84
122	511,446.38	2,308,259.06
123	511,475.49	2,308,372.83
124	511,561.48	2,308,604.34
125	511,621.01	2,308,816.00
126	511,636.88	2,308,870.24
127	511,692.45	2,309,022.38
128	511,745.03	2,309,169.22
129	514,028.39	2,308,245.83
108	509,964.09	2,305,021.61
109	510,052.99	2,305,153.38
110	510,122.84	2,305,240.69

Punto	Coordenadas	
	X	Y
111	510,233.97	2,305,397.85
112	510,480.03	2,305,743.93
113	510,668.51	2,306,201.92
114	510,733.33	2,306,364.63
115	510,823.29	2,306,604.08
116	510,913.25	2,306,852.79
117	510,970.13	2,307,008.90
118	511,045.54	2,307,208.66
119	511,209.58	2,307,601.56
120	511,369.66	2,308,040.77
121	511,415.96	2,308,159.84
122	511,446.38	2,308,259.06
123	511,475.49	2,308,372.83
124	511,561.48	2,308,604.34
125	511,621.01	2,308,816.00
126	511,636.88	2,308,870.24
127	511,692.45	2,309,022.38
128	511,745.03	2,309,169.22
129	514,028.39	2,308,245.83
<b>Superficie total</b>	1,855.38 ha	

## Capítulo IV

El polígono definido como SAR para el proyecto contiene una gran superficie clasificada como área de conservación en el PDDUCPPM, además de que se encuentran la zona urbana de Puerto Morelos y algunos desarrollos turísticos ya en operación. También, dentro del polígono delimitado se cuenta con las vías de comunicación adecuadas para el ingreso al predio, por lo que no sería necesario construir nuevas vías de comunicación.

### IV.2. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional (SAR)

#### IV.2.1. Medio físico

##### IV.2.1.1. Clima

El estado de Quintana Roo es uno de los tres estados que se ubican en la península de Yucatán, la cual presenta muy poca variación altitudinal, de los 0 a los 241 msnm. Esta característica ayuda a que se tenga una gran uniformidad climática en todo el estado.

De acuerdo con INEGI, este reporta que la superficie estatal tiene dos tipos de climas: cálido subhúmedo con lluvias en verano Aw1 y clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano A(m) (Consultado en: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/qroo/territorio/clima.aspx>).

De acuerdo con los datos presentados por la SEDESOL (2005), la parte terrestre tiene un rango de temperatura media anual de entre 24 y 26%, y la del mes más frío mayor a 18 °C. La precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias en verano y entre 5 – 10.2% de lluvia invernal, con un rango de precipitación media anual entre 1,000 y 1,200 mm.

Tomando en cuenta que el municipio de Puerto Morelos fue decretado como tal en el año 2015, habiéndose separado del municipio de Benito Juárez, aún no existe mucha información específica para describir las condiciones bióticas y abióticas del municipio. Mucha de dicha información se encuentra en literatura y fichas técnicas que hacen referencia a Benito Juárez; motivo por el cual, algunas veces se retomará esta información para referirse a Puerto Morelos para caracterizar ambientalmente el SAR.



## Capítulo IV

De acuerdo con lo mencionado en el PMDUBJ 2018 – 2030, el clima del municipio de Benito Juárez corresponde al subtipo Aw1x'w(i)w", descrito como un clima húmedo medio de los cálidos subhúmedos con régimen de lluvias intermedio, con un porcentaje invernal  $10 > 18$ , y poca oscilación térmica y con presencia de canícula. La precipitación total anual es de 1,300 mm, con 15.2% invernal.

En el SAR y predio del proyecto, se tiene registrado el tipo de clima Aw0(x'), el más seco de los subhúmedos con un coeficiente P/T menor de 43.2, y Aw1(x'), subhúmedo con lluvias en verano y humedad intermedia entre un w2 y w0 (relación P/T entre 43.2 y 55.3), de acuerdo con la información del INEGI (Figura 72 Clasificación climática en el SAR delimitado para el proyecto de acuerdo con el INEGI, tomando en cuenta la clasificación climática de Köppen modificada por Enriqueta García).

Para tener información más detallada de los factores climáticos prevaletentes en el SAR delimitado para el proyecto, se revisó la información de las estaciones climatológicas instaladas aledañas a la región. En este caso en particular, considerando la uniformidad climática que reporta el INEGI para el estado de Quintana Roo, se decidió considerar la información de las estaciones meteorológicas ubicadas cercanas al SAR, estuvieran en el municipio de Puerto Morelos o en los municipios de Benito Juárez, Lázaro Cárdenas, Solidaridad, siendo en total 05 estaciones (Tabla 45 Estaciones meteorológicas seleccionadas para caracterizar el clima de la región aledaña al predio del proyecto turístico ubicado en la costa de Puerto Morelos, Q. Roo.; Figura 73 Ubicación de las estaciones meteorológicas con registro de información climatológica consideradas para la caracterización climática para el SAR del proyecto). De las cinco, solo dos de ellas se encuentran dentro del municipio de Puerto Morelos: la estación Leona Vicario, clave 23014, y Puerto Morelos, clave 23019, esta última muy cercana al predio del proyecto, por lo que se puede considerar la estación clave para caracterizar el clima del SAR.

La información de cada una de las estaciones meteorológicas, así como su ubicación, se obtuvo de las normales climatológicas del sistema meteorológico nacional en la página de la CONAGUA (<http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=mich>) y de la base de datos de las estaciones meteorológicas del país de la página web <http://clicom-mex.cicese.mx/mapa.html>.

## Capítulo IV

Tabla 45 Estaciones meteorológicas seleccionadas para caracterizar el clima de la región aledaña al predio del proyecto turístico ubicado en la costa de Puerto Morelos, Q. Roo.

Estación		Ubicación (Mpio.)	Altitud (msnm)	Coordenadas	
Clave	Nombre			X	Y
<b>23014</b>	Leona Vicario	Puerto Morelos	8	20° 59' 18"	87° 12' 16"
<b>23019</b>	Puerto Morelos	Puerto Morelos	6	20° 51' 13"	86° 52' 29"
<b>23027</b>	Victoria	Lázaro Cárdenas	15	20° 47' 26"	87° 16' 49"
<b>23155</b>	Cancún	Benito Juárez	9	21° 09' 24"	86° 49' 13"
<b>23163</b>	Playa del Carmen	Solidaridad	9	20° 38' 04"	87° 04' 40"

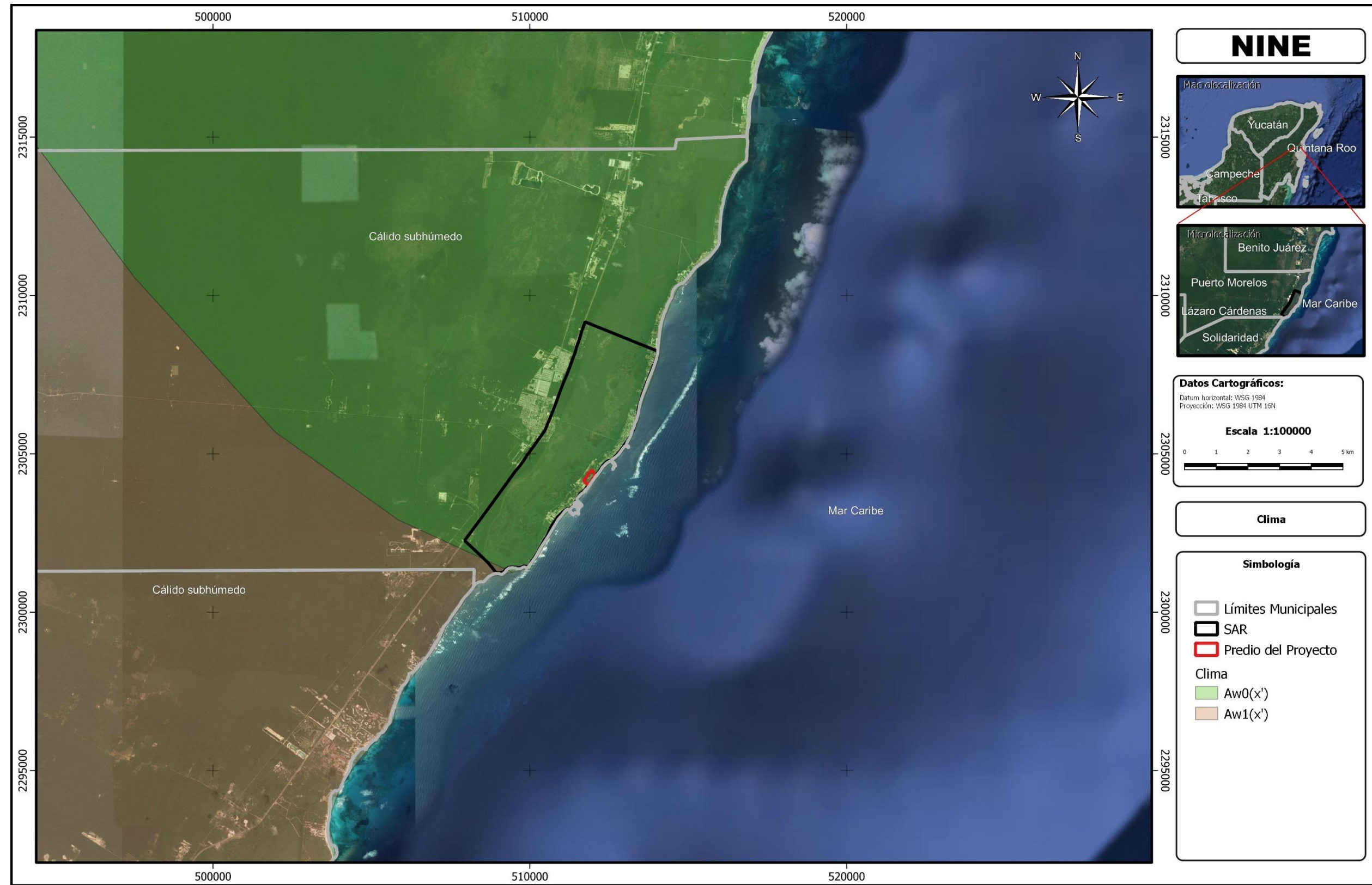


Figura 72 Clasificación climática en el SAR delimitado para el proyecto de acuerdo con el INEGI, tomando en cuenta la clasificación climática de Köppen modificada por Enriqueta García

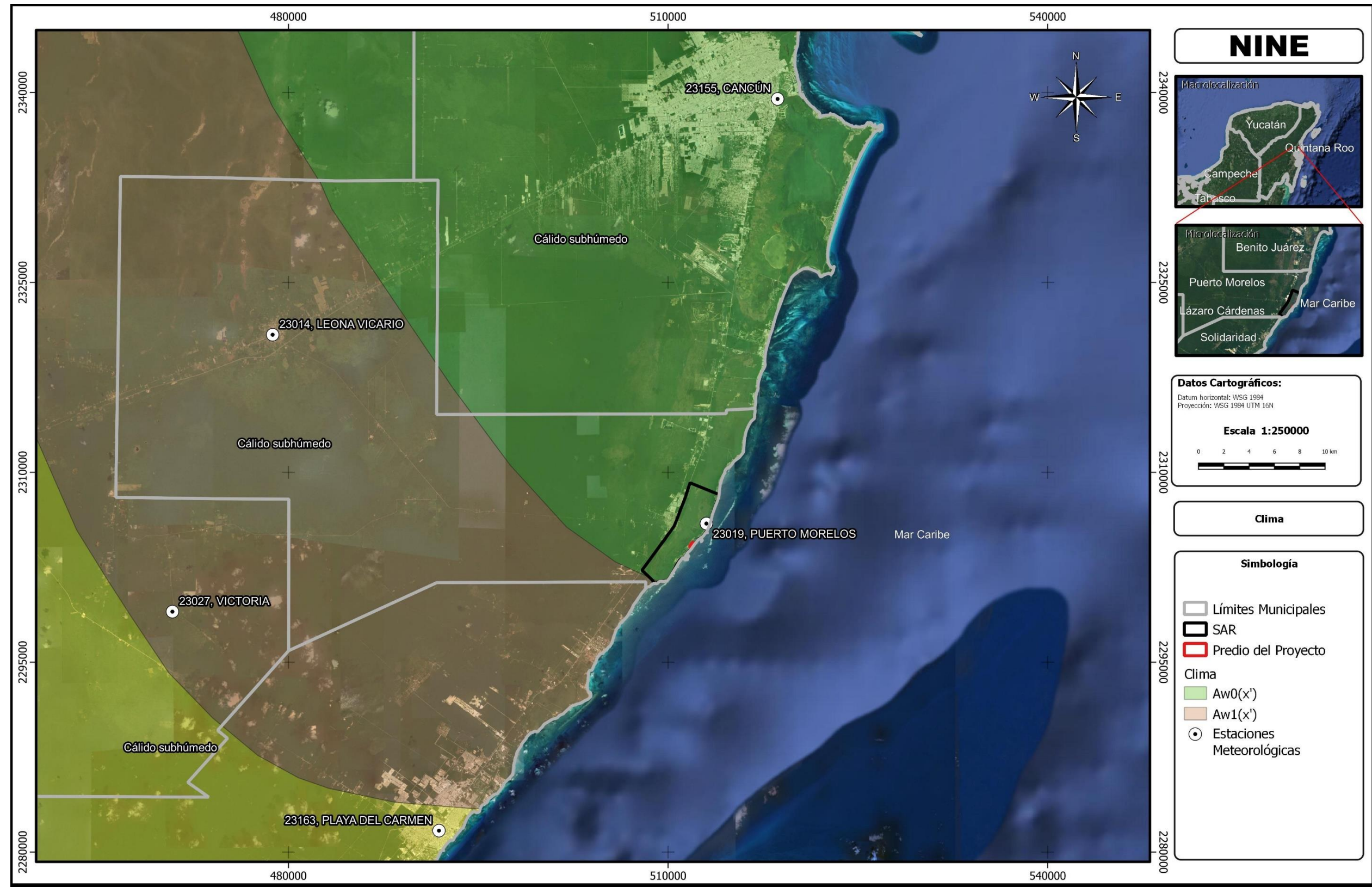


Figura 73 Ubicación de las estaciones meteorológicas con registro de información climatológica consideradas para la caracterización climática para el SAR del proyecto

## Capítulo IV

El resultado del análisis a la base de datos de las estaciones meteorológicas seleccionadas para la caracterización climática arrojó la información que a continuación se presenta. Primero se describen los resultados de la estación Puerto Morelos, por ser la estación más cercana al predio del proyecto y, posteriormente, los resultados de las otras estaciones a manera de comparar y mostrar la información reportada por el INEGI. El orden de presentación de los resultados de la información climática sigue el del número consecutivo de las claves de identificación de las estaciones meteorológicas.

- Estación meteorológica Puerto Morelos (23019):  $Am(f)i'$  → Muy cálido húmedo con temperatura promedio superior a los 26°C (26.2°C), y la del mes más frío sobre los 18°C (23.3°C), con lluvias en verano y precipitación invernal con respecto a la anual superior a 10.2% (16.2%). Poca oscilación de la temperatura (entre 5° y 7°C; 5.1°C).

A continuación, se muestra el comportamiento de la temperatura promedio mensual y de la precipitación promedio total mensual obtenida de la base de datos analizada para esta estación meteorológica (Figura 74 Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica Puerto Morelos, ubicada en el municipio de mismo nombre, Q. Roo).

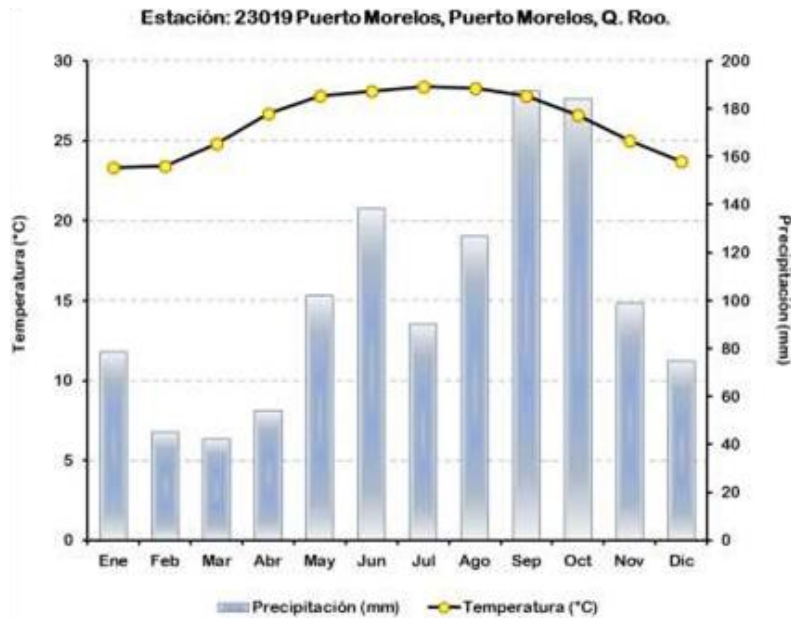


Figura 74 Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica Puerto Morelos, ubicada en el municipio de mismo nombre, Q. Roo

## Capítulo IV

El resultado del análisis a la base de datos de las estaciones meteorológicas seleccionadas para la caracterización climática arrojó la información que a continuación se presenta. Primero se describen los resultados de la estación Puerto Morelos, por ser la estación más cercana al predio del proyecto y, posteriormente, los resultados de las otras estaciones a manera de comparar y mostrar la información reportada por el INEGI.

- Estación meteorológica Puerto Morelos (23019):  $Am(f)i'$  → Muy cálido húmedo con temperatura promedio superior a los 26°C (26.2°C), y la del mes más frío sobre los 18°C (23.3°C), con lluvias en verano y precipitación invernal con respecto a la anual superior a 10.2% (16.2%). Poca oscilación de la temperatura (entre 5° y 7°C; 5.1°C).

La figura presentada a continuación muestra el comportamiento de la temperatura promedio mensual y de la precipitación promedio total mensual obtenida de la base de datos analizada para esta estación meteorológica (Figura 75 Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica Puerto Morelos, ubicada en el municipio de mismo nombre, Q. Roo.).

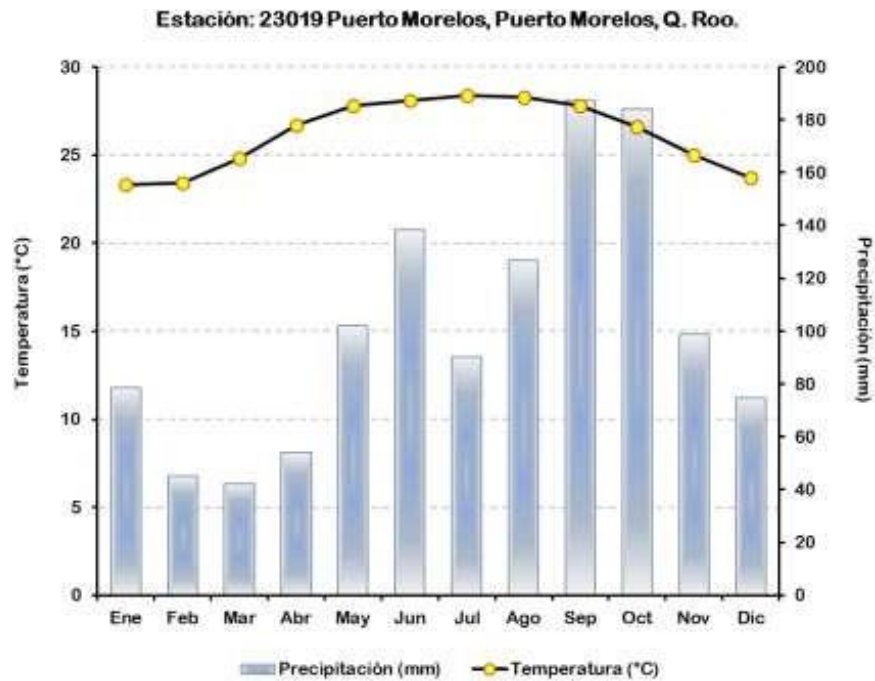


Figura 75 Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica Puerto Morelos, ubicada en el municipio de mismo nombre, Q. Roo.

## Capítulo IV

- Estación meteorológica Leona Vicario (23014):  $Aw_1(x')i \rightarrow$  Cálido subhúmedo con lluvias en verano y humedad intermedia entre un  $w_0$  y  $w_2$  (coeficiente P/T entre 43.2, el más seco de los subhúmedos, y 55.3, el más húmedo de los subhúmedos; 46.1). Temperatura promedio entre  $22^\circ$  y  $26^\circ\text{C}$  ( $24.7^\circ\text{C}$ ), la del mes más frío sobre los  $18^\circ\text{C}$  ( $22.0^\circ\text{C}$ ). Precipitación invernal superior al 10.2%, 13.0% de una precipitación promedio anual de 1,138.8 mm. Isothermal, con menos de  $5^\circ\text{C}$  de variación entre el mes más caliente y el mes más frío ( $4.9^\circ\text{C}$ )

La Figura 76 Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica Leona Vicario, ubicada en el municipio de Puerto Morelos, Q. Roo el comportamiento de la temperatura promedio mensual y de la precipitación total mensual obtenida de la base de datos analizada para esta estación meteorológica.

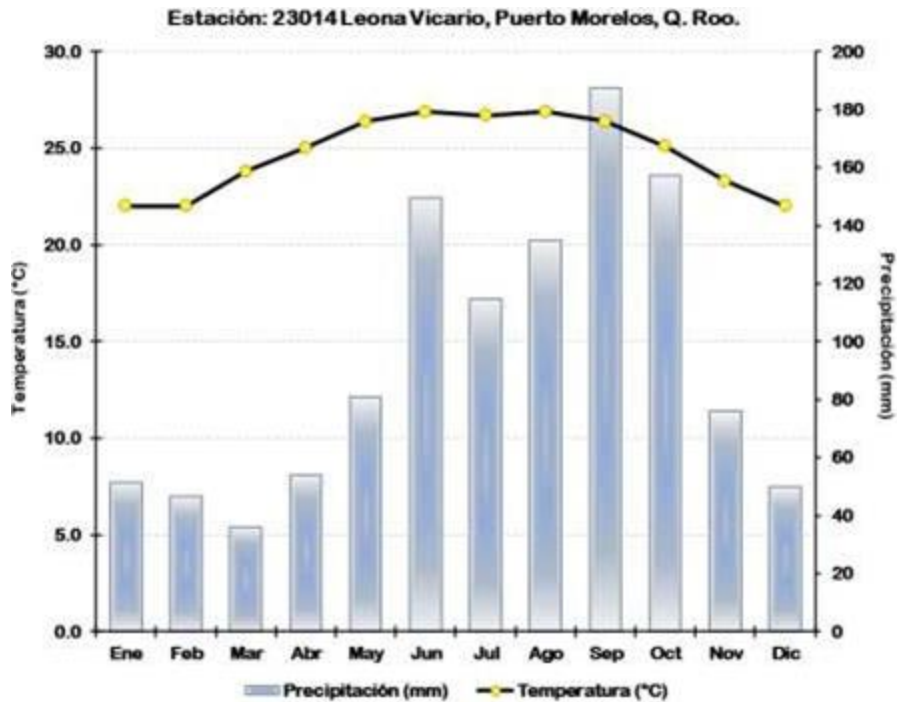


Figura 76 Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica Leona Vicario, ubicada en el municipio de Puerto Morelos, Q. Roo

- Estación meteorológica Victoria (23027):  $Am(f)i' \rightarrow$  Cálido con temperatura promedio entre  $22^\circ$  y  $26^\circ\text{C}$  ( $24.4^\circ\text{C}$ ), y la del mes más frío sobre los  $18^\circ\text{C}$  ( $21.1^\circ\text{C}$ ), con lluvias en verano y precipitación invernal con

## Capítulo IV

respecto a la anual superior a 10.2% (12.8%). Poca oscilación de la temperatura (entre 5° y 7°C;5.7°C).

El climograma presentado a continuación muestra el comportamiento de la temperatura promedio mensual y de la precipitación total mensual obtenida de la base de datos analizada para esta estación meteorológica (Figura 77 Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica Victoria, ubicada en el municipio de Lázaro Cárdenas, Q. Roo.).

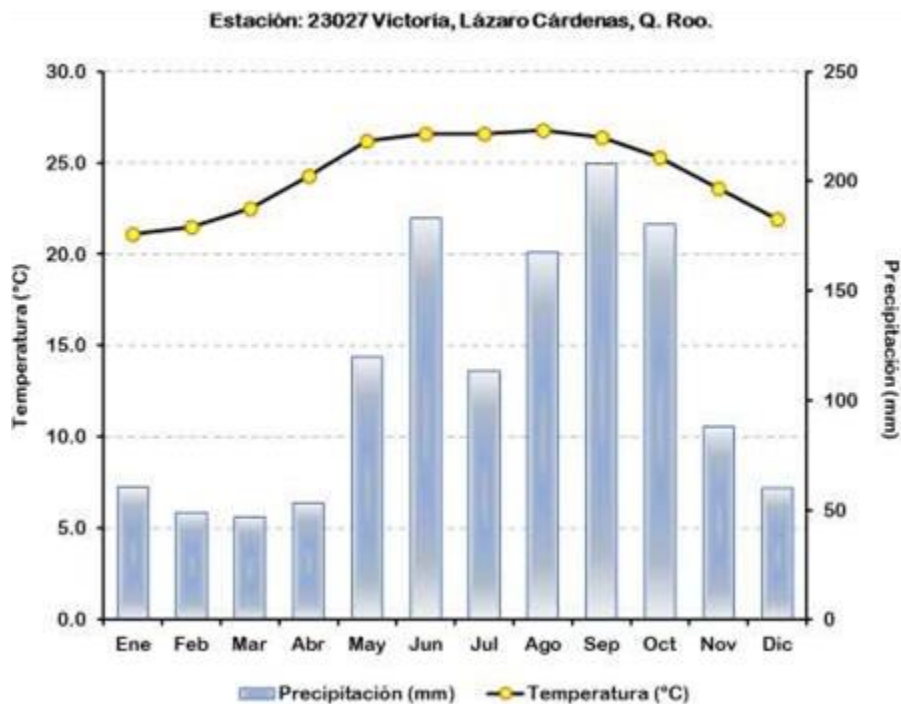


Figura 77 Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica Victoria, ubicada en el municipio de Lázaro Cárdenas, Q. Roo.

- Estación meteorológica Cancún (23155):  $Am(f)i'$  → Muy cálido húmedo con temperatura promedio superior a los 26°C (27.2°C), y la del mes más frío sobre los 18°C (24.1°C). Lluvias en verano y precipitación invernal con respecto a la anual superior a 10.2%, siendo de 18.5% de una precipitación promedio anual de 1,300.2 mm. Poca oscilación de la temperatura (entre 5° y 7°C; 5.6°C).

La Figura 78 Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica Cancún, ubicada en el municipio de Benito Juárez, Q. Roo. muestra el comportamiento



## Capítulo IV

de la temperatura promedio mensual y de la precipitación total mensual obtenida de la base de datos analizada para esta estación meteorológica.

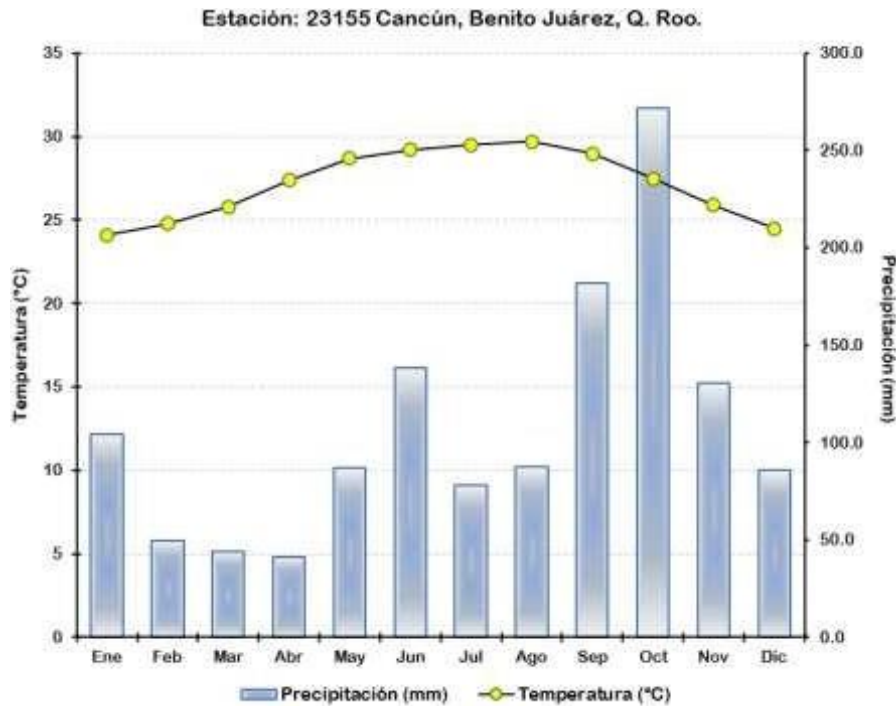


Figura 78 Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica Cancún, ubicada en el municipio de Benito Juárez, Q. Roo.

- Estación meteorológica Playa del Carmen (23163):  $Aw_1(x)i'$  → Cálido subhúmedo con lluvias en verano y humedad intermedia entre un  $w_0$  y  $w_2$  (coeficiente  $P/T$  entre 43.2, el más seco de los subhúmedos, y 55.3, el más húmedo de los subhúmedos; 51.6). Temperatura promedio entre 22° y 26°C (25.8°C), la del mes más frío sobre los 18°C (22.8°C). Precipitación invernal superior al 10.2%, 13.9% de una precipitación promedio anual de 1,331.2 mm. Con poca oscilación de la temperatura (entre 5° y 7°C: 5.2°C).

La Figura 79 Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica Playa del Carmen, ubicada en el municipio de Solidaridad, Q. Roo. muestra el comportamiento de la temperatura promedio mensual y de la precipitación total mensual obtenida de la base de datos analizada para esta estación meteorológica.

## Capítulo IV

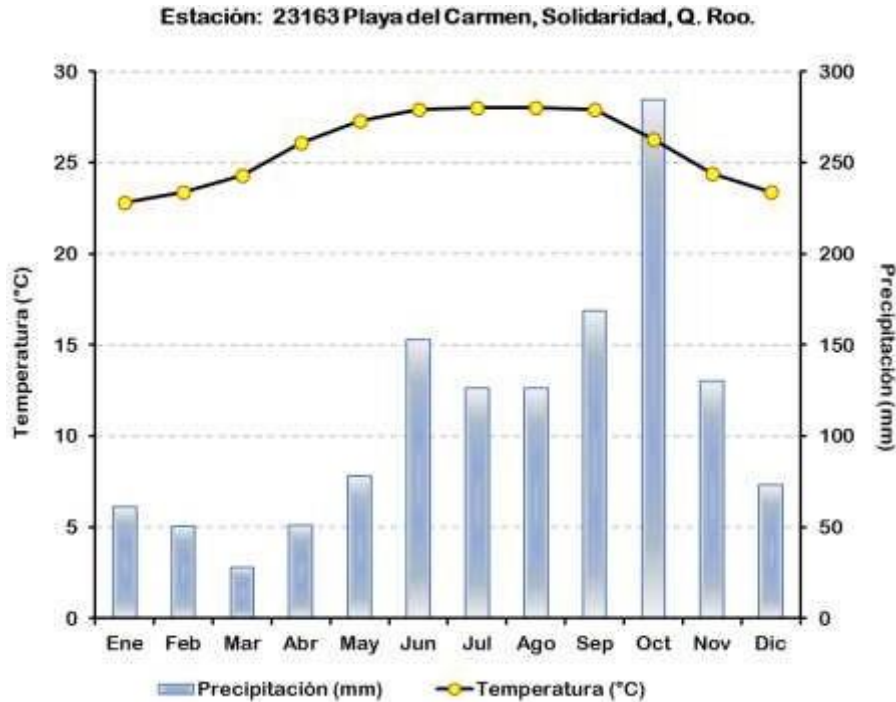


Figura 79 Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica Playa del Carmen, ubicada en el municipio de Solidaridad, Q. Roo.

Los resultados obtenidos demuestran que tres de las cinco estaciones meteorológicas analizadas están en un clima Am(f)i correspondiente a un cálido húmedo con lluvias en verano y humedad una precipitación invernal superior al 10.2% de la total anual y con poca oscilación de la temperatura (entre 5° y 7°C). La información registrada en las otras dos estaciones permite clasificar al clima como Aw1(x)i, lo que describe como un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano y humedad intermedia; temperatura promedio entre 22° y 26°C, siendo la del mes más frío superior a los 18°C (22.8°C), con una precipitación invernal superior al 10.2% y poca oscilación de la temperatura.

Por todo lo anteriormente mencionado, ninguna de las estaciones analizadas arrojó como resultado tener la clasificación del clima mencionado por la SEMARNAT para la región analizada, es decir cálido subhúmedo con lluvias en verano, siendo el más húmedo de los subhúmedos (Aw2). Para clasificar como w2 se debe tener un coeficiente P/T mayor a 55.3, condición que no se cumplió en ninguna de las estaciones meteorológicas analizadas.

A continuación, se presenta un análisis de las temperaturas promedio extremas mensuales.

## Capítulo IV

### IV.2.1.1.1. Temperaturas mínimas y máximas

Las temperaturas máximas promedio mensuales obtenidas van de los 29.9° a los 31.7°C, lo que representa poca variación entre estaciones meteorológicas en esta variable (CV = 2.18%) (Tabla 46 Temperaturas máximas y mínimas promedio anuales, evaporación y días con lluvia al año en las estaciones meteorológicas seleccionadas para la caracterización ambiental del proyecto.). La estación Cancún, ubicada en el municipio de Benito Juárez, fue la que alcanzó la mayor temperatura máxima promedio mensual anual y, por lo contrario, en la estación Victoria, de Lázaro Cárdenas, fue donde se obtuvo la menor temperatura máxima promedio mensual. En la estación Puerto Morelos se registró una temperatura máxima promedio mensual de 30.9°C, muy cercana a la media obtenida en esta variable en las estaciones analizadas (31.7°C).

La variación de la temperatura mínima promedio mensual entre las estaciones meteorológicas analizadas fue de 4.3°C, siendo el valor máximo de 22.6°C en la estación Cancún y el mínimo de 18.3°C en Leona Vicario (Tabla 46 Temperaturas máximas y mínimas promedio anuales, evaporación y días con lluvia al año en las estaciones meteorológicas seleccionadas para la caracterización ambiental del proyecto.). Y, aunque esta variable tuvo una mayor variación que la temperatura máxima promedio mensual, tampoco se puede decir que exista una gran fluctuación de esta variable entre estaciones meteorológicas, más bien se trata de una gran uniformidad entre estas (CV = 8.83%). En esta variable Puerto Morelos resultó con una temperatura mínima promedio mensual superior al promedio que resultó entre las estaciones analizadas (21.5° vs 20.5°C).

Tabla 46 Temperaturas máximas y mínimas promedio anuales, evaporación y días con lluvia al año en las estaciones meteorológicas seleccionadas para la caracterización ambiental del proyecto.

Estación		Ubicación (Mcpio.)	Temp. Media (°C)		Evaporación (mm)	Días con lluvia (No.)	Pp (mm)	Intensidad de lluvia (mm)
Clave	Nombre		Máxim	Mínima				
23014	Leona Vicario	Puerto Morelos	31.2	18.3	1,427.40	78.1	1138.8	14.58
23019	Puerto Morelos	Puerto Morelos	30.9	21.5	1,663.70	88.9	1222.0	13.75

## Capítulo IV

Estación		Ubicación (Mcpio.)	Temp. Media (°C)		Evaporación (mm)	Días con lluvia (No.)	Pp (mm)	Intensidad de lluvia (mm)
Clave	Nombre		Máxim	Mínima				
23027	Victoria	Lázaro Cárdenas	29.9	18.9	1,497.80	104.6	1328.6	12.70
23155	Cancún	Benito Juárez	31.7	22.6	1,479.10	112.7	1300.2	11.54
23163	Playa del Carmen	Solidaridad	30.6	21.0	---	102.8	1331.2	12.95
<b>Máximo</b>			31.7	22.6	1663.7	112.7	1331.2	14.6
<b>Mínimo</b>			29.9	18.3	1427.4	78.1	1138.8	11.5
<b>Promedio</b>			30.9	20.5	1517.0	97.4	1264.2	13.1
<b>Desvest</b>			0.67	1.81	102.23	13.78	82.82	1.14
<b>CV</b>			2.18	8.83	6.74	14.15	6.55	8.73

### IV.2.1.1.2. Evaporación

La humedad atmosférica proviene de la evaporación a nivel del suelo y, en este proceso, las moléculas de vapor de agua escapan de los cuerpos de agua y del agua que es captada y retenida momentáneamente en la tierra y las plantas. Este proceso depende de la cantidad de calor absorbido por el suelo, que está en relación con el balance energético.

Los valores obtenidos en las 10 estaciones meteorológicas consideradas en este análisis, resultó que el valor de esta variable va de los 1,427.4 mm a los 1,663.7 mm promedios totales anuales, con un valor promedio anual de 1,517.0 mm (Tabla 46 Temperaturas máximas y mínimas promedio anuales, evaporación y días con lluvia al año en las estaciones meteorológicas seleccionadas para la caracterización ambiental del proyecto.). El valor menor de evaporación (1,427.4 mm promedio anual) se tiene en la estación meteorológica Leona Vicario y, por otro lado, el valor máximo (1,663.7 mm promedio total anual) se tiene en la estación meteorológica Puerto Morelos. Sin embargo, el valor máximo obtenido fue menor a los 1,736.7 mm de evaporación potencial media anual reportada para el Estado por el INEGI (2002); pero superiores a los 1,236.46 mm reportados por la CONAGUA (2002) para la región del acuífero Península

## Capítulo IV

de Yucatán, para el cual se obtuvo una variación con valores medios mínimos de 1,056 mm, a medios máximos de 1,400 mm.

### IV.2.1.1.3. Precipitación y días con lluvias al año

La precipitación se puede presentar en forma líquida (lluvia y llovizna) y sólida (granizo y nieve). A nivel nacional, las precipitaciones que mayor volumen de agua descargan es la líquida, sumando la lluvia y la llovizna. Éstas se clasifican en tres tipos, de acuerdo con el ascenso de la masa de aire húmedo: orográfica, convectiva y ciclónica (Aranda, 1998) (Tabla 47 Descripción de los tipos de precipitación correspondientes al SAR)

De los tres tipos de precipitación arriba mencionadas, por su ubicación y orografía, en el SAR del proyecto las precipitaciones que se tienen corresponden a los tipos convectivas y ciclónicas, estas últimas destacan por tratarse de precipitaciones torrenciales que descargan grandes volúmenes de agua en la región.

Tabla 47 Descripción de los tipos de precipitación correspondientes al SAR

<b>Tipo de precipitación</b>	<b>Descripción</b>
<b>Convectiva</b>	Ocasionada por el ascenso de una masa de aire caliente, ocasionando su enfriamiento adiabáticamente (sin intercambiar calor con su entorno), hasta alcanzar su punto de condensación y formar nubosidad de tipo cumuliforme y darse la precipitación en forma de aguacero
<b>Ciclónica</b>	Asociadas al paso de un ciclón. Se dividen en frontales y no frontales
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Frontales</b></li></ul>	Se asocia a un frente frío o a un frente cálido. En el primer caso, el aire cálido es desplazado por el aire frío formando una nubosidad vertical que provoca chubascos, los cuales a veces llegan a ser intensos, tormentas y granizadas. Y, en las precipitaciones de frentes cálidos el aire caliente asciende formando una nubosidad más estratiforme y, por lo tanto, provoca lluvias y lloviznas más continuas y prolongadas, pero de baja intensidad.
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>No frontales</b></li></ul>	Resultan del ascenso de una masa de aire debido a la convergencia de masas de aire que tienden a rellenar la zona de baja presión

Del análisis realizado a las estaciones meteorológicas seleccionadas, se obtuvieron precipitaciones que van de los 1,138.8 mm anuales a los 1,331.2 mm, donde la estación Playa del Carmen, ubicada en el municipio de Solidaridad, tuvo la mayor precipitación

## Capítulo IV

anual y, por lo otro lado, en la estación Leona Vicario, de Puerto Morelos, consiguió la menor precipitación. En este caso, la estación meteorológica de Puerto Morelos resultó con una precipitación promedio anual de 1,222.0 mm, ligeramente menor a la media de las cinco estaciones analizadas (1,264.2 mm) (Tabla 46 Temperaturas máximas y mínimas promedio anuales, evaporación y días con lluvia al año en las estaciones meteorológicas seleccionadas para la caracterización ambiental del proyecto.).

El número de días con lluvias al año varió de los 78.1 a los 112.7 días, siendo la estación Cancún la que presentó el mayor número de días lluviosos y Leona Vicario la de menor número de días (Tabla 46 Temperaturas máximas y mínimas promedio anuales, evaporación y días con lluvia al año en las estaciones meteorológicas seleccionadas para la caracterización ambiental del proyecto.). Sin embargo, a pesar de que en Leona Vicario se tuvieron menor número de días con lluvia, fue en esta estación donde se tuvo la mayor intensidad de lluvia con 14.58 mm por evento, y, por otro lado, en la estación Cancún se tuvo el mayor número de días con lluvia, pero los eventos tuvieron una menor intensidad en promedio con 11.54 mm por día con lluvia.

### IV.2.1.1.4. Ciclones tropicales

Estos fenómenos meteorológicos son una gran masa de aire cálido y húmedo con fuertes vientos que giran en forma de espiral alrededor de una zona de baja presión (Rosengaus et al., 2002). Cuando éstos se ubican en el hemisferio norte giran en el sentido contrario a las manecillas del reloj. De acuerdo con lo mencionado por Matías (2013), este tipo de fenómenos del hemisferio norte se generan en los océanos Atlántico, Índico y Pacífico, entre los 5° y 15° de latitud.

Para poder monitorear la magnitud e intensidad de sus efectos, así como para poder pronosticar un ciclón tropical, es necesario dar seguimiento a los parámetros: presión mínima central, vientos máximos sostenidos y la dirección y velocidad de traslación. La manera más común de clasificarlos se asocia a la velocidad de sus vientos, la cual se presenta a continuación.

## Capítulo IV

Tabla 48 Clasificación de ciclones tropicales de acuerdo con la velocidad de sus vientos

<b>Tipos de ciclones tropicales</b>	<b>Velocidad de los vientos (km h-1)</b>
Depresión tropical	>63
Tormenta tropical	63-118
Huracán	>119

Los efectos provocados por estos fenómenos meteorológicos en el ser humano y los recursos naturales, principalmente la de los huracanes, son devastadores por las lluvias intensas y vientos fuertes, generando fuertes oleajes e inundaciones costeras.

De acuerdo con lo mencionado por Tanner y Kapos (1991), el impacto de los huracanes va a depender de las características propias del fenómeno meteorológico, la topografía y el ecosistema, como el tipo de vegetación, altura del dosel y especies presentes.

En el territorio nacional los huracanes generalmente ocurren entre los meses de mayo a noviembre, principalmente durante la época cálida cuando las temperaturas del mar alcanzan los 26 °C y, una vez ya formados se desplazan hacia el oeste. De hecho, el Caribe mexicano, así como la costa sur del Pacífico, mantienen temperaturas de la superficie del mar que permiten sustentar ciclones tropicales durante todo el año (Rosengaus *et al.*, 2002).

El estado de Quintana Roo se encuentra en una región con gran incidencia de ciclones tropicales, en sí la península de Yucatán en su totalidad, lo cual se complica por las características orográficas de la porción continental, en la que su planicie no representa un gran obstáculo para el avance de los eventos ciclónicos. Normalmente cuando éstos se presentan, provenientes de la zona del Atlántico sur, al atravesar la parte terrestre de la península sufren una disminución en la intensidad de la velocidad de los vientos, mismo que pueden volver a reactivarse al cruzar y llegar a la zona del Golfo de México.

## Capítulo IV



Fuente: Imagen obtenida de la página web <https://www.cyclocane.com/es/>.

Figura 80 Formación y trayectorias comunes de los ciclones tropicales que llegan a impactar la península de Yucatán, incluyendo el estado de Quintana Roo.



Fuente: CENAPRED. Atlas Nacional de Riesgos, en:

[http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/AtlasEstatales/?&NOM\\_ENT=Quintana%20Roo&CVE\\_ENT=23](http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/AtlasEstatales/?&NOM_ENT=Quintana%20Roo&CVE_ENT=23).

Figura 81 Trayectoria de tormentas tropicales, representada por las líneas verdes, y huracanes tipo 1, líneas amarillas, que inciden sobre el estado de Quintana Roo, en la península de Yucatán.

Históricamente, la península de Yucatán, incluyendo al estado de Quintana Roo, ha sido fuertemente golpeada por huracanes, causando grandes devastaciones agropecuarias, destrucción de infraestructura pública y privada, afectaciones ambientales y, lo más



## Capítulo IV

lamentable, pérdidas humanas. Entre los fenómenos hidrometeorológicos que mayor impacto han ocasionado en la región están los huracanes Gilberto (1988), Opal (1995), Iván (2004), Emily y Wilma (2005), los cuales fueron clasificados dentro de las categorías 4 y 5 en la escala Saffir – Simpson con vientos desde 240 km h<sup>-1</sup> hasta 325 km h<sup>-1</sup>.

En los últimos 10 años no se ha tenido una gran presencia de tormentas o depresiones tropicales o huracanes que golpeen directa y fuertemente el estado de Quintana Roo. De acuerdo con información publicada por la CONAGUA (ver: <https://smn.cna.gob.mx/es/ciclones-tropicales/informacion-historica>), entre el 2005 y el 2020 se han presentado 22 ciclones tropicales que han incidido directamente en el Estado; el año de 2005 cuando se tuvo un mayor número de ellos, siendo estos: la depresión tropical Cindy, el huracán Emily, la tormenta tropical Stan y el huracán Wilma (Tabla 49 Fenómenos hidrometeorológicos de mayor impacto en el estado de Quintana Roo entre 1988 y 2020.). Sin embargo, Dean fue el que más afectación ocasionó con sus 260 km h<sup>-1</sup> de vientos sostenidos y rachas de hasta 315 km h<sup>-1</sup> en agosto de 2007. Recientemente tenemos Delta, el cual golpeó el Estado directamente en Puerto Morelos con vientos máximos de 175 km h<sup>-1</sup>, rachas de 205 km h<sup>-1</sup> y un desplazamiento hacia el noroeste a 28 km h<sup>-1</sup>.

Tabla 49 Fenómenos hidrometeorológicos de mayor impacto en el estado de Quintana Roo entre 1988 y 2020.

Año	Nombre	Categoría	Periodo	Vientos máximos (km h <sup>-1</sup> )		Año
				Sostenidos	Rachas	
1988	Gilberto	H5	3-19 sept	295	320	1988
1995	Opal	H5	27/sep – 05/oct	240		1995
1998	Mitch	H5	22/oct – 05/nov	285		1998
2000	Gordon	DT	14-18 sep	55		2000
2001	Chantal	TT	15-22 sep	115		2001
2003	Claudette	H1	08-16 jul	110		2003
2004	Iván	H5	02-24 sep	275	325	2004
2005	Cindy	DT	3-6 jul	55		Cindy
	Emily	H4	10-21 jul	215		Emily

## Capítulo IV

Año	Nombre	Categoría	Periodo	Vientos máximos (km h-1)		Año
				Sostenidos	Rachas	
	Stan	TT	01-05 oct	75		Stan
	Wilma	H4	15-25 oct	230		Wilma
<b>2007</b>	Dean	H2	20-21 ago	260	315	2007
<b>2008</b>	Arthur	Tt	31/may-01/jun	65		2008
	Dolly	Tt	20-21 de jul	85	100	
<b>2009</b>	Ida	H2	04-09 de nov	165	205	2009
<b>2010</b>	Alex	H2	25/jun-01/jul	90	165	2010
	Karl	H3	14-18 de septiembre	100	230	
	Richard	Dt	20-26 de octubre	55	75	
<b>2011</b>	Rina	Tt	23-28 de octubre	95	175	2011
<b>2012</b>	Ernesto	H1	01-10 de agosto	140	175	2012
	Leslie	H1	30/ago-11/sep	120	150	
<b>2013</b>	Ingrid	H1	12-17 sep	140	165	2013
<b>2014</b>	Dolly	Tt	01-03 de septiembre	85	100	2014
<b>2015</b>	Bill	Tt	15-17 de junio	95	110	2015
<b>2016</b>	Earl	H1	02 – 06 agosto	130	150	2016
<b>2017</b>	Franklin	H1	06 – 10 agosto	140	165	2017
<b>2018</b>	Alberto	Tt	25 - 29 mayo	100	120	2018
<b>2018</b>	Michael	H4	06 – 12 octubre	230	275	2018
<b>2020</b>	Delta	H2	06 -08 octubre	175	205	2020

Con información de la CONAGUA, ver: <https://smn.cna.gob.mx/es/ciclones-tropicales/informacion-historica>. Categorías: H = Huracán, seguido del número de acuerdo con clasificación según la escala Saffir-Simpson; Tt = Tormenta tropical y, Dt = Depresión tropical.

## Capítulo IV

De acuerdo con el mapa de amenazas por presencia de ciclones tropicales del estado de Quintana Roo elaborado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), Puerto Morelos está en una franja considera de alto riesgo de ser impactado por estos fenómenos hidrometeorológicos (Figura 82 Mapa de riesgo por presencia de ciclones tropicales para el estado de Quintana Roo, elaborado por el CENAPRED) (SEDESOL, 2011). Dicho análisis es resultado del análisis histórico de la presencia de fenómenos hidrometeorológicos, no por la intensidad con la que ha sido golpeada la región.

El efecto que los ciclones tropicales han tenido en el municipio se manifiesta más claramente en su zona costera, donde se puede observar la erosión de la playa ocasionada por el rompimiento del oleaje durante los ciclones, así como la afectación a la cobertura forestal, principalmente de la vegetación que se encuentra cerca de la línea de costa del mar Caribe (SEDESOL, 2011).

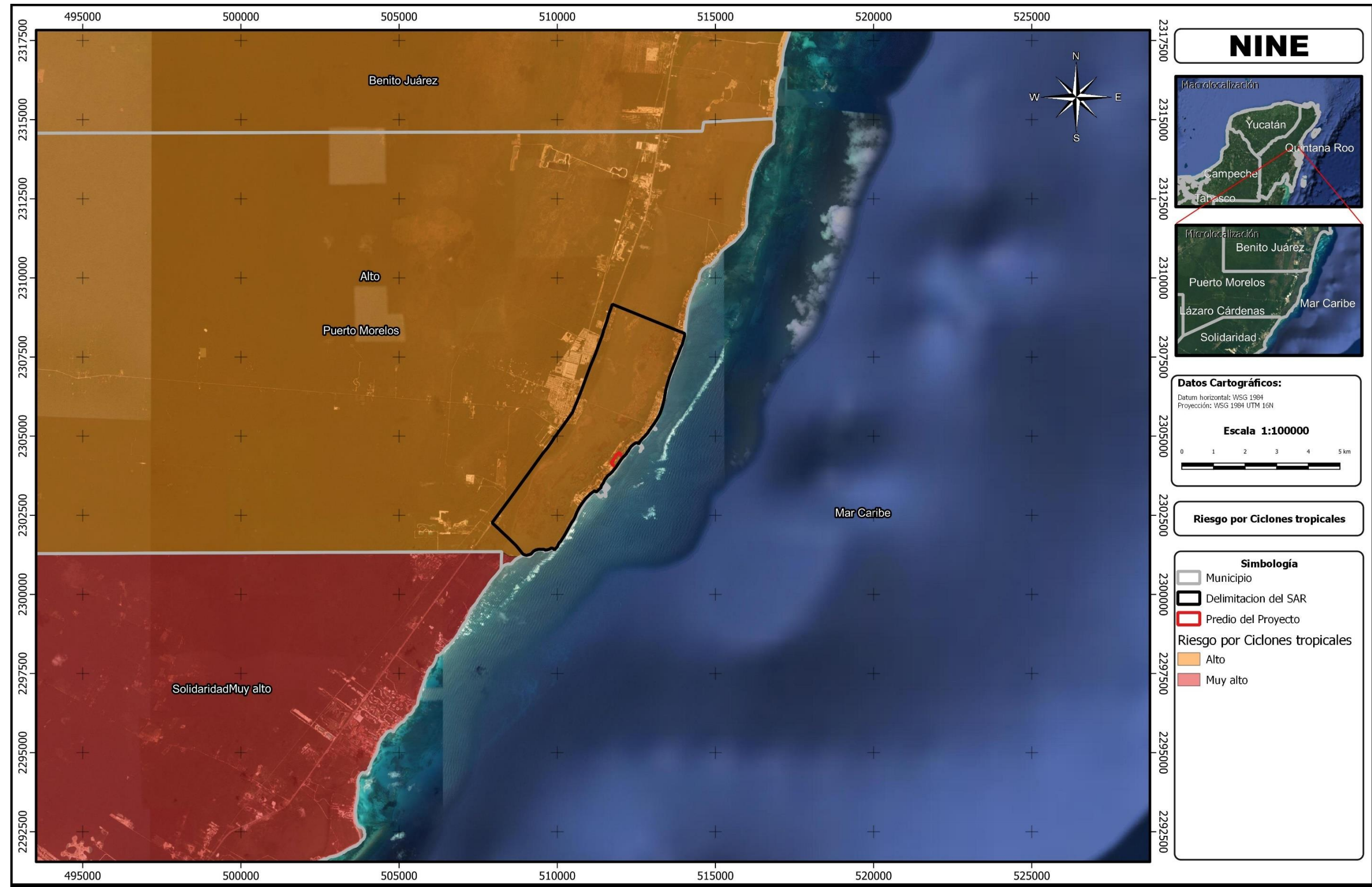


Figura 82 Mapa de riesgo por presencia de ciclones tropicales para el estado de Quintana Roo, elaborado por el CENAPRED

## Capítulo IV

### IV.2.1.2.Fisiografía

México es un país con una gran variación topográfica y geológica, representado por sistemas montañosos que corren cerca o relativamente cerca de las zonas de costa, mesetas o valles centrales, planicies costeras y áreas con poco relieve en los extremos, con intercalación entre ellas. Esta gran variación llevó a diferenciar y clasificar el territorio nacional en provincias y subprovincias fisiográficas. Las provincias representan las características generales de relieve, origen geológico y paisaje de una región específica. Y, por otro lado, las subprovincias agrupan regiones con características topográficas similares que las diferencian de otras dentro regiones.

El SAR delimitado para el desarrollo del proyecto se ubica en la provincia denominada “Península de Yucatán” (Figura 83 Ubicación del SAR y predio del proyecto, en el municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo, con respecto a la provincia fisiográfica “Península de Yucatán”), la cual se trata de una provincia rocosa con hondonadas someras que, a su vez, se divide en solo tres subprovincias fisiográficas: Carso yucateco; Carso y lomeríos de Campeche, y Costa baja de Quintana Roo.

Esta provincia fisiográfica se ubica en el sureste de la República Mexicana, comprendiendo la totalidad de los estados de Yucatán y Quintana Roo y, la gran mayoría territorial del estado de Campeche. Se encuentra limitada al Norte y Oeste con el Golfo de México, al Sur con Belice y al Este con el Mar Caribe

Lugo-Hubp et al. (1992), mencionan que la península de Yucatán está conformada por dos unidades morfológicas: la primera comprende el Norte de la península, donde predominan las planicies y las rocas sedimentarias neogénicas y, la segunda se ubica en el Sur, donde se mezclan planicies con lomeríos de hasta 400 msnm que se desplantan sobre rocas sedimentarias oligocénicas.

Una de las características distintivas de esta provincia es su poca variabilidad altitudinal, reportándose en promedio 50 msnm, por lo que se considera un terreno predominantemente plano. Al sur en los límites con Campeche y Guatemala se localizan las mayores elevaciones, encontrándose altitudes hasta de 241 msnm; al oeste en los límites con Yucatán se tienen alturas hasta de 100 msnm y al norte la altitud alcanza 80 metros que va disminuyendo hasta llegar a cero, conforme se aproxima a la costa.

## Capítulo IV

Las principales elevaciones son: cerro El Charro con 230 msnm, cerro El Gavilán con 210 msnm, cerro Nuevo Becar con 180 msnm y cerro El Pavo con 120 msnm.

En otro nivel, el SAR se ubica dentro de la subprovincia fisiográfica “62: Carso yucateco” (Figura 84 Ubicación del SAR y predio del proyecto, en el municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo, con respecto a la subprovincia fisiográfica “Carso Yucateco”). Ésta se conforma por la mayoría territorial de los estados de Yucatán y Quintana Roo, y solo una pequeña superficie de Campeche. Por otro lado, el SAR y predio del proyecto se ubica dentro de un área de la subprovincia fisiográfica clasificada como playa o barra, con presencia de piso rocoso, de acuerdo con la información presentada por el INEGI en la carta fisiográfica Mérida (INEGI, 1987).

Particularmente, el estado de Quintana Roo presenta una variación altitudinal que va desde el nivel del mar hasta los 380 msnm (Fragoso-Servón et al., 2014a) (Figura 85 Modelo Digital de Elevaciones para el SAR y predio del proyecto). La altitud va ascendiendo de este hacia el oeste y de norte a sur, siendo el extremo suroeste donde se presentan las mayores alturas, en la región donde se juntan los municipios de Othón P. Blanco y Bacalar con el municipio de Calakmul, Campeche. Sin embargo, la zona de mayor altitud del estado se ubica en la subprovincia Carso y lomeríos de Campeche.

En concordancia con lo antes señalado, el SAR delimitado para el proyecto fisiográficamente representa ser un área con poca pendiente, con muy poca variación altitudinal yendo de nivel del mar a los 10 msnm (Figura 85 Modelo Digital de Elevaciones para el SAR y predio del proyecto). Las variaciones en altitud se presentan en distancias relativamente largas, lo que da como resultado tener poca pendiente en el sitio, la cual se considera más bien plana.

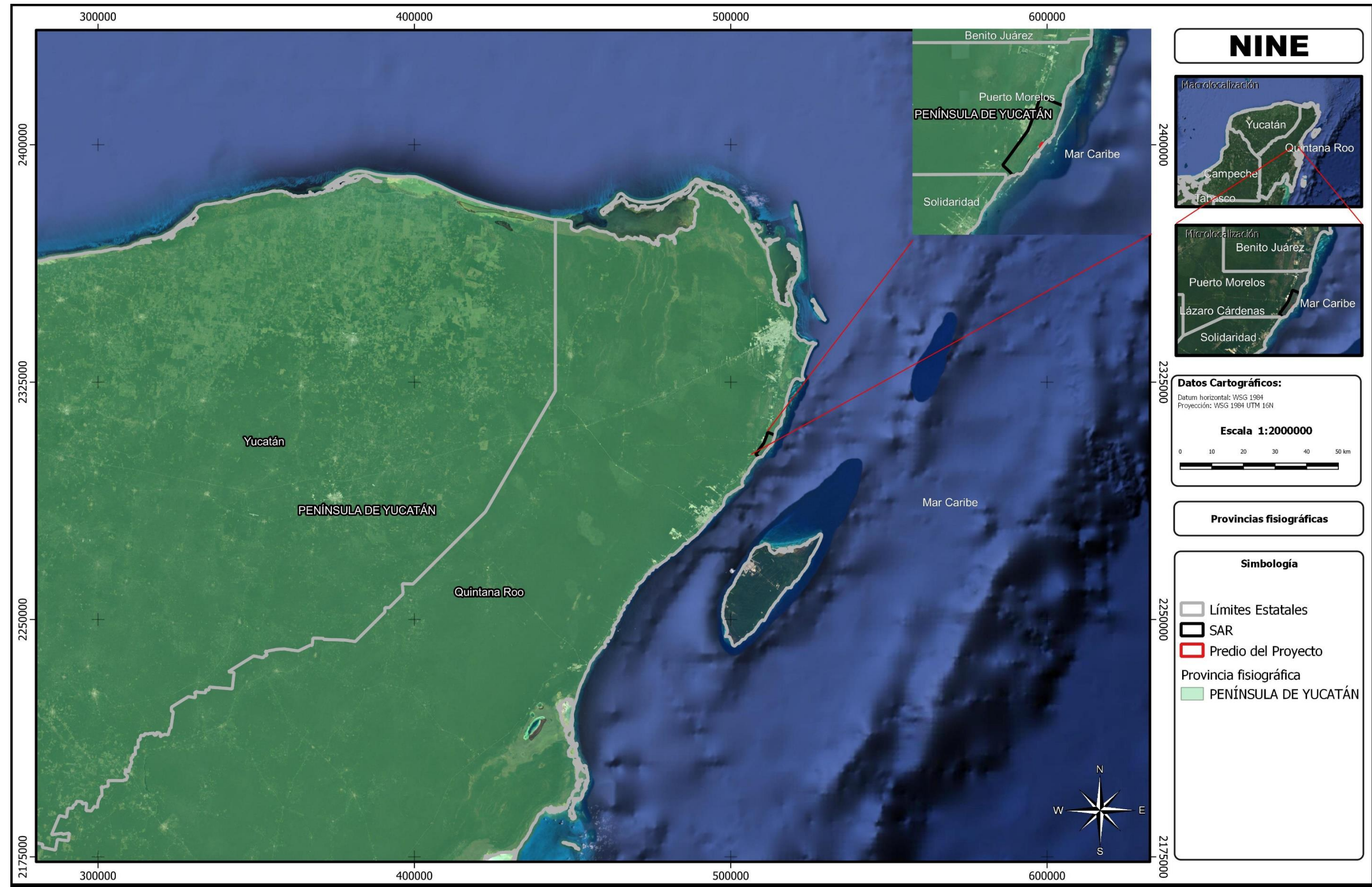


Figura 83 Ubicación del SAR y predio del proyecto, en el municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo, con respecto a la provincia fisiográfica "Península de Yucatán".

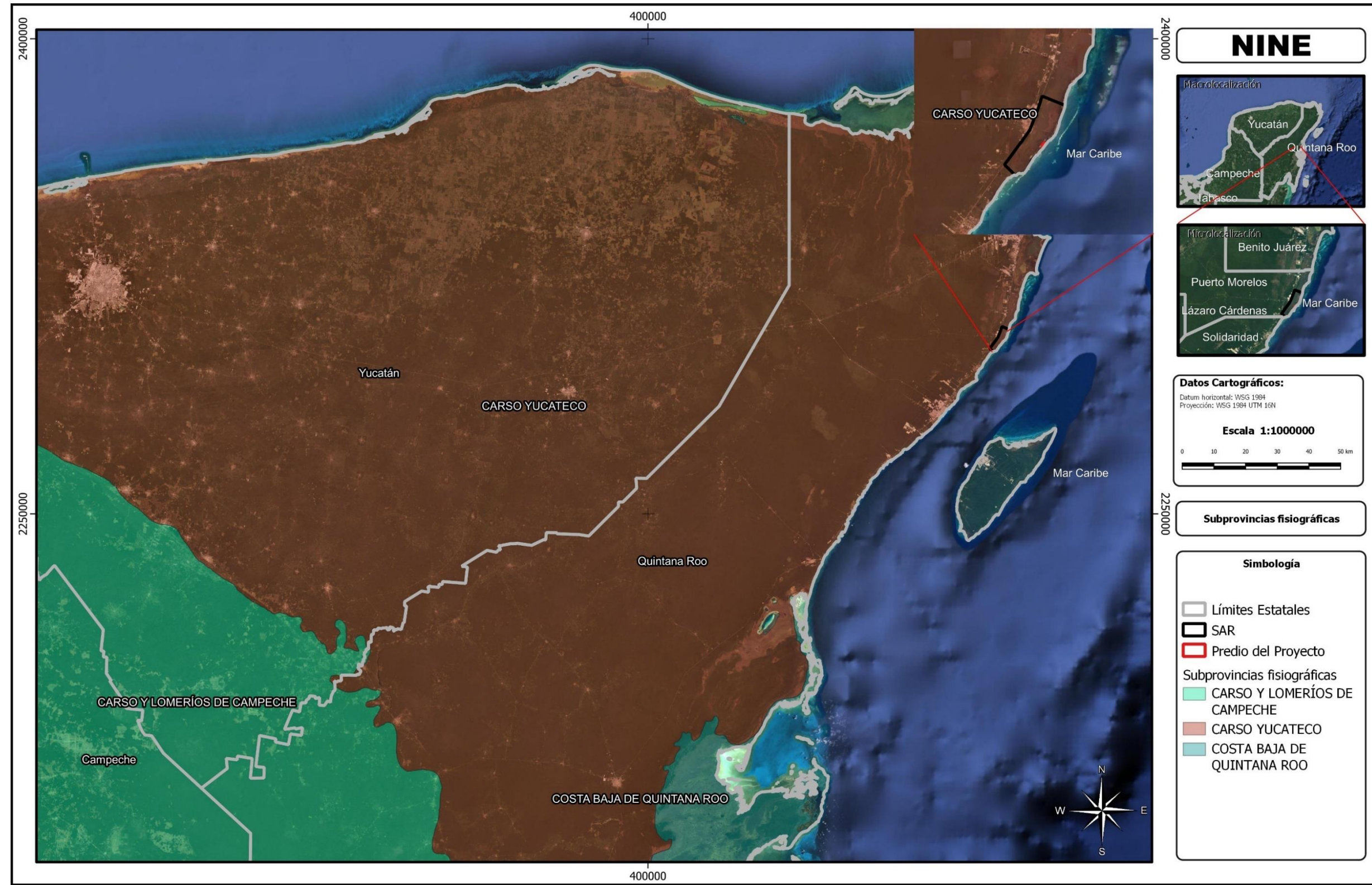


Figura 84 Ubicación del SAR y predio del proyecto, en el municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo, con respecto a la subprovincia fisiográfica “Carso Yucateco”.



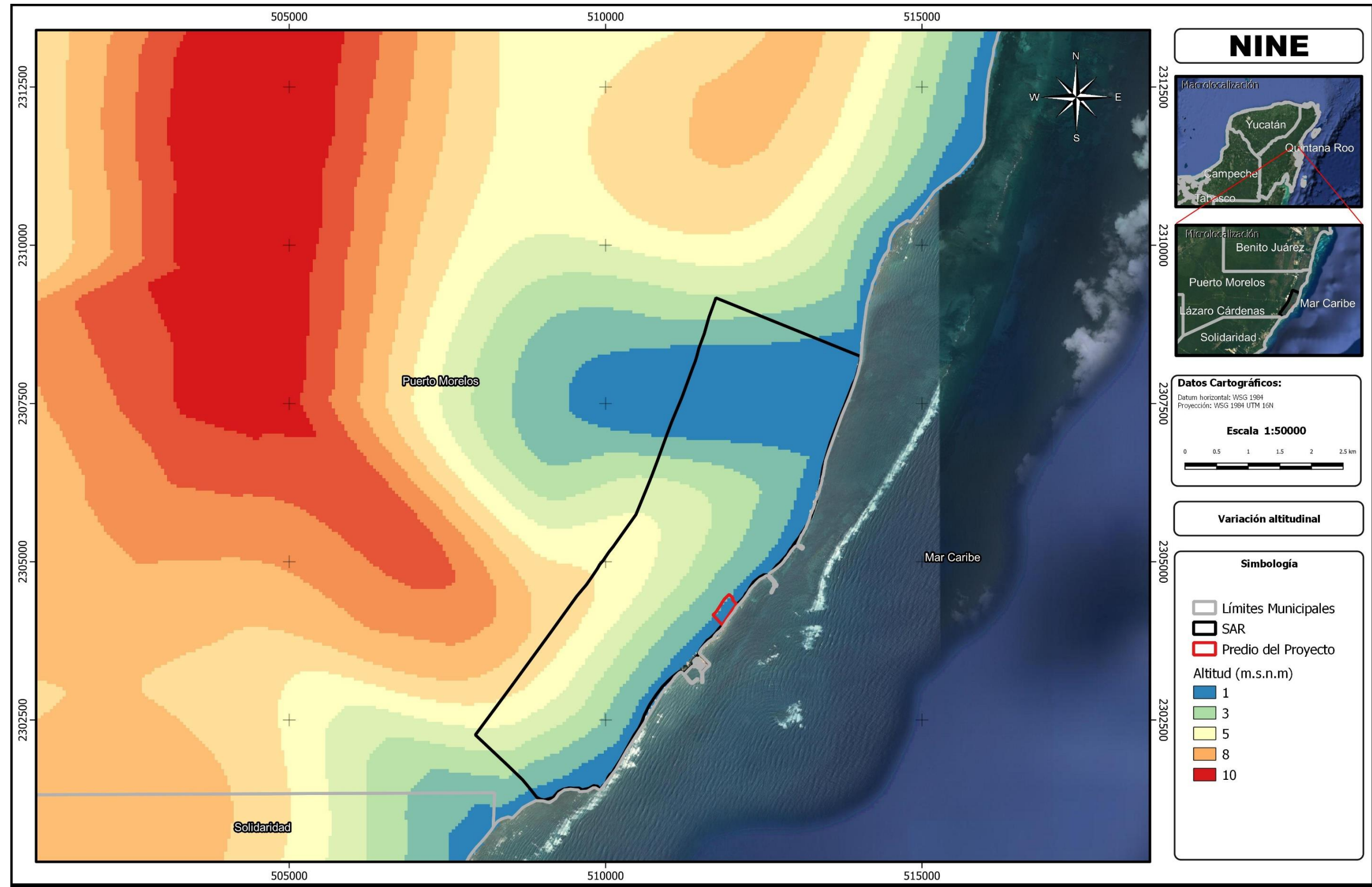


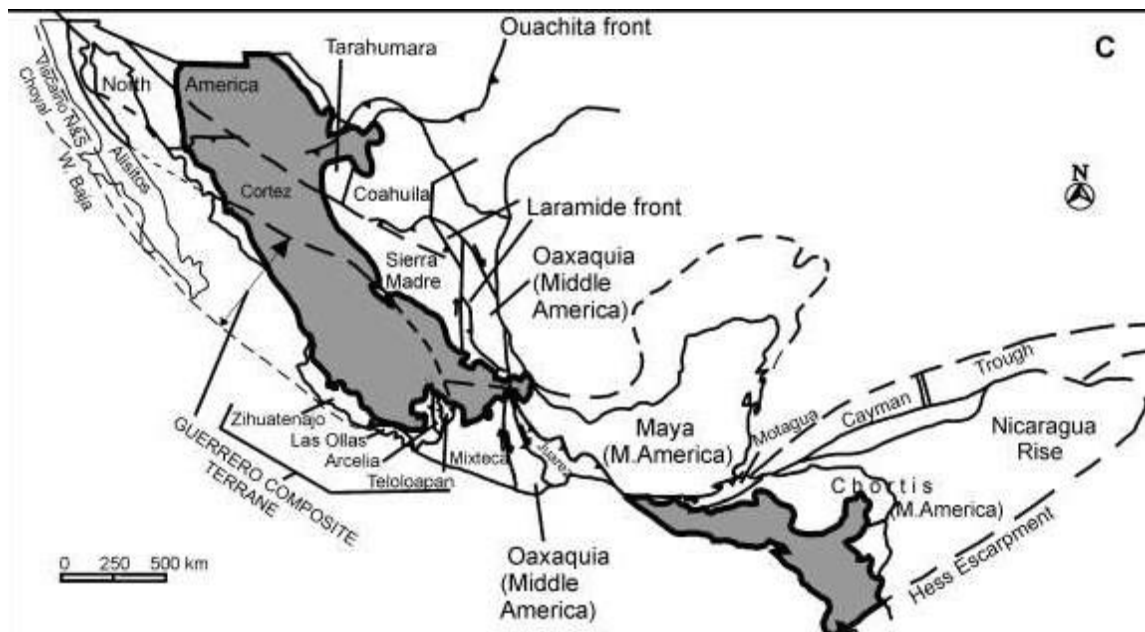
Figura 85 Modelo Digital de Elevaciones para el SAR y predio del proyecto

## Capítulo IV

### IV.2.1.3. Geología

El SAR definido para el proyecto, se encuentra ubicado sobre el terreno tectonoestratigráfico Maya (Figura 86 Principales terrenos tectono-estratigráficos presentes en México.), entendiéndose como terreno al “paquete de rocas con fallas de extensión regional caracterizado por una historia geológica que difiere de la de los terrenos vecinos”, de acuerdo con las versiones propuestas por Campa y Coney (1983), Sedlock et al. (1993) y Keppie (2004). El terreno Maya está conformado por los estados de Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo; algunos autores proponen que esta se extiende hasta el Sur de Tamaulipas y el Norte de Veracruz.

Figura 86 Principales terrenos tectono-estratigráficos presentes en México.



La parte del terreno Maya representada por Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo fue denominada por Sedlock et al. (1993) como provincia Plataforma de Yucatán, que se distingue por ser una gran planicie con lomeríos de pendiente suave y poca altitud.

De acuerdo con lo descrito por Sedlock et al. (1993), la historia geológica de la Plataforma de Yucatán está ligada a la apertura del Golfo de México, iniciando en el Triásico superior, con la ruptura del supercontinente Pangea, en el margen sur de la placa de Norteamérica, evento que continuó durante el Jurásico inferior y medio. Los pozos en

## Capítulo IV

esta Plataforma tocan fondo en rocas metavolcánicas paleozoicas o paleozoicas, cuarcita y esquisto.

Lugo-Hubp et al. (1992), refirieron que las rocas sedimentarias mesozoicas y cenozoicas tienen un grosor de más de 3,500 m, y están sobrepuestas sobre el basamento paleozoico, antes mencionado. Sobre este basamento se encuentran rocas de la era Mesozoica, periodo Jurásico. Posterior a ésta se encuentran las rocas evaporitas provenientes del periodo Cretácico, conocidas como Evaporitas Yucatán.

Los autores antes citados refieren que todo el subsuelo de la Plataforma de Yucatán consiste en rocas calizas, areniscas y evaporitas del periodo Terciario, épocas Paleoceno (65-54 Ma) y Eoceno (54-37 Ma).

Por otro lado, Lugo-Hubp et al. (1992), mencionaron que en la Península de Yucatán se distinguen dos unidades morfológicas principales:

1. Al Norte de la Península: predominan las planicies y rocas sedimentarias neogénicas
2. Al Sur: planicies combinadas con lomeríos de hasta 400 msnm, en rocas sedimentarias oligocénicas

El SAR del proyecto está sobre un área que consiste principalmente de una secuencia de rocas carbonatadas, como el resto de la Plataforma de Yucatán, que abarcan desde el periodo Terciario, época Paleoceno (65-54 Ma) al Reciente; sin embargo, en la carta Geológico-Minera Cozumel F16-11 solo se consideró información de rocas del Mioceno al Reciente. Aún y con esta limitación, se decidió tomar esta carta como sustento para la información geológica del área de estudio, dado que es la que presenta información más puntual.

Con base a la información de la carta geológica y la información presentada por Lemus (2005), se considera que el SAR y el predio del proyecto se ubica sobre el depósito de la era Cenozoica, periodo Cuaternario, época Holoceno y sobre la columna estratigráfica Litoral (Qho pa) con 0.01 Ma de antigüedad (Figura 18 Geología del SAR y predio del proyecto y columna estratigráfica para Puerto Morelos elaborada por el Servicio Geológico Mexicano con base a INEGI (1997).

## Capítulo IV

Lemus (2005) describe la formación Litoral (Qho pa) como depósitos litorales y palustre que se localizan colindantes con el mar Caribe en la región de Puerto Morelos, Casa Cenote, Tulum y en la isla de Cozumel. Básicamente, se forma de sedimentos lodosos de arcilla, arena y limo mezclados con tallos y raíces de color negro y olor fétido.

### IV.2.1.3.1. Riesgos geológicos

#### *Sismos*

México se encuentra en una zona de alta sismicidad debido a la interacción de cinco placas tectónicas: la placa de Norteamérica, la del Pacífico, la del Caribe, la de Rivera y la placa de Cocos. Estos movimientos son los que generan grandes liberaciones de energía en forma de ondas sísmicas y de otros procesos tectónicos.

La liberación de las ondas sísmicas se manifiesta externamente mediante los movimientos telúricos, los que dependiendo de la energía a liberarse es la intensidad del movimiento. Normalmente, y principalmente en las grandes ciudades, movimientos con intensidades menores a 4 grados son poco o imperceptibles, mientras que, por otro lado, sismos por arriba de 5 grados son altamente perceptibles y, en algunos casos, devastadores.

Debido a la alta sismicidad del territorio nacional, la CFE elaboró la regionalización sísmica del país, la cual quedó conformada por cuatro regiones sísmicas: a) zona A baja; b) zona B, media; c) zona C, alta y, d) zona D, muy alta (Figura IV-27). De acuerdo con esta regionalización, el estado de Quintana Roo se ubica en una zona de baja sismicidad. De ahí que, de los 307 sismos, solo uno ha sido referenciado con el estado de Quintana Roo, mismo que tuvo una magnitud de 5.7, con epicentro a 555 km al norte de Isla Mujeres, teniendo lugar el 10 de septiembre de 2006.

Históricamente se ha considerado que la península de Yucatán, incluyendo el estado de Quintana Roo, como una región libre de sismos (Figura IV-27), pero de acuerdo con los registros del Servicio Sismológico Nacional no es así debido a su poca, pero presente, actividad sísmica.

## Capítulo IV

La base de datos del Sismológico (ver: <http://www2.ssn.unam.mx:8080/catalogo/>), deja ver que de 1970 a 2019 se han presentado 35 movimientos telúricos con epicentro referenciados al Estado (Figura 88 Regionalización sísmica del país, incluyendo la península de Yucatán, realizada por la CFE. Sismicidad: a) zona A baja; b) zona B, media; c) zona C, alta y, d) zona D, muy alta.); lo que no implica que se hayan dejado sentir en la zona terrestre estatal. De éstos, dos estuvieron en una magnitud de entre 3 y 3.9, 25 entre 4 y 4.9, siete con una magnitud entre 5 y 5.9 y, solo uno con una magnitud mayor de 6. Los sismos con una magnitud  $\geq 5$  se han presentado principalmente en las décadas de los 70's y 80's, solo dos eventos de este tipo se presentaron posterior al año 2000. El primero de ellos es el ya mencionado de magnitud 5.6 que se presentó en septiembre de 2006 a 555 km al norte de Isla Mujeres y, el segundo, tuvo lugar el 10 de abril de 2013, con una magnitud 5.4 a 321 km al sureste de Chetumal.

A este respecto, la SEDESOL (2011) no mencionó que la actividad sísmica en los municipios de Benito Juárez y Puerto Morelos represente ser un factor de riesgo o vulnerabilidad en la región.

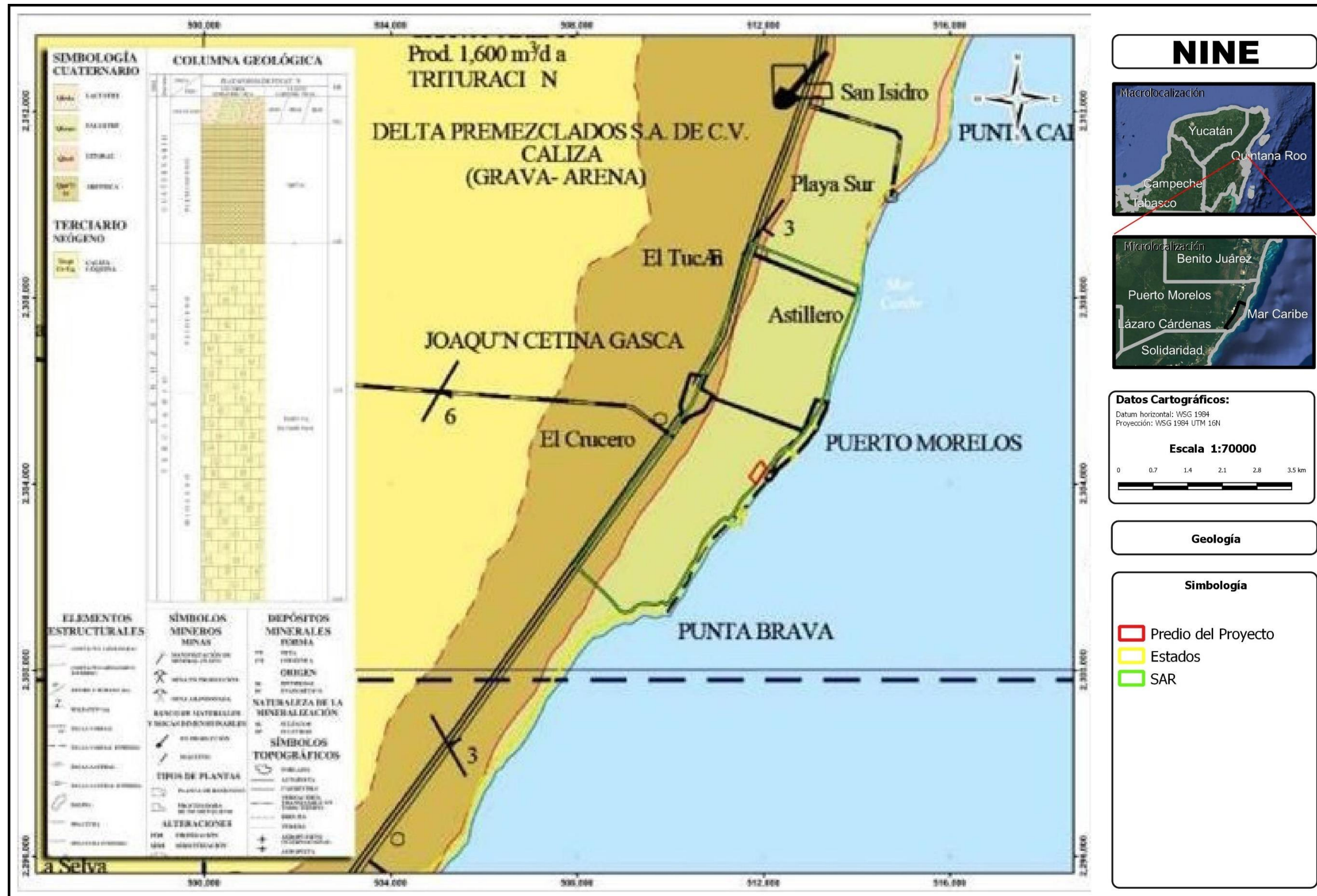


Figura 87 Geología del SAR y predio del proyecto y columna estratigráfica para Puerto Morelos elaborada por el Servicio Geológico Mexicano con base a INEGI (1997).

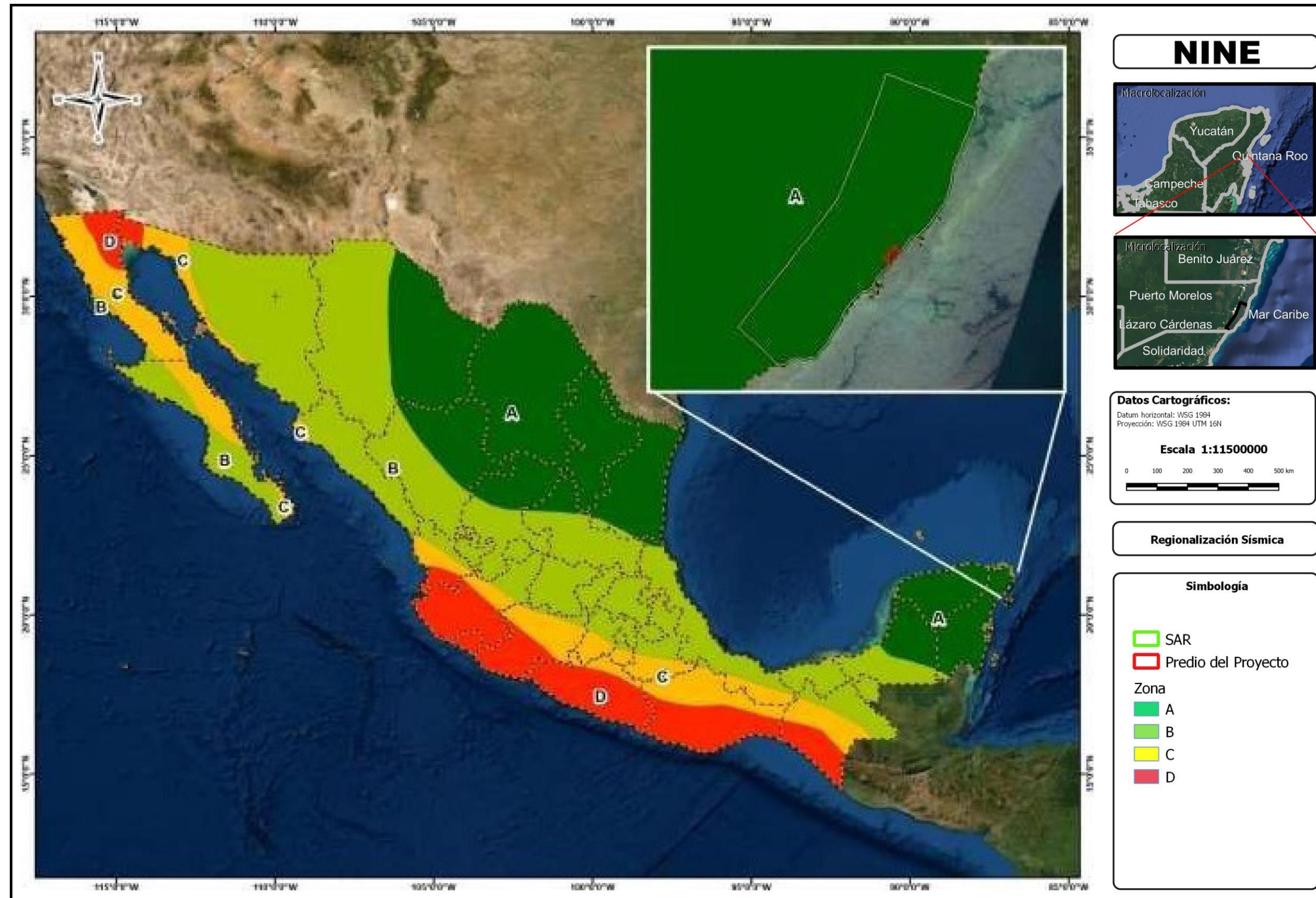


Figura 88 Regionalización sísmica del país, incluyendo la península de Yucatán, realizada por la CFE. Sismicidad: a) zona A baja; b) zona B, media; c) zona C, alta y, d) zona D, muy alta.

## Capítulo IV

### IV.2.1.4.Suelos

El suelo es un cuerpo natural tridimensional, organizado e independiente, formado a partir de la intemperización de rocas y sedimentos; por la interacción del clima, la biota, el relieve y el tiempo (Jenny, 1994). Este es un recurso natural muy importante en todos los ecosistemas, pues es un componente que sustenta la vida en el planeta, debido a que, se llevan a cabo diversos procesos fundamentales para la vida de los micro y macroorganismos, así como los seres humanos. Dentro de estos procesos se incluye, la captación y filtración del agua de lluvia, almacenaje de nutrientes para las plantas y carbono, refugio de fauna silvestre, entre otros.

Está constituido por cuatro componentes: materia mineral, materia orgánica (MO), agua y aire. Dentro los minerales se distinguen tres partículas importantes: arenas, limos y arcillas. Por otra parte, La MO se diferencia entre viva (biota) y no viva (biomasa). En cuanto a la fase líquida, esta se compone principalmente por el agua que entra y se conserva en el suelo. Y, por último, la fase gaseosa compuesta por vapor de agua, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), oxígeno (O<sub>2</sub>) y algunos elementos que presentan una gaseosa como el nitrógeno (NOX)

La interacción de estos componentes le confiere al suelo una serie de características propias, de esta manera, se distinguen propiedades físicas y químicas del suelo, las cuales no se mantienen constantes, variando por diversas causas antropogénicas y ambientales.

#### IV.2.1.4.1. Identificación de los tipos de suelo presentes a nivel del SAR del proyecto

Para determinar los diferentes tipos de suelos presentes en el SAR delimitado para el proyecto se utilizó el conjunto de datos vectoriales edafológicos escala 1: 250 000 Serie II (Continuo Nacional) editados por el INEGI. El trabajo llevado a cabo por el INEGI contiene información actualizada de los diferentes grupos de suelos que existen en el territorio nacional, obtenida durante el período 2002-2006, utilizando para la clasificación de los suelos el Sistema Internacional “Base Referencial Mundial del Recurso Suelo”.



## Capítulo IV

A nivel del SAR se reporta la presencia de dos grupos de suelos, siendo los Solonchak y Leptosoles (Litosols; Rendzina), que en la denominación maya corresponde a los T'zekeles (Figura 89 Tipo de suelo presente en el SAR y en el área del predio para el proyecto NINE).

Tabla 50 Descripción de los tipos de suelo presentes en el SAR

<b>Tipo de suelo</b>	<b>Descripción</b>
Solonchaks	Del ruso <i>sol</i> , sal. Literalmente suelos salinos. Se presentan en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas costeras y lechos de lagos, o en las partes más bajas de los valles y llanos de las regiones secas del país. Se encuentran ampliamente representados en zonas áridas y semiáridas y regiones costeras; caracterizados por estar presentes en áreas donde la capa freática ascendente alcanza el solum o donde hay algo de agua superficial presente, con vegetación de pastos y/o hierbas halófitas, y en áreas de riego con manejo inadecuado. Su empleo agrícola se halla limitado a cultivos resistentes a sales o donde se ha disminuido la concentración de salitre por medio del lavado del suelo
Leptosoles (Litosoles)	Del griego <i>leptos</i> , delgado. Son suelos muy delgados sobre roca continua o de materiales no consolidados con menos del 20% (en volumen) de tierra fina, extremadamente ricos en fragmentos gruesos. Se encuentran desde los trópicos hasta las regiones polares y desde el nivel del mar hasta las montañas más altas. Son más comunes en regiones montañosas, en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en zonas secas cálidas o frías), particularmente en áreas intensamente erosionadas en terrenos de elevada o mediana altitud y con fuerte pendiente topográfica.
Fuente: IUSS Grupo de Trabajo WRB, 2015	

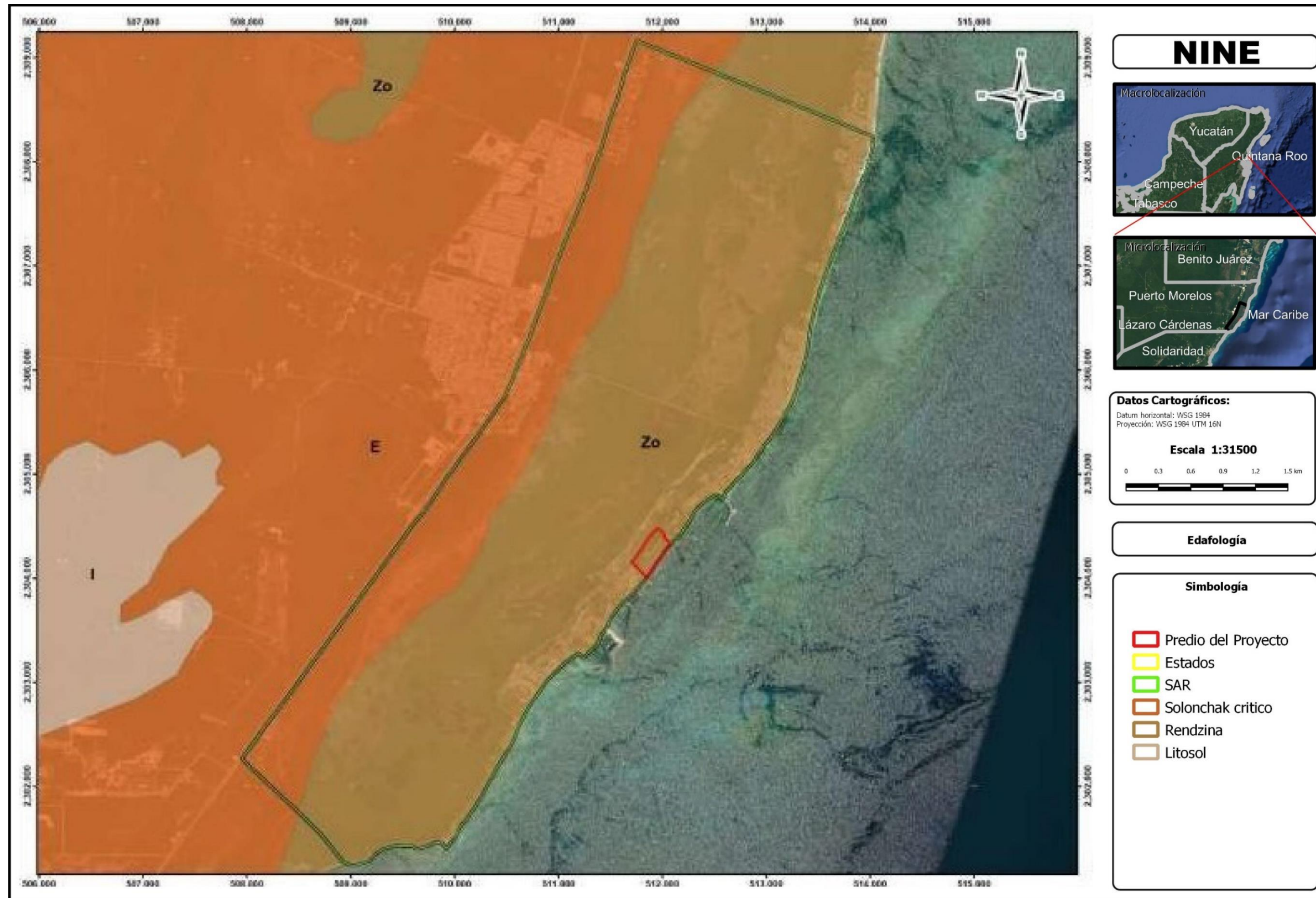


Figura 89 Tipo de suelo presente en el SAR y en el área del predio para el proyecto NINE

## Capítulo IV

### IV.2.1.4.2. Degradación y grado de erosión del suelo

El suelo es considerado un recurso natural no renovable derivado de que su velocidad de formación y regeneración es muy lenta mientras que los procesos que contribuyen a su degradación, deterioro y destrucción son mucho más rápidos, muchos de ellos favorecidos y acelerados por las actividades humanas.

Los procesos de degradación del suelo implican no solo la pérdida de nutrientes o alteración de sus propiedades físicas, sino que también implican la pérdida del suelo. Estos procesos se pueden dar de manera natural a través del tiempo, pero se aceleran bajo la intervención de las obras y actividades humanas.

La degradación del suelo implica la pérdida de la productividad, actual o potencial, de su utilidad como resultado de factores naturales (clima, vegetación, material parental e hidrología), o antropogénicos (densidad de población, uso de la tierra, desarrollo de carreteras, cauces de agua y complejos industriales). Esta degradación se refiere a la disminución de la capacidad inherente del suelo para producir bienes económicos y realizar funciones ecológicas, así como otros problemas socioeconómicos que en conjunto contribuyen a que el nivel de vida de la población rural sea muy bajo.

#### IV.2.1.4.2.1. Determinación de pérdida de suelo por erosión hídrica

La pérdida de suelo por erosión hídrica deriva en un grave problema medioambiental a nivel global ya que contribuye intensamente a la pérdida de productividad y biodiversidad de los suelos en todo el planeta. Los territorios mexicanos debido al relieve, climatología y tipos y manejo de suelos se ven, en su mayoría, afectados por este proceso. En el presente apartado se analiza mediante la implementación de la ecuación RUSLE, en un SIG, los niveles de erosión potencial en nuestra área de estudio. Para este ejercicio se tomó como base el trabajo realizado por Martínez (2005), Montes-León et al. (2011), así como el publicado por Bolaños et al. (2016).

Con el modelo, la pérdida de suelo es estimada considerando la cantidad de sedimentos perdidos en el perfil que son arrastrados por la escorrentía. El perfil del paisaje es definido por una longitud de la pendiente, la cual es la longitud del origen del flujo

## Capítulo IV

superficial hasta el punto donde el flujo alcanza una mayor concentración o área de deposición como en las pendientes cóncavas y cerca de los límites del terreno.

La ecuación universal de pérdida de suelo revisada, ampliamente conocida como ecuación RUSLE, tiene la siguiente expresión matemática (Renard et al., 1997):

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

Donde:

A = Pérdida de suelo promedio anual en (t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>). R = Erosividad de las lluvias en (MJ ha\*mm<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>).

K = Erodabilidad del suelo en (t ha<sup>-1</sup> MJ\*ha<sup>-1</sup> mm\*h<sup>-1</sup>).

LS=Topografía(función delongitud-inclinación-forma de la pendiente, adimensional).

C = Ordenación de los cultivos (cubierta vegetal, adimensional).

P=Prácticas de conservación de suelos(prácticas agropecuarias, adimensional).

No existe información específica sobre el grado de erosión a nivel del SAR, sin embargo, la información con la que se cuenta sobre los tipos de suelo, pendiente y precipitación media anual fueron incorporadas como variables para realizar un modelo con base en la ecuación RUSLE representadas gráficamente en un SIG.

El método para determinar la pérdida de suelo requirió de la preparación de cuatro mapas intermedios (uno por cada factor) que se mencionan a continuación, mismos que fueron multiplicados mediante el SIG para obtener un mapa final de las áreas potenciales con riesgo de erosión hídrica.

- Factor R: Mapa de erosividad de las lluvias.
- Factor K: Mapa de erodabilidad del suelo.
- Factor LS: Mapa topográfico.
- Factor C: Mapa de uso de suelo y vegetación.

## Capítulo IV

Considerando que no se identificó la implementación de prácticas de conservación durante los recorridos por el SAR, no se consideró la unidad para el factor P dentro de la ecuación RUSLE al momento de hacer la estimación de la pérdida de suelo.

### *Erosividad de las lluvias (R)*

Es el potencial erosivo de la lluvia que afecta el proceso de erosión del suelo. Este fenómeno incrementa de acuerdo con la intensidad de la lluvia, sin embargo, precipitaciones ligeras durante un periodo prolongado pueden ocasionar el mismo nivel de afectación. Para estimar la erosividad de las lluvias se utilizan datos de precipitación media anual de la región bajo estudio.

Por lo que, para estimar este factor de la ecuación a nivel nacional, el territorio se dividió en 14 regiones con base en el comportamiento de la precipitación anual (Figura 90 Mapa del territorio nacional para la estimación por regiones del comportamiento de la precipitación media anual). Estas regiones están asociadas a un número de región, mismas que cuentan con una ecuación cuadrática única y específica para estimar el valor R (Tabla 51 Ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia en las diferentes regiones del país).

Figura 90 Mapa del territorio nacional para la estimación por regiones del comportamiento de la precipitación media anual



## Capítulo IV

Tabla 51 Ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia en las diferentes regiones del país

Región	Ecuación	R2
I	$R = 1.2078P + 0.002276P^2$	0.92
II	$R = 3.4555P + 0.006470P^2$	0.93
III	$R = 3.6752P - 0.001720P^2$	0.94
IV	$R = 2.8559P + 0.002983P^2$	0.92
V	$R = 3.4880P - 0.00088P^2$	0.94
VI	$R = 6.6847P + 0.001680P^2$	0.90
VII	$R = -0.0334P + 0.006661P^2$	0.98
VIII	$R = 1.9967P + 0.003270P^2$	0.98
IX	$R = 7.0458P - 0.002096P^2$	0.97
X	$R = 6.8938P + 0.000442P^2$	0.95
XI	$R = 3.7745P + 0.004540P^2$	0.98
XII	$R = 2.4619P + 0.006067P^2$	0.96
XIII	$R = 10.7427P - 0.00108P^2$	0.97
XIV	$R = 1.5005P + 0.002640P^2$	0.95

### *Erodabilidad del suelo (K)*

La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende del tamaño de las partículas del suelo, del contenido de materia orgánica y de la estructura del suelo, en especial del tamaño de los agregados y de la permeabilidad. Considerando las propiedades antes mencionadas de los suelos, la FAO (1980) presentó los factores para estimar la erodabilidad del suelo por tipo de suelo y textura. La tabla a continuación contiene los factores definidos por la FAO para los tipos de suelos presentes en SAR definido para el proyecto, para las diferentes texturas, a manera de ejemplo (Tabla 52 Factor K de acuerdo el tipo de unidad de suelo y su textura).

## Capítulo IV

Tabla 52 Factor K de acuerdo el tipo de unidad de suelo y su textura

<b>Tipo de suelo</b>	<b>Textura</b>	<b>Valor del factor</b>
Cambisol eútrico	Fina	0.027
Cambisol eútrico	Gruesa	0.005
Cambisol eútrico	Media	0.013
Leptosol (Litosol)	Fina	0.027
Leptosol (Litosol)	Media	0.013
Leptosol (Litosol)	Gruesa	0.005
Luvisol crómico	Fina	0.027
Luvisol crómico	Media	0.013
Regosol eútrico	Fina	0.027
Regosol eútrico	Media	0.013
Regosol eútrico	Gruesa	0.005

### *Mapa topográfico (LS)*

El factor L es definido como la distancia del punto de origen del flujo superficial al punto donde la pendiente decrece hasta que ocurre sedimentación o el escurrimiento entra a una red de drenaje o a un canal construido. El factor S indica el grado de inclinación de la pendiente. Es importante mencionar que, la pérdida de suelo se aumenta más rápidamente con la inclinación de la pendiente que con la longitud (Wischmeier y Smith, 1978).

Este factor representa el efecto de la topografía sobre la erosión del suelo. La erosión aumenta conforme se incrementa la longitud del terreno (L) en el sentido de la pendiente y a medida que la inclinación de la superficie (S) se hace mayor (Figuroa et al., 1991). Los dos efectos se evalúan en campo por separado y son considerados en la RUSLE también en forma separada como L y S, aunque se recomienda considerarla como un solo factor LS.

## Capítulo IV

Cuando se utilizan los SIG's para evaluar la erosión de los suelos a escala de cuenca, se ha tenido dificultades para obtener el valor del factor topográfico LS, en particular al atender la definición del factor L, por lo que se han hecho esfuerzos para calcularlo con algoritmos de programación y el uso de modelos digitales de elevación (MDE), aunque en la mayoría de los casos se ha optado por la aplicación directa de las funciones antes mencionadas para el cálculo de LS en MDE manejado en un SIG.

Para generar los cálculos de estos 2 parámetros en este estudio se utilizó una propuesta dada para ingresar a la calculadora ráster del álgebra de mapas en ArcMap, en la cual se consideran los siguientes cálculos:

Para el factor L:

$$L = \left( \frac{\lambda}{22.13} \right)^m \quad m = \frac{F}{(1 + F)} \quad F = \frac{\sin\beta/0.0896}{3(\sin\beta)^{0.8} + 0.56}$$

Donde:

$\lambda$  = Es la longitud de la pendiente (m).

$m$  = Es el exponente de la longitud de la pendiente.

$\beta$  = Es el ángulo de la pendiente.

Para el factor S:

El ángulo  $\beta$  se toma como el ángulo medio a todos los subgrids en la dirección de mayor pendiente (McCool et al., citado por Barrios, 2000).

$$S_{(i,j)} = \begin{cases} 10,8 \sin \beta_{(i,j)} + 0,03 & \tan \beta_{(i,j)} < 0,09 \\ 16,8 \sin \beta_{(i,j)} - 0,5 & \tan \beta_{(i,j)} \geq 0,09 \end{cases}$$

*Mapa de uso de suelo y vegetación (C)*

El factor C es usado para reflejar el efecto del uso de suelo y prácticas de manejo en las tasas de erosión. Este factor mide cómo el potencial de pérdida de suelo será distribuido



## Capítulo IV

en el tiempo durante la construcción de actividades, rotación de cultivos y otros esquemas de manejo.

Se calcula tomando en cuenta valores del uso de suelo y tipos de vegetación. Los factores a considerar para los usos de suelo y tipos de vegetación presentes en el SAR definido para el desarrollo del proyecto se muestran a continuación (Tabla 53 Valores asignados para estimar el factor C en la ecuación RUSLE de para los usos de suelo y tipos de vegetación presentes en el SAR del proyecto.)

Tabla 53 Valores asignados para estimar el factor C en la ecuación RUSLE de para los usos de suelo y tipos de vegetación presentes en el SAR del proyecto.

Uso de suelo y tipo de vegetación	Factor C
Agricultura de riego anual y permanente	0.8
Agricultura de riego permanente	0.8
Asentamientos humanos	0.0
Cuerpo de agua	0.0
Desprovisto de vegetación	0.7
Manglar	0.0
Pastizal cultivado	0.7
Selva mediana subcaducifolia	0.08
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	0.11
Zona urbana	0.0

### *Prácticas de conservación de suelos (P)*

Este factor refiere a la tasa de pérdida de suelo con una práctica específica con respecto a la pérdida de suelo que se tiene con la implementación común de una práctica de laboreo combinado, es decir, barbechando a favor y contra pendiente.

## Capítulo IV

Las prácticas que se toman en cuenta son aquellas que ayudan a reducir el efecto directo del agua en la pérdida de suelo, ya sea por el impacto directo de la lluvia como por la escorrentía que se tiene durante una precipitación. Entre las prácticas que se llegan a considerar están el surcado en contorno, cultivo en franjas, terraceo y construcción de obras de drenajes superficiales.

Durante los recorridos de campo realizados en el SAR delimitado para el desarrollo del proyecto, no se identificó la implementación de algunas de estas prácticas de conservación de suelos, o de algunas otras. Por lo que, durante el análisis realizado para estimar la pérdida de suelo se consideró la unidad como valor para estimar el factor P.

### *Erosión potencial (A)*

Finalmente, mediante una multiplicación de los cuatro mapas resultantes (factores R, K, LS y C) en el álgebra de mapas, se obtiene una representación gráfica que presenta las áreas de mayor presión por erosión hídrica en el sistema.

Para el mapa de erosión hídrica se utilizaron cuatro rangos para clasificar el grado de pérdida de suelo, los cuales van desde una pérdida de suelo muy baja, menos de 10 t ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>, a extrema, más de 250 t ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> (Tabla 54 Clasificación de los rangos de erosión hídrica, aplicando la ecuación RUSLE, para la interpretación de los mapas). Esta escala de clasificación de la pérdida de suelo es una modificación que se hizo a la presentada por Montes-León et al. (2011). Esta consistió en fraccionar la que ellos denominaron como baja (pérdida de suelo menor a 50 t ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>), en las clasificaciones baja (pérdida de suelo entre 10 y 50 t ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) y muy baja (pérdida de suelo menor a 10 t ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>).

Tabla 54 Clasificación de los rangos de erosión hídrica, aplicando la ecuación RUSLE, para la interpretación de los mapas

<b>Clasificación</b>	<b>Rango de pérdida de suelo (t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>)</b>
Muy baja	<10.
Baja	10-50
Media	50-100

## Capítulo IV

Clasificación	Rango de pérdida de suelo (t ha-1 año-1)
Considerable	100-150
Alta	150-200
Muy alta	200-250
Extrema	>250

### *Determinación de la pérdida de suelo por erosión hídrica en el SAR*

A través de la aplicación de la metodología descrita anteriormente, se elaboraron los mapas para la estimación de cada uno de los factores de la ecuación RUSLE (Figura IV-44). Y, finalmente, mediante una multiplicación de los cuatro mapas resultantes, y a través de un GIS, se obtuvo una representación gráfica que expresa la erosión hídrica potencial en el área bajo estudio (Figura IV-45).

De los resultados obtenidos a nivel del SAR, la erosión hídrica potencial en el área delimitada como SAR resultó fluctuar entre 0 y 10 t ha-1 a-1, lo que se considera como muy baja (Tabla 54 Clasificación de los rangos de erosión hídrica, aplicando la ecuación RUSLE, para la interpretación de los mapas). La mayor superficie del SAR tuvo un valor estimado de hasta 1 t ha-1 a-1, una menor superficie, principalmente junto a la carretera federal 357, alcanzó valores de entre 1 y 5 t ha-1 a-1, y el área correspondiente a pastizal cultivado presentó valores de pérdida de suelo estimada entre 5 y 10 t ha-1 a-1. Hay caminos que confluyen a la carretera federal que pueden alcanzar valores de erosión de suelo de alrededor de las 20 t ha-1 a-1, de ser caminos no recubiertos, pero solo a lo largo y ancho de lo que pueden ser caminos reales.

Sin duda, los factores que influyen para que se tenga una baja erosión hídrica en el SAR son la baja y uniforme pendiente, donde el factor LS prácticamente da cero (Figura 91 Mapas para los factores generados con la herramienta “Análisis de Erosión Hídrica” para estimar la erosión potencial en el SAR y predio del proyecto). Aunada a la cobertura vegetal, donde al tener un 53.26% del SAR cubierto con mangle se aplica un valor de cero para este factor y 21.96% con tular, otro tipo de vegetación hidrófila, dando un valor

## Capítulo IV

de factor muy bajo, entre 0.008 y 0.100. De hecho, la erosividad de la lluvia es el factor que más influye en la pérdida de suelo en el SAR, ya que en el Estado en su totalidad se alcanzan altas precipitaciones principalmente durante el verano, las cuales anualmente rebasan los 1,100 mm de precipitación.

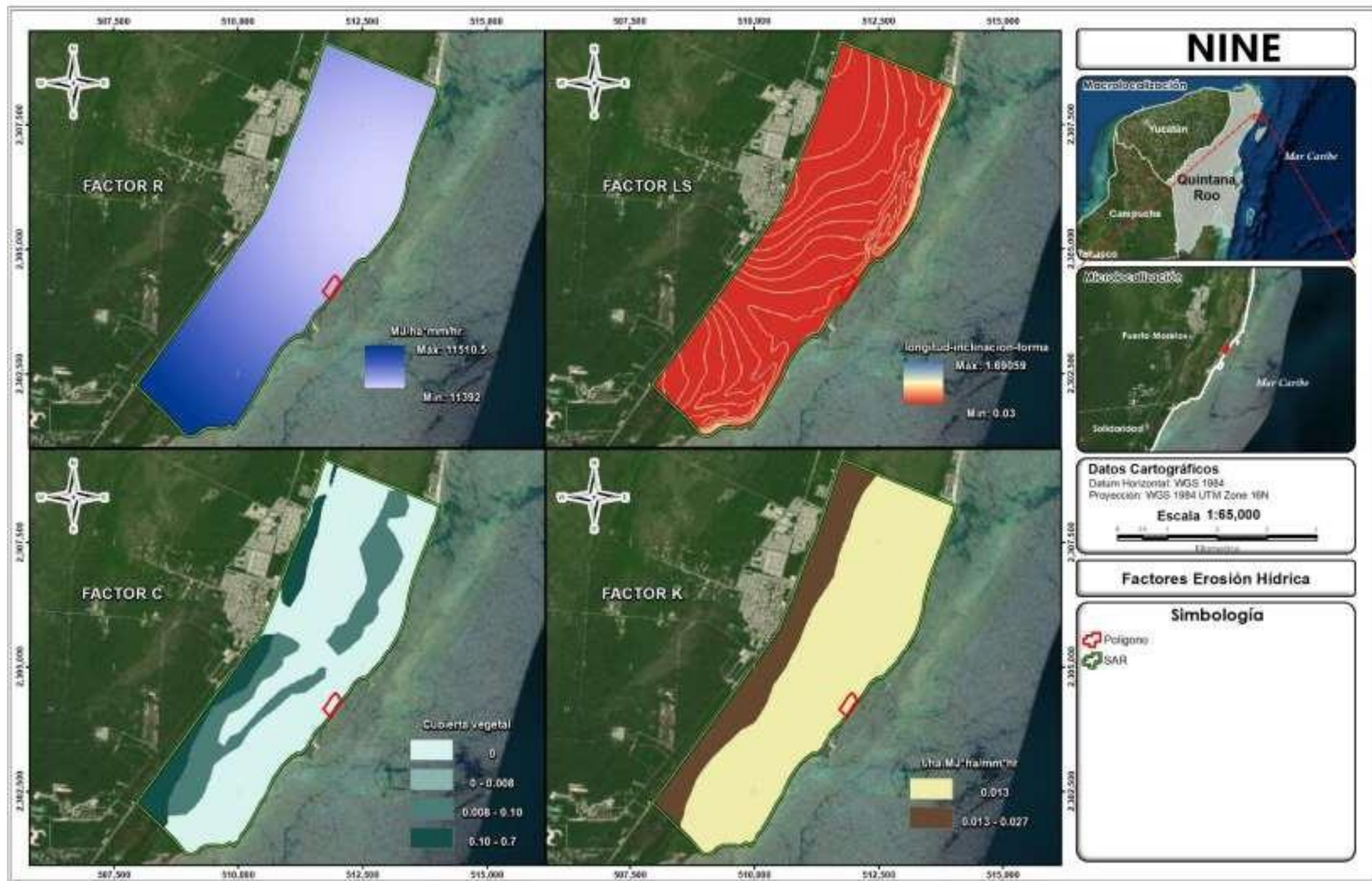


Figura 91 Mapas para los factores generados con la herramienta “Análisis de Erosión Hídrica” para estimar la erosión potencial en el SAR y predio del proyecto turístico.



Figura 92 Mapa de la pérdida de suelo hídrica potencial en el SAR y predio del proyecto turístico en Puerto Morelos, Quintana Roo.

## Capítulo IV

### IV.2.1.5.Hidrología

La hidrología como tal es una ciencia esencial en ingeniería del agua, la cual comprende una gran variedad de temas que engloban los diversos estadios del agua en el ciclo hidrológico, tanto en la atmósfera, superficie y suelo (García-Marín et al., 2014), por lo que se puede subdividir en hidrología superficial y subterránea.

#### IV.2.1.5.1.Hidrología superficial

De acuerdo con la regionalización de CONAGUA para el establecimiento de las Regiones Hidrológico-Administrativas (RHA), el SAR incide en la región 12 conocida como “Península de Yucatán”, localizada al Sureste de la República Mexicana; se encuentra limitada al Norte y al Oeste con el Golfo de México, al Sur con Guatemala y al Este con el mar Caribe.

Esta región presenta altas precipitaciones (1,218 mm anuales en promedio), por lo que tiene un volumen de agua renovable per cápita, es decir aquella que es factible de explotar anualmente sin alterar el ecosistema, de 6,740 m<sup>3</sup> hab-1 a-1 (CONAGUA, 2014). Para el 2010, la CONAGUA (2012) reportó que se tenía un volumen de agua concesionado de 2,770.6 hm<sup>3</sup>, de este solo el 2.6% correspondía a aguas superficiales y el resto a aguas subterráneas. Del volumen de agua concesionado, el uso principal fue para la agricultura, múltiple (representados por los títulos de concesión registrados con dos o más usos del agua), público urbano y servicios, con el 36.1, 22.8, 21.3 y 16.7% del volumen de agua total concesionado, respectivamente.

Este volumen total concesionado corresponde al 7% del volumen de disponibilidad natural media del agua, lo que de acuerdo con los parámetros de la ONU se considera con escasa presión sobre el recurso (CONAGUA, 2012).

Por otra parte, en cuanto a la ubicación del SAR respecto a las Regiones Hidrológicas, este incide en la región hidrológica 32 “Yucatán Norte” (Figura IV-49), en donde, de acuerdo con la carta hidrográfica RH32 escala 1:50,000, no se reporta la presencia de ningún cuerpo de agua superficial o corrientes intermitentes o permanentes. Esto

## Capítulo IV

debido a que, el relieve es prácticamente plano en casi toda la península, así como, a su alta tasa de infiltración del agua.

Por otra parte, pese a que el estado de Quintana Roo se caracteriza por la presencia de un elevado número de cenotes, en la región donde incide el SAR y el área del proyecto tampoco se reportó la presencia de este tipo de cuerpos de agua.

### IV.2.1.5.2.Hidrología subterránea

El agua de lluvia tiene tres diferentes derivaciones al momento de caer, una parte se regresa a la atmósfera por la evapotranspiración, otra llega a corrientes de agua superficiales que descargan en el mar o en lagos y lagunas y, la tercera vía es la que llega a los cuerpos de agua subterráneos a través de la infiltración, pasando a formar parte de las aguas nacionales.

Como se vio anteriormente, la unidad de gestión y administración del agua subterránea es el acuífero, el cual se define como “cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo” (Ley de Aguas Nacionales, artículo 3, fracción II).

De acuerdo con la información de CONAGUA, el Sistema Ambiental Regional se encuentra ubicado sobre el acuífero con clave 3105 denominado “Península de Yucatán”, este se ubica en la porción sureste de la República Mexicana. Dentro de sus colindancias se encuentra el Golfo de México al Norte y Oeste, al Sur la República de Guatemala y Belice, al Suroeste el estado de Tabasco y al este con el Mar Caribe. Este acuífero abarca una superficie total de 124,409 km<sup>2</sup>, pues está conformado por la totalidad de los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán.

Administrativamente, este acuífero cuenta con veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo. Además, de acuerdo con la Ley Federal de



## Capítulo IV

Derechos en Materia de Agua 2015, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 3.

Por otra parte, la disponibilidad de aguas subterráneas es el volumen medio anual de agua que se encuentra disponible para los usuarios, los cuales tienen derecho a explotar, usar o aprovechar, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin que los ecosistemas corran peligro.

El cálculo de la disponibilidad de las aguas subterráneas se realiza mediante un balance de estas, en donde se establezca la recarga, los volúmenes comprometidos con otros acuíferos y la demanda de los ecosistemas, así como, el volumen de extracción de aguas subterráneas. Por lo que, la disponibilidad de las aguas se determina con la siguiente expresión:

$$DMA = R - DNC - VEAS$$

Donde:

DMA = Disponibilidad media anual de agua subterránea

R = Recarga total media anual, corresponde a la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero.

DNC = Descarga Natural Comprometida, se determina mediante la suma de los volúmenes de agua concesionados de los manantiales y del caudal base de los ríos más las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes; sostener el gasto ecológico y prevenir la migración de agua de mala calidad hacia el acuífero.

VEAS = Volumen de Extracción de Aguas Subterráneas, corresponde a la suma de los volúmenes anuales de agua asignados o concesionados por la Comisión mediante títulos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA).

A continuación, se presentan los datos que aplican para la determinación de la disponibilidad de agua del acuífero Península de Yucatán.

Tabla 55 Estimación de la Disponibilidad Media Anual para el acuífero Península de Yucatán

## Capítulo IV

<b>Recarga total media anual (hm<sup>3</sup>/año)</b>	<b>Descarga Natural Comprometida (hm<sup>3</sup>/año)</b>	<b>Volumen de Extracción de Aguas Subterráneas (hm<sup>3</sup>/año)</b>	<b>Disponibilidad de media anual hm<sup>3</sup>/año</b>
<b>21,813.4</b>	14,542.2	4,884.273.500	2,386.926500

Los datos anteriormente mencionados indican que, la recarga total media anual corresponde a la recarga natural. Por otra parte, las 14,542.2 hm<sup>3</sup>/año de la DNC representan las salidas subterráneas que presenta el acuífero. Por último, el REPDA la fecha de corte del 20 de febrero del 2020 reporta 4,884.273.500 m<sup>3</sup> anuales de aguas concesionadas. Como conclusión, el balance de aguas de este acuífero indica que existe un volumen disponible de 2,386.926500 hm<sup>3</sup>/año para otorgar nuevas concesiones.

La alta recarga natural que existe en este acuífero, ahora hablando particularmente del estado de Quintana Roo, deriva de cuatro importantes vías: su alta precipitación, como ya se vio, su sistema de fallamiento, su sistema de karsticidad y, al tipo de suelo, mismos que le otorgan una gran capacidad de infiltración de agua (Fragoso-Servón et al., 2014b; Pereira-Corona et al., 2016).

En el Estado existen tres zonas bien diferenciadas con alta densidad de fallas geológicas, una de ellas está en la zona de Holbox, otra en la zona centro del Estado y, la tercera, al Sur en la porción geológicamente más antigua de Quintana Roo (Pereira-Corona et al., 2016). De acuerdo con la Universidad de Quintana Roo citada por Fragoso-Servón et al. (2014b), cerca del 80% de la precipitación se infiltra pasando a reabastecer el manto acuífero, mientras que el 20% restante se distribuye entre lo que intercepta la cubierta vegetal, el escurrimiento superficial y la que es captada por cuerpos de agua.

Con respecto a la karsticidad, los autores antes mencionados refieren que este sistema se concentra en las mismas zonas mencionadas que para la diferenciación del sistema de fallas. En el Sur, el sistema kárstico se asocia con la orografía de mediana energía en la cual las formaciones principales son lomeríos mediana y fuertemente diseccionados y, en el norte y centro del Estado se asocia con las fuertes lluvias. Las formas de

## Capítulo IV

disolución en este caso se explican por la acumulación de escurrimientos superficiales que incrementan la velocidad de disolución de la masa kárstica.

Por otro lado, el suelo juega un importante papel en el proceso de filtración del agua, ya que, debido a sus propiedades físicas, entre las que resaltan la textura, estructura, porosidad y consistencia, así como del contenido de materia orgánica, dependerá la rapidez con la que se dé el proceso. Los Leptosoles son los suelos predominantes en el Estado, ocupando más de los 50% del área estatal, estos se caracterizan por retener poco el agua debido a su textura gruesa, alto contenido de materia orgánica y horizonte delgado. Pereira-Corona et al. (2016) refirieron que en las planicies del Estado estos suelos son los dominantes, lo que coincide con ser zonas con una alta karsticidad y alta densidad de fallas, lo que favorece a que sean áreas muy susceptibles a procesos erosivos verticales y colapsos de dolinas.

Por lo contrario, los autores antes mencionados refieren que los Gleysoles resultan ser más impermeables, mismos que están asociados a sistemas o unidades litológicas que quedan sumergidas al menos por una parte del año, encontrándose principalmente en la región Norte del Estado asociados a los sistemas de humedales y otros espacios con inundaciones temporales o permanentes que coinciden con zonas que representan mínimos altitudinales locales en la estructura del terreno.

### IV.2.2. Medio biótico

#### IV.2.2.1. Fauna silvestre

La caracterización de la fauna silvestre se desarrolló en el contexto del Sistema Ambiental definido, el cual se encuentra delimitado por caminos que constituyen un filtro semipermeable ya que es transitado por automóviles, afectando el desplazamiento de mamíferos y reptiles, principalmente.

En cuanto al sitio objeto de la intervención, éste no representa un hábitat que provea cobertura, refugio, alimento o área de crianza para la fauna silvestre, ya que no posee vegetación y sus propiedades naturales han sido eliminadas; lo que implica, también, que no sea un área de uso permanente para la fauna silvestre.

## Capítulo IV

En contraste con lo anterior, los espacios que no serán intervenidos, que corresponden al manglar que en él se desarrolla, son fuente de agua y recursos para la fauna. Destaca la presencia de aves, principalmente, ya que es un sitio que se inunda de manera intermitente.

El muestreo se realizó de manera directa e indirecta. El directo consistió en observación durante recorridos diurnos y crepusculares utilizando las rutas indicadas que incluyen el terreno y cuya orientación y amplitud permitieron un trabajo de campo sistemático y el indirecto fue realizado con la búsqueda de rastros como huellas, excretas, pelo, egagrópilas y cantos.

### IV.2.2.1.1.Descripción del método de muestreo

#### *Mamíferos*

Para el muestreo de mamíferos se aplicaron tres métodos diferentes; para estimar la densidad y registrar las especies de roedores se colocaron cuadrículas con 30 trampas tipo Sherman por dos días. Todas las trampas fueron cebadas con una mezcla de avena y crema de cacahuete para atraer y garantizar la captura de los roedores, acumulando un esfuerzo total de 48 h por trampa. Para el registro de especies de mamíferos de talla mediana y grande se dispuso de tres cámaras trampa por cinco días, acumulando un esfuerzo de trampeo de 360 h. Las cámaras se colocaron a una altura promedio de 35 cm y fueron programadas para hacer dos disparos al momento de detectar el movimiento de cualquier tipo de organismo. Unas cámaras fueron cebadas con frutas como atrayente para especies frugívoras y herbívoras y, otras fueron cebadas con vísceras de pollo como atrayente para especies carnívoras. El tercer método empleado fue el identificar rastros que evidenciaran la presencia de especies de mamíferos como huellas de pisadas, excretas, piel, pelo, osamentas, principalmente.

#### *Aves*

Se utilizó el método de conteo por puntos, para ello se seleccionaron sitios aleatoriamente, en cada punto se realizaron observaciones con duración de 30 minutos cada una por tres días. Se observaron y anotaron todos los individuos que se percharon

## Capítulo IV

a los alrededores y los que pasaron volando. Las observaciones se realizaron entre las 06:00 y 08:00 h. Estos muestreos directos realizados para cada grupo taxonómico de acuerdo con Jones (1986) y Cherkiss et al. (2005), fueron complementados con recorridos diurnos mediante el uso de transectos lineales aleatorios y el registro de huellas y cualquier otro signo que evidencie la presencia de fauna vertebrada, de tal manera que fue determinado cualquier taxón avistado.

La identificación de especies fue a través de las guías de Howell y Webb (1995) y Edwards (2003), la taxonomía y nombres actuales se realizaron según la American Ornithologist Union (AOU) (1998).

### *Herpetofauna*

Para el muestreo de anfibios y reptiles se realizaron recorridos buscando los individuos directamente o evidencias de su presencia, como mudas de piel. Los recorridos se hicieron por la mañana entre las 06:00 y 10:00 h, cuando es más fácil observarlos y capturarlos para su identificación, en caso de ser necesario. Se buscaron en los lugares que usan como madriguera, entre ellos debajo o entre piedras u objetos extraños en el predio, en o debajo de troncos o ramas y entre hojarasca.

La herpetofauna se determinó mediante la recopilación de claves dicotómicas de Flores-Villela et al. (1995), los cambios taxonómicos fueron siguiendo a Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004), Frost et al. (2006), Wüster et al. (2005) y Smith (2005). La mastofauna fue determinada según Medellín et al. (1997), Wilson y Reeder (1993), Arita y Ceballos (1997) y Reid (1997), mientras que los cambios taxonómicos fueron siguiendo a Ceballos et al. (2005) y Ramírez-Pulido et al. (2005). Para el caso de la herpetofauna, las especies endémicas se registraron según Flores-Villela (1993); Ceballos y Oliva (2005) para los mamíferos; Howell et al. (1995) para las aves y, la NOM-059-SEMARNAT-2010 para todas las clases.

Respecto a la determinación de la representatividad del muestreo en el predio, se debe de tomar en cuenta que resulta imposible registrar la totalidad de las especies presentes en un área determinada (Jiménez, 2003). Este es un grave problema dado que la riqueza específica (S) es la principal variable descriptiva de la biodiversidad; razón por la cual se utilizaron cámaras espías que son muy útiles para el registro de fauna en

## Capítulo IV

movimiento, escurridizas que difícilmente se logran observar en una caminata normal de muestreo. Por lo que, la riqueza específica (S) para cada sitio estudiado es confiable para ser analizado. Se debe de considerar que una especie puede variar su distribución en función de cambios en el ambiente, de manera que esta se pueda ver ampliada o disminuida.

La metodología empleada para la estimación de la abundancia relativa, en donde según Franco (2011) “la diversidad de las comunidades habitualmente se analiza a través del patrón o patrones de distribución de la abundancia entre especies”, siendo que ésta es “la fracción con la que contribuye dicha especie a la abundancia total” (Franco, 2011).

### IV.2.2.1.2. Resultados del muestreo de fauna

Así mismo, para estimar la biodiversidad del ecosistema se calculó el índice de Shannon-Weaver (también conocido como índice de Shannon – Wiener), el cual expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Su valor normal está entre 2 y 3, valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 altos en diversidad de especies. Para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \times \log^2 p_i$$

Donde:

H' = Índice de diversidad de Shannon – Weaver. S = Número de especies.

p<sub>i</sub> = Proporción de la especie i en la muestra.

Además, se estimó la máxima diversidad esperada, la cual representa una variable estimada tomando en cuenta el total de especies identificadas en el sitio o área de muestreo y representa el valor que se esperaría en el caso de que todas las especies estuvieran representadas por igual número de ejemplares. Se estima a través del logaritmo natural del número total de especies.

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

Donde:

## Capítulo IV

$H'_{\text{máx}}$  = Diversidad máxima esperada.

S = Número total de especies.

Finalmente, para terminar el análisis del ecosistema se calculó el índice de equitatividad a través de la siguiente fórmula:

$$E = J = H' / H_{\text{max}}$$

Donde:

E = Equidad (J: justeness = equidad).

$H'$  = Índice de diversidad de Shannon – Weaver.

$H'_{\text{máx}}$  = Diversidad máxima esperada.

### *Análisis de grupo de mamíferos*

Pese a que se llevó a cabo el muestreo para la identificación de especies de mamíferos no se reportó la presencia de algún organismo, por lo que, no se presenta análisis de diversidad para este grupo faunístico.

### *Análisis de grupo de avifauna*

El índice de Shannon- Weaver se calculó con los datos directos recabados por cada grupo faunístico. Cabe destacar que se observó la presencia de 17 especies diferentes de aves, pertenecientes a 16 géneros y 15 familias. Las únicas familias que presentaron dos especies diferentes fueron: Ardeidae, con las especies *Egretta caerulea* y *E. thula*; Icteridae, con *Dives dives* y *Quiscalus mexicanus* y, Tyrannidae, teniendo a las especies *Pitangus sulphuratus* y *Tyrannus melancholicus* (Tabla 56 Listado de especies de avifauna identificada y su abundancia e índice de Shannon-Weaver). El resto de las familias de aves estuvieron representadas por una sola especie.

La gaviotilla (*C. vociferus*) fue la especie que tuvo una mayor abundancia como resultado del trabajo de muestreo realizado para caracterizar la fauna silvestre, con 26 ejemplares avistados de un total de 142 (Tabla 56 Listado de especies de avifauna identificada y su abundancia e índice de Shannon-Weaver). A esta especie le siguió la gaviota (*T.*

## Capítulo IV

*maximus*) y el tirano pirirí (*T. melancholicus*), con 19 y 15 ejemplares avistados, respectivamente. Por lo contrario, en el caso de las especies águila pescadora (*P. haliaetus*), garza azul (*E. caerulea*) y garza blanca (*E. thula*) solo fue avistado un ejemplar en cada caso.

Tabla 56 Listado de especies de avifauna identificada y su abundancia e índice de Shannon-Weaver

No.	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Variables para descripción de abundancia			
				Abundancia absoluta	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln(pi)
1	Águila pescadora	<i>Pandion haliaetus</i>		1	0.0070	- 4.9558	-0.0349
2	Carpintero cheje	<i>Melanerpes aurifrons</i>		4	0.02817	- 3.5695	-0.1006
3	Cenzontle tropical	<i>Mimus gilvus</i>		9	0.0634	- 2.7586	-0.1748
4	Chipe charquero	<i>Parkesia noveboracensis</i>		2	0.0141	- 4.2627	-0.0600
5	Chotacabras	<i>Chordeiles acutipennis</i>		3	0.0211	- 3.8572	-0.0815
6	Fragata tijetera	<i>Fregata magnificens</i>		6	0.0423	- 3.1641	-0.1337
7	Garza azul	<i>Egretta caerulea</i>		1	0.0070	- 4.9558	-0.0349
8	Garza blanca	<i>Egretta thula</i>		1	0.0070	- 4.9558	-0.0349
9	Gaviota	<i>Thalasseus maximus</i>		19	0.1338	- 2.0114	-0.2691
10	Gaviotilla	<i>Charadrius vociferus</i>		26	0.1831	- 1.6977	-0.3109
11	Golondrina	<i>Progne subis</i>		11	0.0775	- 2.5579	-0.1981
12	Luis bienteveo	<i>Pitangus sulphuratus</i>		8	0.0564	- 2.8764	-0.1620
13	Paloma de collar	<i>Streptopelia decaocto</i>		7	0.0493	- 3.0099	-0.1487
14	Pelicano	<i>Pelecanus occidentalis</i>	A	6	0.0423	- 3.1641	-0.1337



## Capítulo IV

No.	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Variables para descripción de abundancia			
				Abundancia absoluta	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln(pi)
15	Tirano pirirí	<i>Tyrannus melancholicus</i>		15	0.1056	-2.2478	-0.2374
16	Tordo cantor	<i>Dives dives</i>		10	0.0704	-2.6532	-0.1868
17	Zanate mayor	<i>Quiscalus mexicanus</i>		13	0.0915	-2.3909	-0.2189
<b>Totales</b>			1	142	1.0000		2.5207

Tabla 57 Valores estimados para caracterizar la avifauna en el SAR del proyecto.

Variable	Valor
<b>Riqueza (S)</b>	17
<b>H' Calculada =</b>	2.5207
<b>H max =</b>	2.8332
<b>Equidad (J) =</b>	0.8897
<b>H max - H' =</b>	0.3125

En cuanto al grupo de aves, el índice de diversidad observado de acuerdo con el método de Shannon - Weaver fue calculado en 2.5207, mientras que la diversidad máxima esperada que pudiera presentarse en la comunidad es de 2.833, lo cual nos da un índice de equidad de 0.8897, esto indica que las 17 especies de aves reportadas presenta cada una el 88.97% de probabilidad de ser encontradas en el sitio (Tabla 57 Valores estimados para caracterizar la avifauna en el SAR del proyecto.). Dentro de la norma se identificó únicamente a una especie de aves denominada pelícano (*Pelecanus occidentalis*) en la categoría de amenazada (A).

### *Análisis del grupo reptiles*

En el área de estudio no se reportó una gran riqueza de reptiles, pues únicamente se identificaron tres especies, todas pertenecientes al orden Squamata; dos de ellas

## Capítulo IV

suborden Lacertilia la iguana (*Ctenosaura similis*) y el tolóc (*Basiliscus vittatus*), y la lagartija (*Anolis tropidonotus*) al suborden Sauria (Tabla 58 Listado de especies de reptiles identificada y su abundancia e índice de diversidad Shannon- Weaver.). Esta última especie fue la que tuvo la mayor abundancia con nueve ejemplares de los 19 reptiles observados, seguido de la iguana (*C. similis*), de la que se observaron siete individuos.

Tabla 58 Listado de especies de reptiles identificada y su abundancia e índice de diversidad Shannon-Weaver.

No.	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Variables para descripción de abundancia			
				Abundancia absoluta	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Iguana	<i>Ctenosaura similis</i>	A	7	0.3684	-0.9985	-0.3679
2	Lagartija	<i>Anolis tropidonotus</i>		9	0.4737	-0.7472	-0.3539
3	Tolóc	<i>Basiliscus vittatus</i>		3	0.1579	-1.8458	-0.2914
<b>Totales</b>			1	19	1.0000		1.0133

Finalmente, para el grupo de los reptiles, el índice de diversidad observado de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 1.0133, mientras que la diversidad máxima que podría llegar a ser observada en la comunidad es de 1.0986, lo cual nos da un índice de equidad de 0.9223 esto indica que las tres especies de reptiles reportadas presentan, cada una, el 92.23% de probabilidad de ser encontradas en el sitio (Tabla 58 Listado de especies de reptiles identificada y su abundancia e índice de diversidad Shannon- Weaver.). Por último, con base en la modificación del listado de especies en categoría de riesgo de la Norma Oficial Mexicana publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de noviembre de 2019, se identificó únicamente a la especie iguana gris (*C. similis*) en la categoría de riesgo, clasificada como especie amenazada (A).

### Confiabilidad de la muestra

De acuerdo con la curva de acumulación de especies obtenida aplicando el método no paramétrico Chao2, esta indica que todas las especies se encuentran bien representadas, por lo que no hay especies faltantes. Lo anterior señala que el resultado obtenido en el

## Capítulo IV

trabajo de muestreo de la vegetación del área a someter a cambio de uso de suelo es representativo.

Para demostrar la confiabilidad del muestreo, se presenta la curva de acumulación de especies en donde siendo  $R^2$  logarítmica mayor que la expresión potencial, se realizó el siguiente modelo logarítmico.

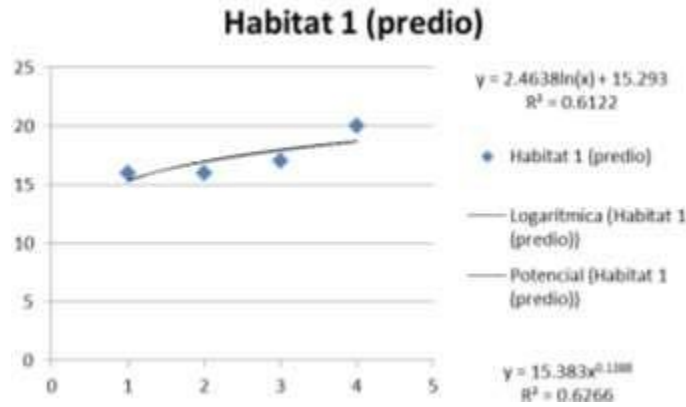


Figura 93 Resultado de la aplicación del método no paramétrico Chao2 al muestreo de fauna silvestre realizado para el desarrollo del proyecto “NINE”.

Tabla 59 Resultado potencial aplicando el modelo obtenido del área muestreada con el método no paramétrico Chao2.

<b>M</b>	<b>Alfa</b>	<b>Beta</b>	<b>Resultado</b>
<b>5</b>	15.383	0.1388	19
<b>6</b>	15.383	0.1338	20
<b>7</b>	15.383	0.1338	20

Entonces nos dice que, a mayor número de muestras, hay un incremento del resultado. Sin embargo, el método no paramétrico de Chao2 nos dice que el muestreo es representativo pues no hay especies faltantes (Tabla 58 Listado de especies de reptiles identificada y su abundancia e índice de diversidad Shannon- Weaver. y Tabla 59 Resultado potencial aplicando el modelo obtenido del área muestreada con el método no paramétrico Chao2.).

## Capítulo IV

Tabla 60 Riqueza acumulada aplicando los parámetros obtenidos mediante el método no paramétrico de Chao2.

Taxa	Familia	Nombre común	Nombre científico	M1	M2	M3	M4	M5
Aves	Pandionidae	Águila pescadora	<i>Pandion haliaetus</i>	0	0	0	1	1
	Picidae	Carpintero cheje	<i>Melanerpes aurifrons</i>	2	0	1	1	3
	Mimidae	Cenzontle tropical	<i>Mimus gilvus</i>	2	2	3	2	4
	Parulidae	Chipe charquero	<i>Parkesia noveboracensis</i>	0	0	1	1	2
	Caprimulgidae	Chotacabras	<i>Chordeiles acutipennis</i>	1	1	0	1	3
	Fregatidae	Fragata tijereta	<i>Fregata magnificens</i>	3	1	1	1	4
	Ardeidae	Garza blanca	<i>Egretta thula</i>	0	0	1	1	2
		Garza azul	<i>Egretta caerulea</i>	0	0	1	1	2
	Sternidae	Gaviota	<i>Thalasseus maximus</i>	8	4	4	3	4
	Charadriidae	Gaviotilla	<i>Charadrius vociferus</i>	10	8	5	3	4
	Hirundinidae	Golondrina	<i>Progne subis</i>	5	3	3	0	3
	Tyrannidae	Luis bienteveo	<i>Pitangus sulphuratus</i>	1	4	2	1	4
	Columbidae	Paloma de collar	<i>Streptopelia decaocto</i>	4	1	1	1	4
	Pelecanidae	Pelicano	<i>Pelicanus occidentalis</i>	4	1	1	0	3
	Tyrannidae	Tirano pirirí	<i>Tyrannus melancholicus</i>	5	5	2	3	4
	Icteridae	Tordo cantor	<i>Dives dives</i>	3	2	1	4	4
Zanate mayor		<i>Quiscalus mexicanus</i>	6	3	2	2	4	
Reptiles	Iguanidae	Iguana	<i>Ctenosaura similis</i>	4	2	1	0	3
	Dactyloidae	Lagartija	<i>Anolis tropidonotus</i>	2	2	3	2	4
	Corytophanidae	Tolóc	<i>Basiliscus vittatus</i>	1	0	0	2	2
<b>Riqueza acumulada</b>				<b>16</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>20</b>	<b>20</b>

## Capítulo IV

Sobs	Singletones	Dobletes	Chao 2	Especies faltantes
20	1	4	20.06	0.06



Figura 94 Aves observadas en el predio del proyecto “NINE”: garza blanca (*Egretta thula*), garza azul (*Egretta caerulea*) y zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*).

### IV.2.2.2. Flora silvestre

Las características físicas y climáticas de México resultan en una amplia variedad de ecosistemas, y, por ende, una alta biodiversidad, posicionándolo como uno de los cinco países megadiversos del mundo. Esta condición se refleja en los registros de aproximadamente 25,000 especies de plantas vasculares, hecho que lo coloca en el cuarto lugar a nivel mundial. La mitad de las plantas reportadas solamente están distribuidas en el territorio mexicano, por lo que tiene altos números de endemismos. Además, ha funcionado como un núcleo de diversificación de algunas especies vegetales, y es donde se localiza el mayor número de especies de pinos, encinos, magueyes y cactáceas (Jiménez, Sosa., et al. 2014).

Para el caso particular de Quintana Roo, este posee un extenso territorio forestal, con una superficie aproximada de 4.4 millones de hectáreas (CONAFOR, 2019). En donde se distribuyen doce tipos de vegetación con alta diversidad biológica propias de la región

## Capítulo IV

Neotropical donde incide el estado, dentro de las que se incluyen distintas variantes de selva alta, selva mediana y selva baja, así como, comunidades inundables como palmar, tular, manglar y petén, entre otros (CONABIO, 2011).

De acuerdo con datos de CONABIO, el estado alberga alrededor de 1,700 especies de plantas vasculares, de las cuales dos se consideran endémicas a la región y ocho se encuentran listadas bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 ([https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/quintana\\_roo.html](https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/quintana_roo.html))

### IV.2.2.2.1. Tipo de vegetación presente en el SAR y Área de proyecto

#### **Sistema Ambiental Regional**

Del análisis realizado a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI, resultó que en el SAR existen seis grandes clasificaciones de uso de suelo, considerando cada uno de los tipos de vegetación, siendo estos: mangle, tular, pastizal cultivado, vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia y urbano construida

Con información de el INEGI (2017) se presenta la descripción de cada uno de los tipos de vegetación y uso de suelo que conforman al sistema ambiental regional, las cuales se muestran a continuación:

#### *Manglar (VM)*

Es una comunidad densa, dominada por especies arbóreas perennifolias conocidas como mangle, aunque también pueden ser subarbóreas o arbustivas, alcanzando alturas que van de 1 hasta 30 m. En México predominan cuatro especies de mangle: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro o salado (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*). Normalmente se desarrolla en las márgenes de lagunas costeras y esteros y en desembocaduras de ríos y arroyos, pero también en las partes bajas y fangosas de las costas; siempre sobre suelos profundos, en sitios inundados sin fuerte oleaje o con agua estancada.

## Capítulo IV

### *Tular (VT)*

El INEGI describe a este tipo de vegetación como plantas acuáticas que crecen principalmente en altiplanicies y llanuras costeras, en un amplio rango de climas, yendo desde cálidos hasta templados, y de temperatura, precipitación y altitud. Se desarrolla en lagunas y lagos de agua dulce o salada y de escasa profundidad, así como en áreas pantanosas, canales y remansos de ríos. Las plantas de esta comunidad viven arraigadas en el fondo y constituyen masas densas con hojas largas y angostas, formando prácticamente un solo estrato herbáceo de 0.8 a 2.5 m de altura.

### *Selva mediana subperennifolia (SMQ)*

Este tipo de vegetación se distingue porque los individuos arbóreos que en ella crecen llegan a perder estacionalmente su follaje entre en un 25 a 50%. Mayoritariamente se encuentran presentes en climas cálidos húmedos y subhúmedos, con temperaturas que van de los 20 a los 28°C y precipitaciones que van de los 1,000 a los 1,600 mm. Se encuentra presente en lugares de moderada pendiente, con drenaje superficial más rápido o bien en regiones planas, pero ligeramente más secas y con drenaje rápido, como es el caso de la Península de Yucatán. Los árboles tienen una altura media de 25 a 30 m y alcanzan diámetros a la altura del pecho menor a los de la selva alta perennifolia.

Dentro del polígono del SAR se encuentran dos tipos de vegetación secundaria perteneciente a este tipo de vegetación, la arbórea y la arbustiva, estando marcada la diferencia entre ella por el tiempo que tiene el proceso de recuperación de la vegetación después de haberse dado la última alteración.

### *Pastizal cultivado*

Este tipo de vegetación, más bien considerado como uso de suelo, ya que se forma a partir de la remoción de la vegetación nativa para dar origen a un aprovechamiento agropecuario, principalmente a un sistema pastoril. Este sistema se caracteriza porque se introducen pastos nativos o introducidos para formar praderas donde pade el ganado. Este tipo de vegetación es sometida a un manejo intensivo para tener una alta tasa de producción de forraje para alimentar a los animales.

### *Uso de suelo urbano construido (AH)*

## Capítulo IV

El instituto define este uso de suelo como “conglomerado demográfico, considerando dentro del mismo los elementos naturales y las obras materiales que lo integran”. Este uso de suelo no forma parte de un macizo con cobertura vegetal nativa, esta fue removida previamente para dar paso a las viviendas e infraestructura urbana y de servicios.

A continuación, se presenta la superficie cubierta por los diferentes tipos de vegetación y usos de suelo identificados en el SAR.

Tabla 61 Usos de suelo y vegetación identificados en la poligonal del SAR definido para el proyecto “NINE”

Uso de Suelo y Vegetación	Superficie (ha)	Proporción (%)
Manglar	988.23	53.26
Pastizal cultivado	20.54	1.11
Tular	407.47	21.96
Urbano construido	239.53	12.91
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	53.19	2.87
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	146.42	7.89
Total	1855.38	100.00

Dentro de la poligonal del SAR, el manglar es la unidad que comprende la mayor cobertura con el 53.26% de las 1,855.38 ha totales del polígono que conforma el SAR. Este tipo de vegetación se encuentra como un polígono continuo a lo largo de todo el polígono del SAR, en el cual se insertan y bordean los otros usos de suelo y vegetación diferenciados.

A este tipo de vegetación le sigue, en cuanto a cobertura terrestre, el tular con el 21.96% y, en tercer lugar, se encuentra el uso de suelo urbano construido con el 12.91%, unidad donde se ubica el predio del proyecto. El tule se encuentra en dos polígonos inmersos dentro del manglar; y, el suelo urbano construido se presenta en tres áreas, la más grande a lo largo del litoral del mar Caribe, donde se encuentra el centro de población



## Capítulo IV

de Puerto Morelos, y las otras dos pequeñas áreas se ubican a la orilla de la carretera federal 357.

Las unidades que ocupan menor superficie es el pastizal cultivado con solo el 1.11% y la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia con el 2.87% de la superficie total del SAR. Ambas se encuentran contiguas en la parte suroeste del predio, colindando con la carretera federal Cancún – Tulum. Es de resalta que estas áreas coinciden con lo que en la actualización del PDDUCPPM es clasificado como corredor de servicios carreteros (CSC).

En este mismo sentido, las unidades clasificadas como manglar y tular coincide con el área clasificada como área de conservación (AC), en la actualización del PDDUCPPM, y toda la franja colindante con la zona federal marítimo terrestre es lo que se considera como áreas para desarrollos habitacionales, industrial y turístico, faltando por desarrollarse el sureste del polígono del SAR, donde aún existe vegetación de mangle, mayormente.

Dentro del SAR existe un tipo de vegetación que, dado su extensión y distribución, no es posible representar y se queda fuera de los grupos generales de uso de suelo y vegetación para caracterizar el sistema. En algunas áreas sin desarrollar que se encuentran a lo largo de la línea de costa, junto a la zona federal marítimo terrestre y dentro de la franja clasificada como uso urbano construido, existen áreas con vegetación de duna costera.

El INEGI (2017) define a este tipo de vegetación como aquella que crece a lo largo de las costas y en ella crecen especies de plantas de porte bajo y suculentas. Su cobertura juega un importante papel como estabilizadoras de las dunas y fijadoras de arena, evitando la pérdida de arena por efecto del viento y la fuerza del oleaje.

Entre las especies que hace referencia el INEGI que se pueden encontrar formando parte de este tipo de vegetación están: nopal (*Opuntia dillenii*), riñonina (*Ipomoea pescaprae*), alfombrilla (*Abronia maritima*), (*Croton spp.*), verdolaga (*Sesuvium portulacastrum*), etcétera. Además de algunas leñosas y gramíneas como el uvero (*Coccoloba uvifera*), pepe (*Chrysobalanus icaco*), cruceto (*Randia sp.*), espino blanco (*Acacia sphaerocephala*), mezquite (*Prosopis juliflora*), zacate salado (*Distichlis spicata*), zacate (*Sporobolus sp.*) entre otros.

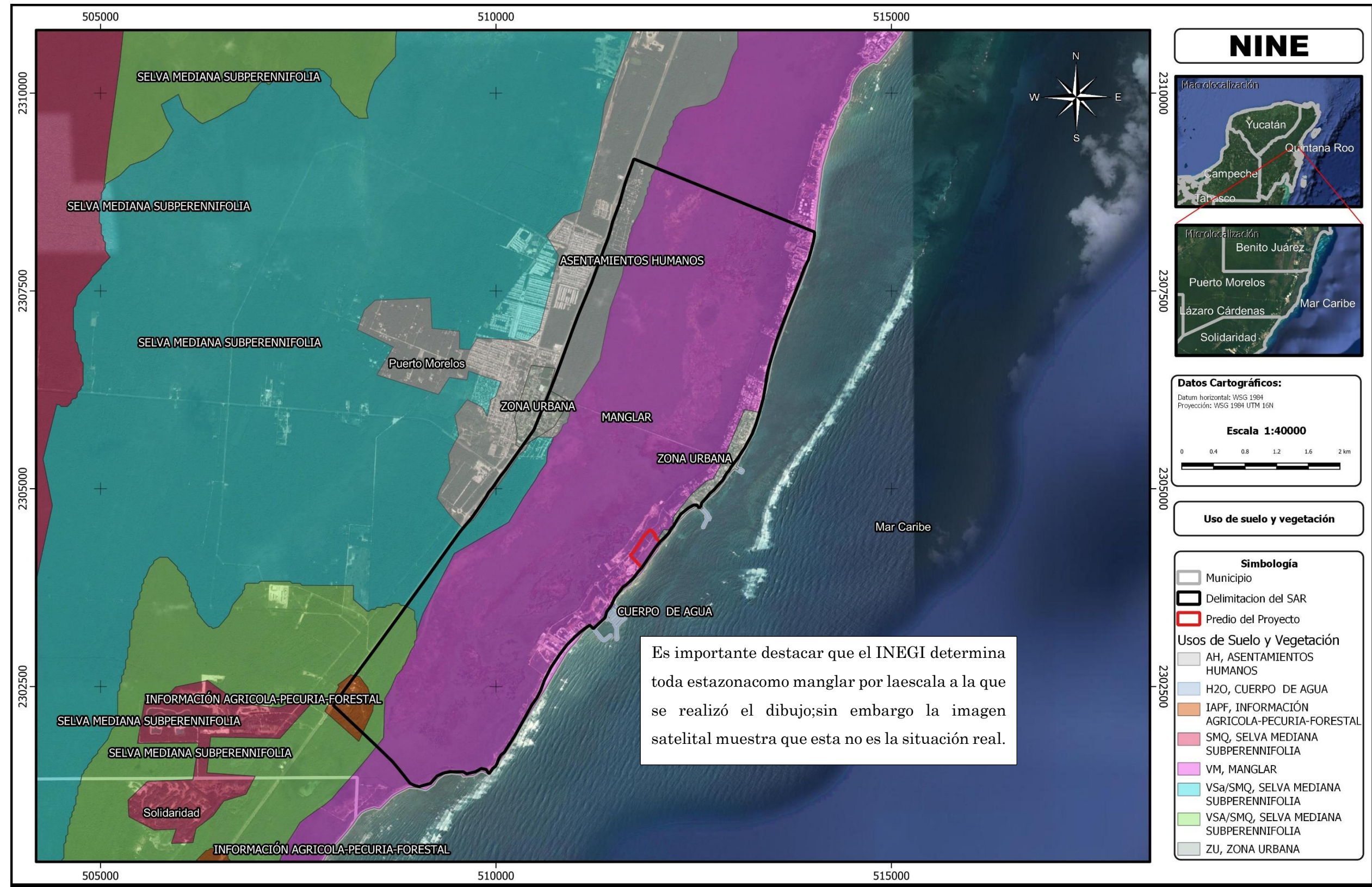


Figura 95 Uso de suelo y vegetación presentes en el SAR definido para el desarrollo del proyecto "NINE".

## Capítulo IV

### Área de proyecto

De acuerdo con la información obtenida del Conjunto Nacional de Uso de Suelo y Vegetación Serie VI del INEGI, la poligonal del predio incide sobre una región ocupada por Asentamientos humanos, en donde no se reporta la cobertura de algún tipo de vegetación. Sin embargo, acorde con el análisis de imágenes obtenidas con equipo especializado como drones, así como los recorridos en campo se observó la presencia de un tipo de uso de suelo, cuerpos de agua superficiales y tres tipos de vegetación.

Para poder caracterizar a profundidad el predio donde se pretende desarrollar el proyecto se realizó un sobrevuelo LiDAR<sup>15</sup>.

El vuelo LiDAR se realizó empleando un dron especializado de tipo Matrice 300 RTK<sup>16</sup> de la marca DJI. Las principales ventajas de proceder con este tipo de levantamientos es que se puede tener una nube de puntos con precisión de milímetros tanto del terreno como de la vegetación (a través de perfiles).

En el Capítulo 8 del presente documento se abordan tanto la ficha técnica como las características técnicas del equipo y sensor empleados.

---

<sup>15</sup> Un lidar o lidar (acrónimo del inglés LiDAR, Light Detection and Ranging o Laser Imaging Detection and Ranging) es un dispositivo que permite determinar la distancia desde un emisor láser a un objeto o superficie utilizando un haz láser pulsado. La distancia al objeto se determina midiendo el tiempo de retraso entre la emisión del pulso y su detección a través de la señal reflejada.

<sup>16</sup> RTK (del inglés Real Time Kinematic) o navegación cinética satelital en tiempo real, es una técnica usada para la topografía, maquinaria agrícola y navegación marina basado en el uso de medidas de fase de navegadores con señales GPS, GLONASS y/o de Galileo, donde una sola estación de referencia proporciona correcciones en tiempo real, obteniendo una exactitud submétrica.

## Capítulo IV



Figura 96 Matrice 300 RTK

Adicionalmente se obtuvo una ortofoto con precisión de 1 cm empleando una cámara fotogramétrica especial para este tipo de equipos.

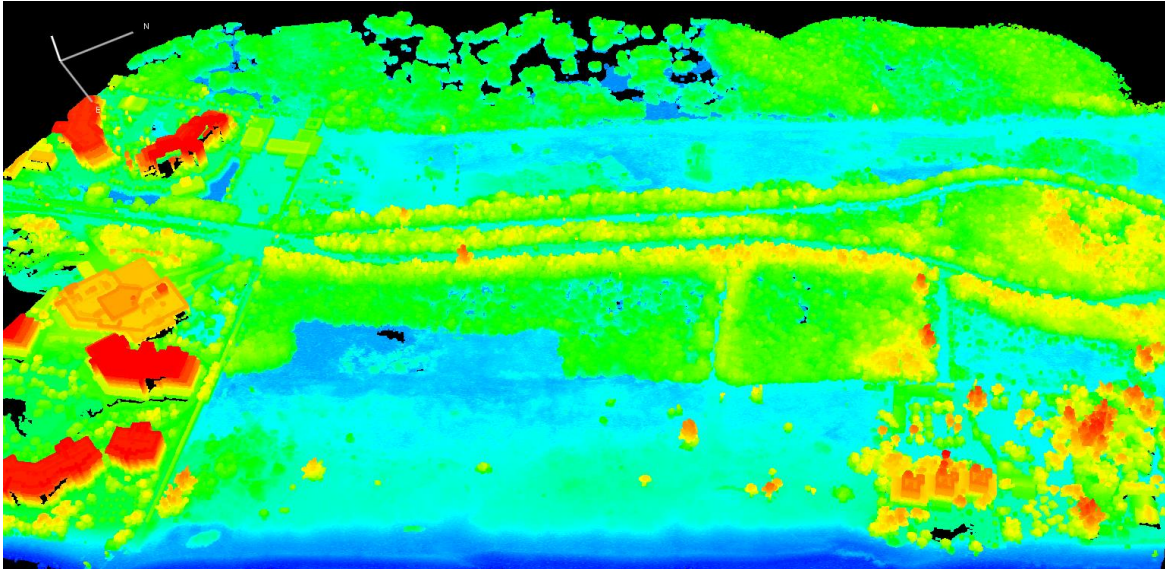
La nube de puntos muestra las condiciones en las cuales se encuentra el terreno con respecto a sus diferentes colindancias en diferentes estratos.

La siguiente figura (Figura 18 Nube de puntos capturada por LiDAR) muestra la nube de puntos captada en su conjunto.



Nube de puntos con una representación RGB del terreno

## Capítulo IV



Nube de puntos con una representación de gradiente por elevaciones

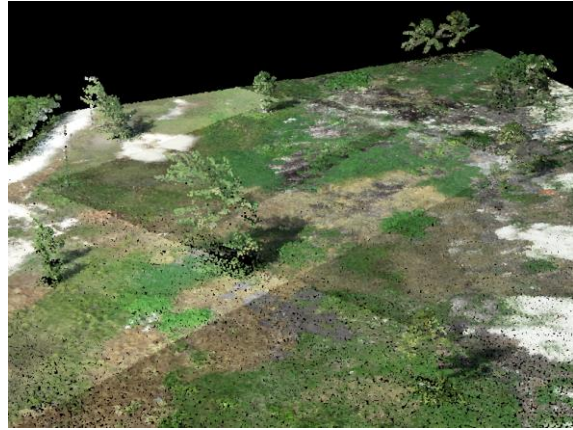
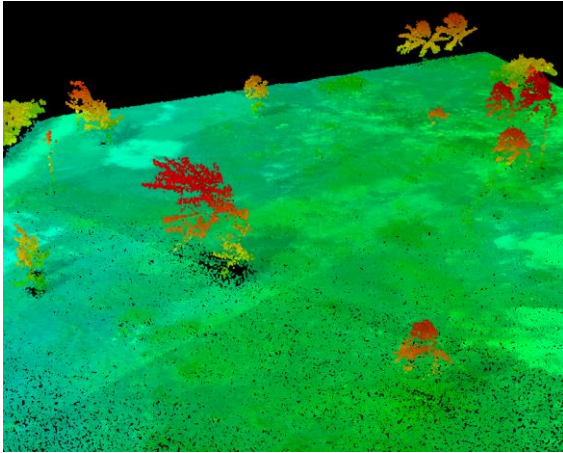
Figura 97 Nube de puntos capturada por LiDAR

La siguiente figura (Figura 19 Detalle de la nube de puntos dentro del área de proyecto) muestra el detalle de algunos elementos dentro de la nube de puntos.

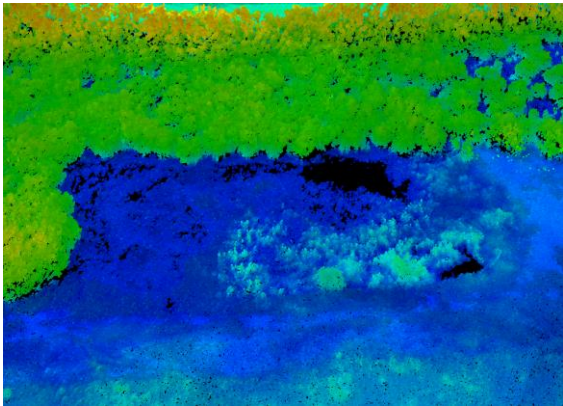


Ejemplo del detalle levantado en el lindero Suroeste

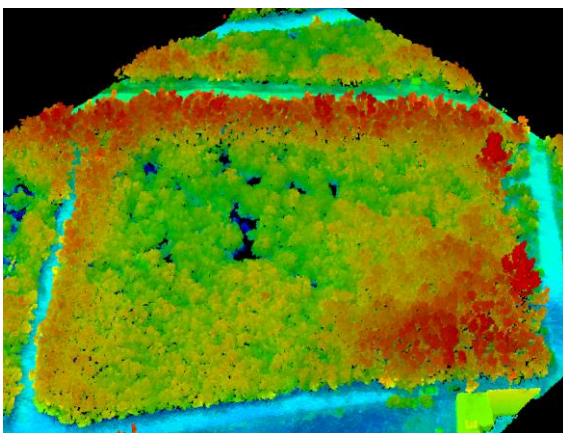
## Capítulo IV



Detalle de palmeras y Casuarinas



Detalle de un área de tular contenido dentro del terreno.



Detalle de un área un parche de manglar dentro del terreno.

Figura 98 Detalle de la nube de puntos dentro del área de proyecto

## Capítulo IV

Ahora bien, con la información del LiDAR es posible realizar primero una discriminación de la vegetación con un porte distinto al herbáceo contenida dentro del terreno; esto a través de algoritmos de discriminación del suelo. La siguiente imagen muestra la vegetación discriminada del terreno, este tipo de archivos fueron útiles para la clasificación de la vegetación y la interpretación de la condición actual del terreno. Asimismo, a continuación se muestra el terreno discriminado del resto de los elementos, mismo que fue útil en la identificación del patrón hidrológico superficial y la presentación de la hidrología superficial del terreno..

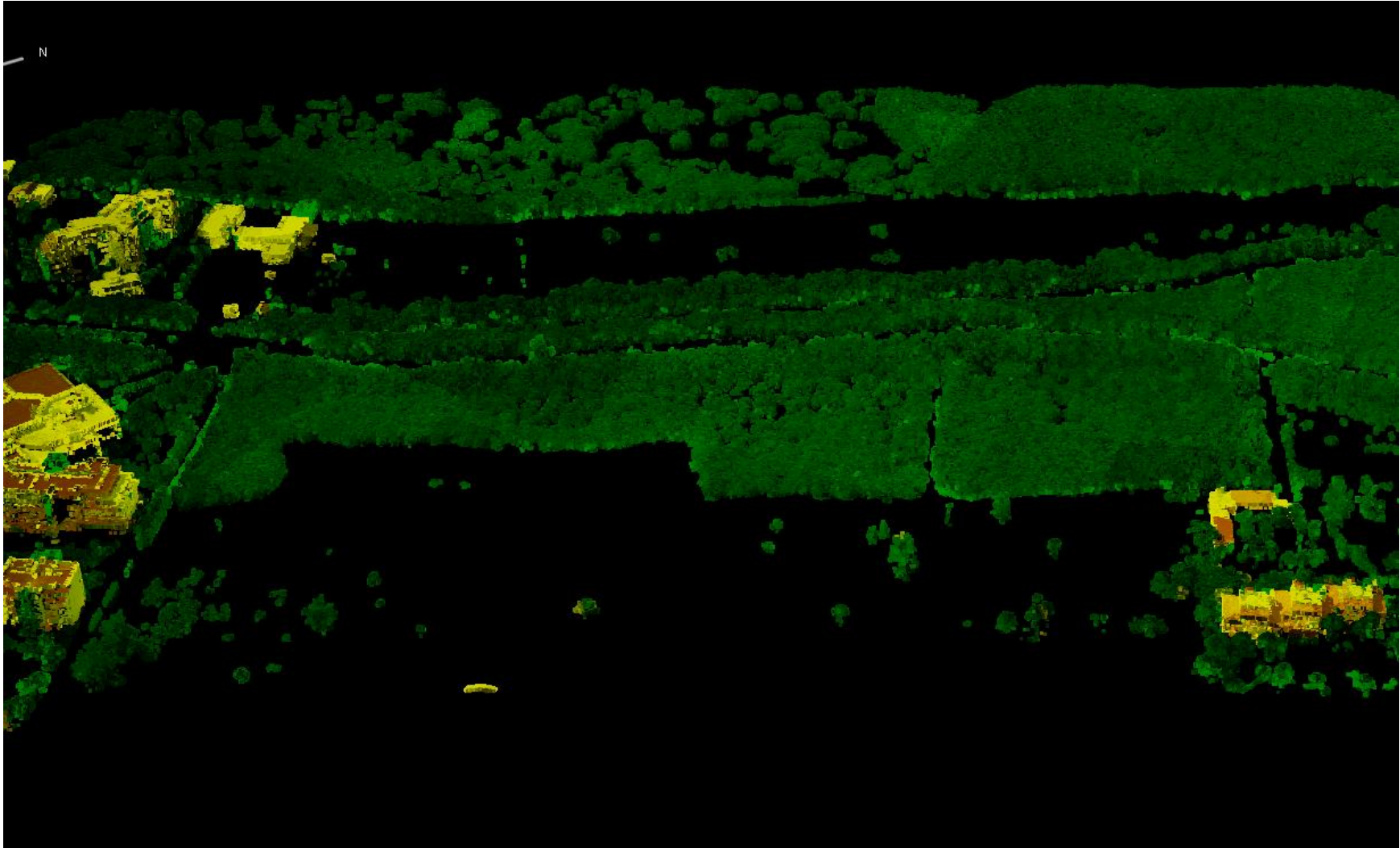


Figura 99 Imágen frontal del terreno que muestra la vegetación en unporte arbóreo y arbustivo; además de extracción de construcciones



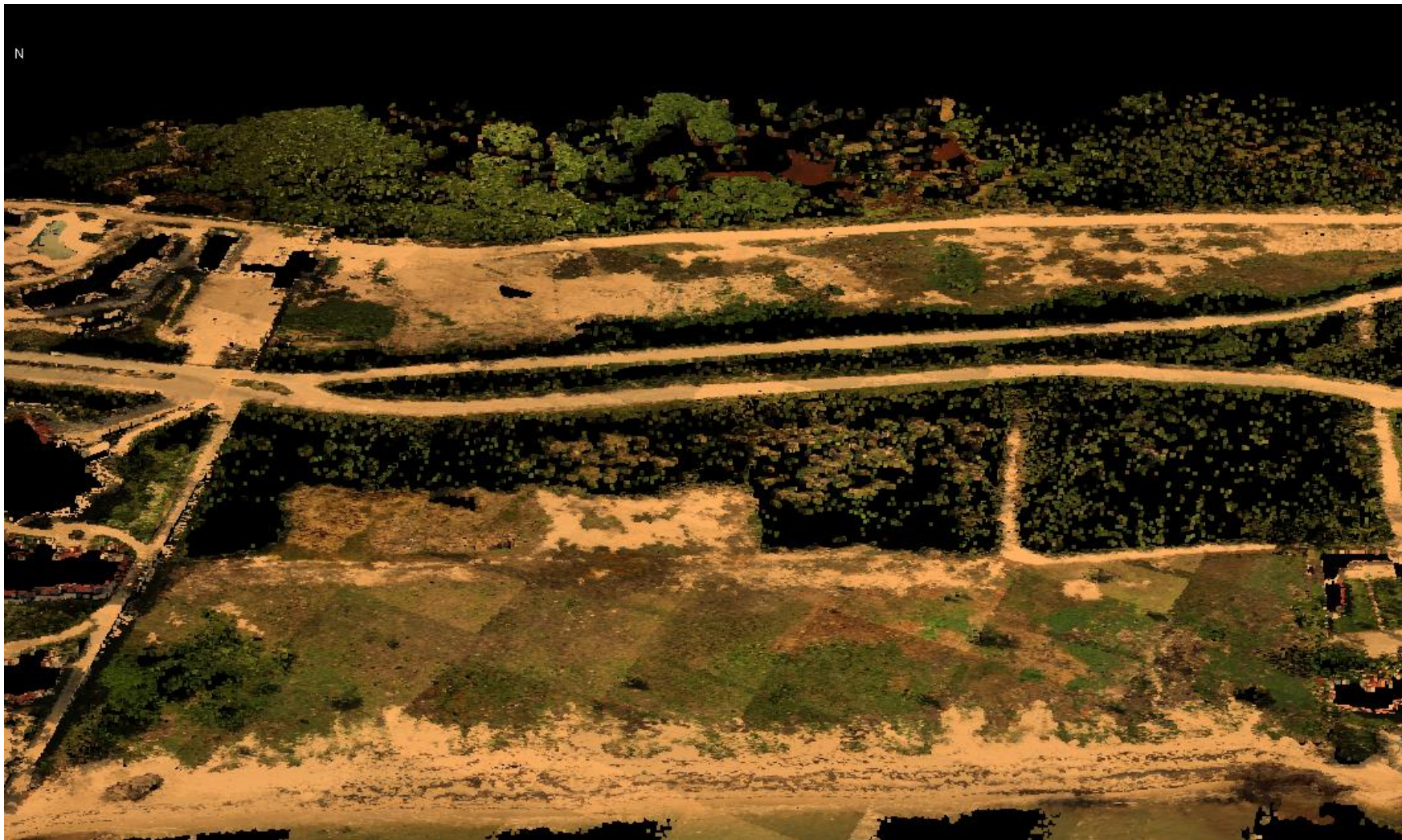


Figura 100 Imagen que muestra el terreno discriminado de la vegetación.

## Capítulo IV

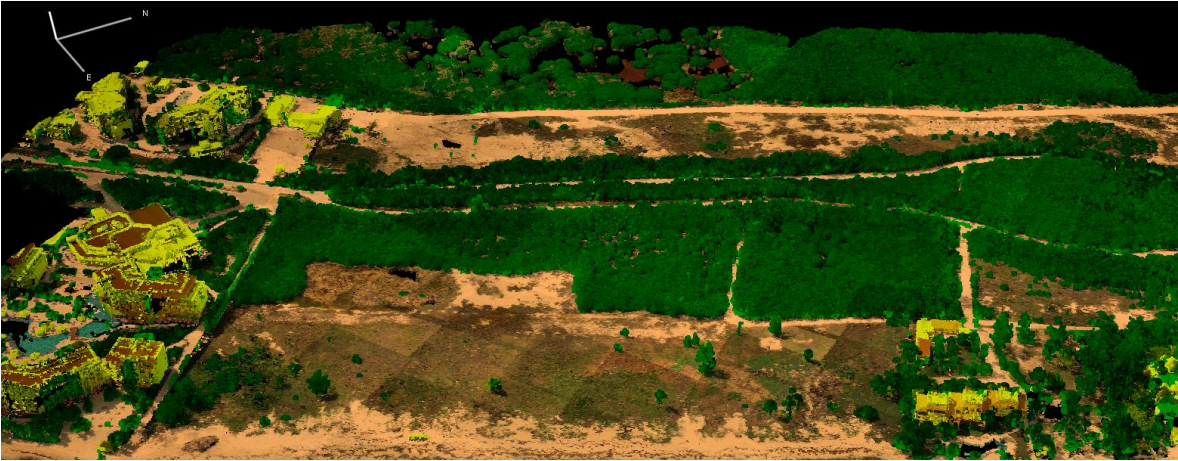


Figura 101 Clases de puntos subpuestos entre sí

Ahora bien, esta información se combina con las fotografías aéreas capturadas con el dron (Figura 102 Ejemplo de las fotografías aéreas tomadas sobre el terreno) para generar una ortofoto<sup>17</sup> que permita visualizar las condiciones actuales del terreno (Figura 20 Ortofoto generada sobre el terreno):



Figura 102 Ejemplo de las fotografías aéreas tomadas sobre el terreno

---

<sup>17</sup> Se entiende que una ortofoto se encuentra corregida ortogonalmente cuando ha pasado procesos de ortorrectificación y permite la medición directa sobre ella empleando software de fotogrametría y Sistemas de Información Geográfica.

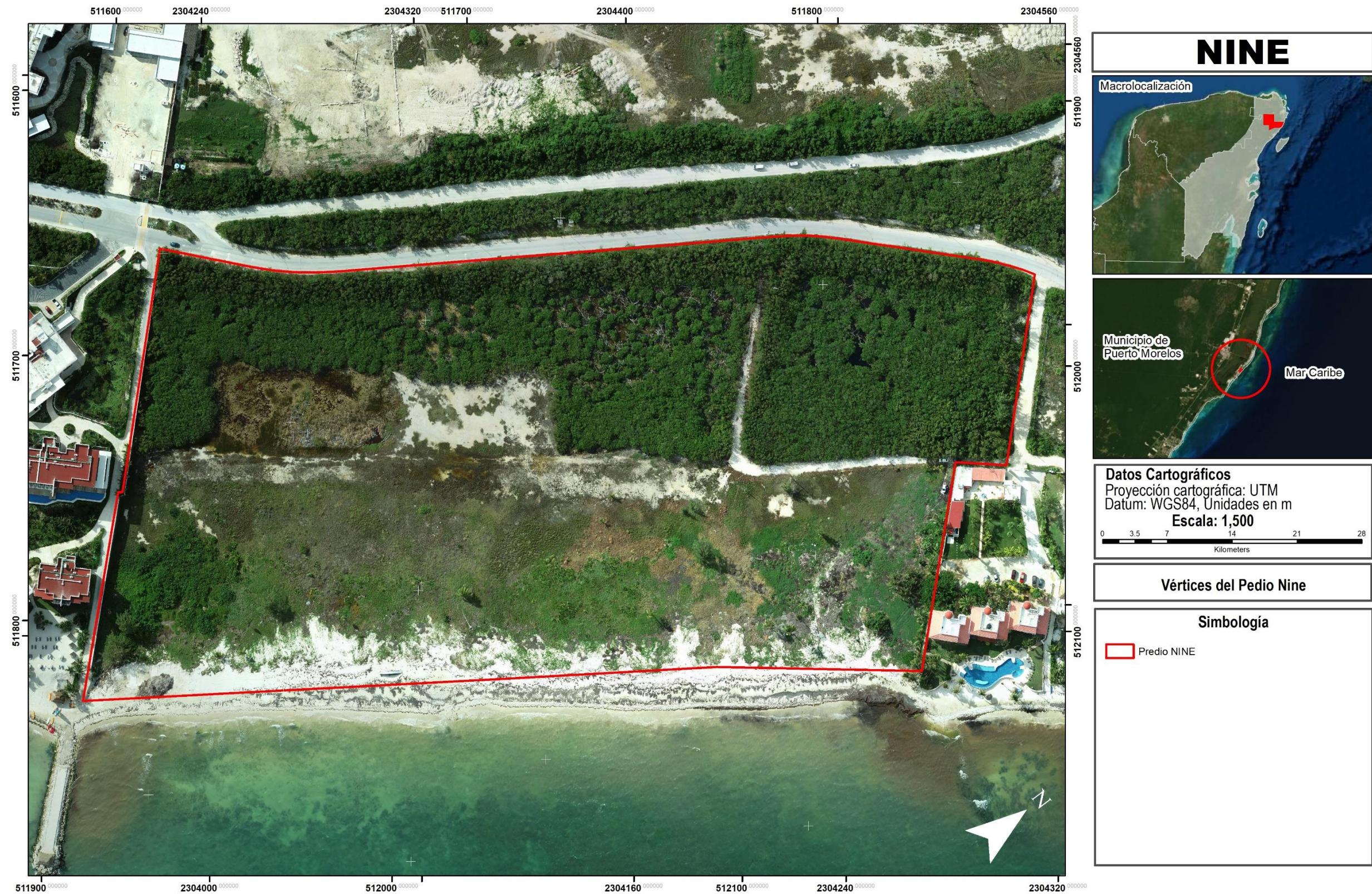


Figura 103 Ortofotografía generada sobre el terreno

## Capítulo IV

Cruzando la información de la nube de puntos y la ortofoto generada, se identifican los principales elementos que conforman el paisaje del proyecto (Figura 21 Elementos que conforman el paisaje dentro del predio).

Finalmente, las siguientes imágenes muestran, primero (Figura 105 Alturas de la vegetación dentro del terreno) un Modelo Digital de Superficie sobrepuesto sobre la ortofoto para conocer las diferencias de altura dentro del terreno y finalmente una Ortofoto que tiene sobrepuestas las áreas de conservación (verde); obras sin sellamiento de suelo (café) y obras con sellamiento de suelo (rojo) (Figura 22 Distribución de la zonificación del proyecto sobre la ortofoto).

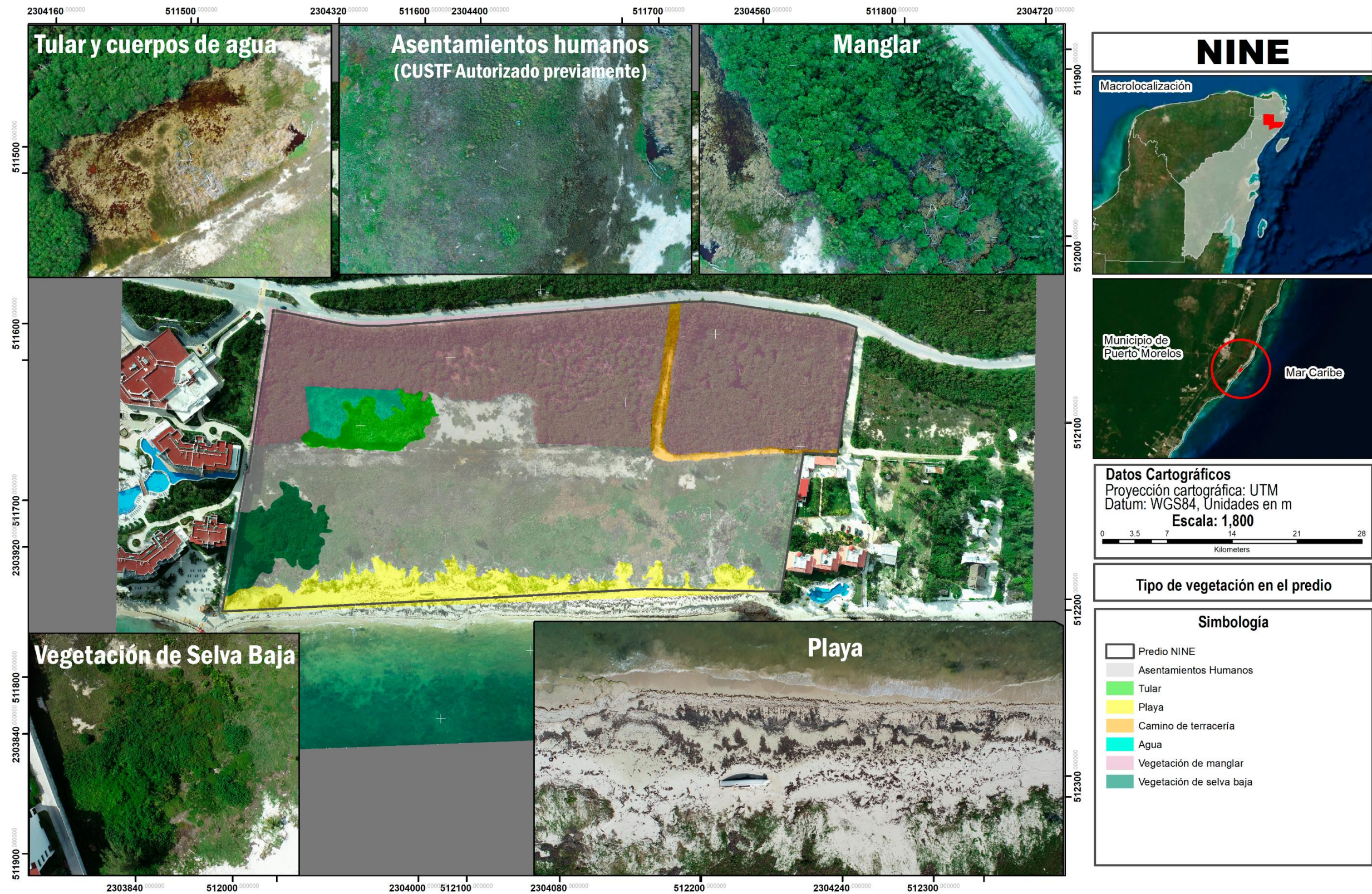


Figura 104 Elementos que conforman el paisaje dentro del predio

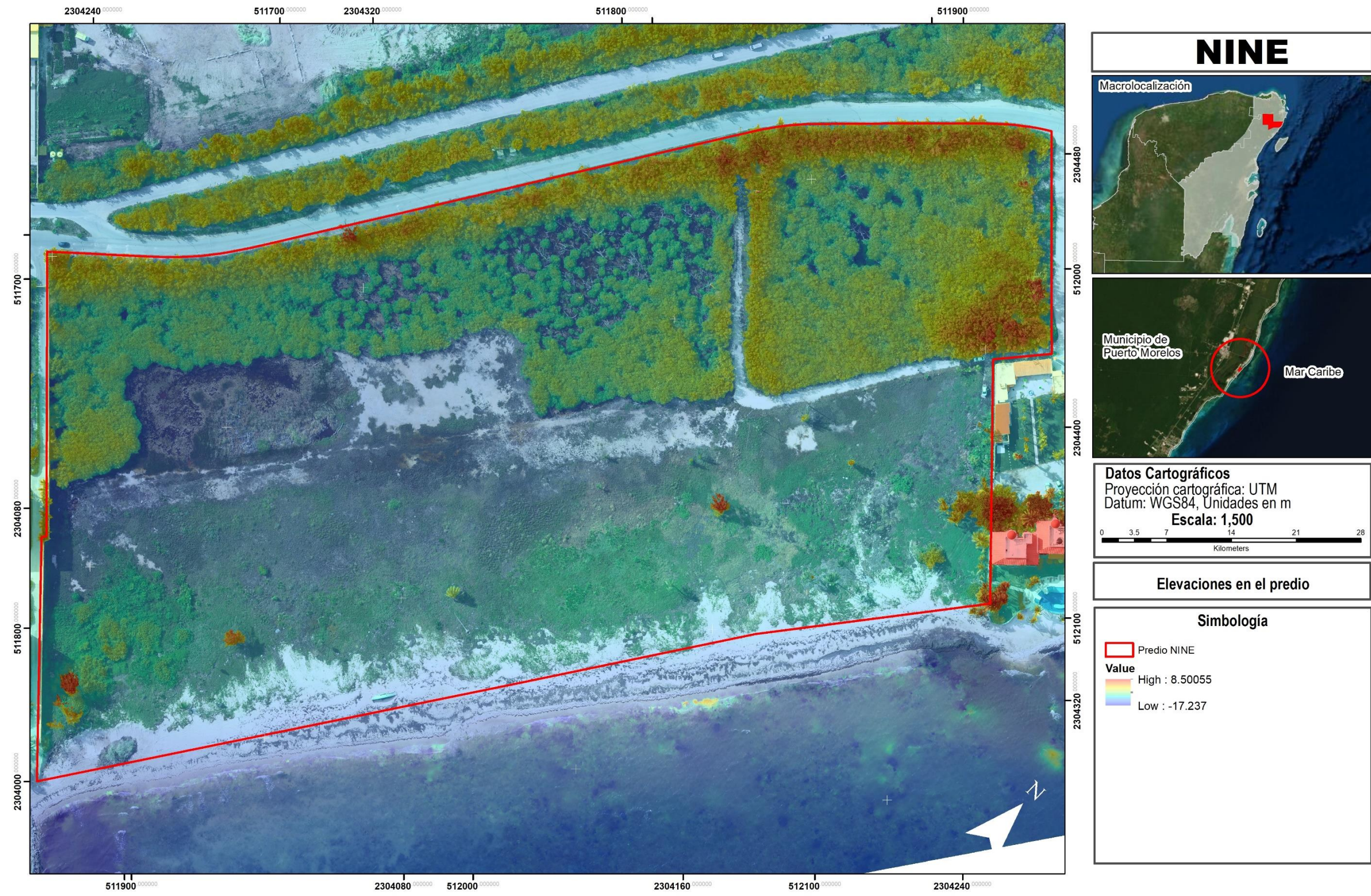


Figura 105 Alturas de la vegetación dentro del terreno

## Capítulo IV

### *Manglar*

Se distribuye en zonas con climas cálidos húmedos y subhúmedos, por lo que, se desarrolla a las orillas de lagunas costeras, esteros, desembocaduras de ríos y arroyos, costas y sitios inundados. La principal característica de este tipo de vegetación es la densa comunidad de mangles por la que está formada, estos son especies arbóreas perennifolias con raíces en forma de zancos, las cuales les permiten establecer un contacto directo con agua salobre.

Este ecosistema provee una variedad de servicios ecosistémicos, por lo que, la importancia ecológica que estos representan es alta. Algunas de las características particulares que poseen es el hábitat que otorga a diferentes especies durante las etapas del ciclo de vida, dando como resultado una gran riqueza biológica de distintos grupos faunísticos terrestres y marinos, así como, alta productividad primaria con lo que genera cantidades elevadas de nutrientes, las cuales son aprovechadas por otros ecosistemas como, los arrecifes de coral.

[https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/manglares\\_de\\_mexico\\_1.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/manglares_de_mexico_1.pdf)

Para el caso particular de Puerto Morelos, Quintana Roo, las especies de mangle predominantes son el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*). Estas tres especies se encuentran listadas como Amenazadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Vázquez-Lule y Adame, 2009).

### *Vegetación secundaria de Tular*

La vegetación secundaria está presente en los casos donde, la vegetación primaria es eliminada o alterada por una serie de factores antropogénicos o naturales, los cuales dan lugar a una comunidad vegetal distinta a la original con estructura y composición florística heterogénea.

Por otra parte, el tular está conformado por comunidades de plantas acuáticas que se desarrollan en lagunas y lagos de agua dulce o salada y de escasa profundidad, así como

## Capítulo IV

en áreas pantanosas, canales y remansos de ríos. Además, se distribuyen en llanuras costeras o altiplanicies con climas cálidos o templados y con amplios rangos de temperatura y precipitación. Las plantas acuáticas del tular viven enraizadas en el fondo y constituyen masas densas con hojas largas y angostas, las cuales forman un solo estrato herbáceo. Dentro de los humedales de Puerto Morelos, la comunidad de tular está constituida por tule (*Typha domingensis*) (Canul, s.f.).

### *Vegetación secundaria de Selva Mediana Subperennifolia*

Se distribuye en regiones con climas cálidos húmedos y subhúmedos, con temperaturas que oscilan entre los 20 y 28°C y valores de precipitación total anual que alcanza los 1,600 mm. Este tipo de vegetación se caracteriza por la presencia de elementos arbóreos, los cuales pierden del 25 al 50% de su follaje de manera estacional. Dentro de estos individuos se pueden distinguir tres estratos con alturas variadas, de 4 a 12 m, de 12 a 22 m y de 22 hasta 30 m. Asimismo, en este tipo de selva se encuentran diversas palmas.

En Quintana Roo, algunas de las especies que se desarrollan en la selva mediana subperennifolia son el zapotillo (*Pouteria reticulata*), chicozapote (*Manilkara zapota*), palo mulato (*Bursera simaruba*), barbasco (*Piscidia piscipula*) y tsalam (*Lysiloma latisiliquum*) (Carreón-Santos y Valdéz-Hernández, 2014).

### Cuerpo de agua

Las zonas inundables reportadas al interior del área del proyecto se encuentran distribuidas a orillas de la vegetación de tular, debido a que las especies de este tipo de vegetación son comunidades acuáticas.

### *Uso urbano*

En la región que fue clasificada dentro de este uso de suelo no se reportaron construcciones u obras materiales, sin embargo, es importante mencionar que esta zona corresponde al área de desplante de las obras, en donde ya se llevó un cambio de uso de suelo bajo el amparo de la autorización condicionada en materia de impacto ambiental No. D.O.O.DGOEIA.-005955 del 15 de septiembre de 1999, emitida para el desarrollo del proyecto “El Cid de Cancún”, así como por la autorización



## Capítulo IV

S.G.P.A./DGIRA/DG/0082/08, de fecha 11 de febrero de 2008, y forestal para la realización del proyecto “Caribbean Reef Village”. Por lo que, actualmente existe crecimiento de vegetación oportunista dado el tiempo que tiene de haberse llevado a cabo la remoción de la vegetación, dominada por la presencia de las gramíneas *Distichlis spicata* y *Chloris inflata*.

La legalidad de las actividades realizadas en dichos predios fue constatada por la Delegación Federal de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) en el Estado de Quintana Roo mediante los acuerdos No. 0558/2014, de fecha 19 de diciembre de 2014, No, 0561/2014, de fecha 15 de diciembre de 2014, y 0557/2014, de fecha 19 de diciembre de 2014, a través de los que se ordenó la conclusión y cierre de actuaciones de los procedimientos administrativos, en materia de impacto ambiental y forestal respectivamente, lo anterior fue por no encontrar infracciones debido a las modificaciones a los ecosistemas presentes en el predio.

Tabla 62 Usos de suelo y vegetación identificados en la poligonal del área del proyecto “NINE”

<b>Uso de Suelo y Vegetación</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Proporción (%)</b>
Camino de terracería	0.08	0.9
Cuerpos de agua	0.13	1.5
Vegetación de tular	0.22	2.6
Vegetación secundaria de Selva Mediana Subperennifolia	0.33	3.9
Playa	0.72	8.5
Vegetación de manglar	3.44	40.7
Uso urbano	3.53	41.8
Total	8.45	100.00



Figura 106 Usos de suelo y vegetación definidos para el área del predio del proyecto "NINE"

## Capítulo IV

### IV.2.2.2.1. Caracterización de la vegetación

Se realizó un muestreo de las condiciones de la vegetación tanto en el área de desplante del predio por la ejecución del proyecto, así como en un área de la cuenca con vegetación similar a la del predio. El muestreo implementado se seleccionó considerando el tipo de vegetación presente en el área, la estructura y composición de la vegetación, su grado de desarrollo y el área del proyecto.

Se llevó a cabo un muestreo sistematizado por medio de parcelas rectangulares, ubicando 15 de ellas dentro del predio y área con vegetación forestal a afectar. Este tipo de parcelas permiten delimitar con facilidad unidades de gran magnitud, a la vez que captan una alta proporción de la variabilidad del bosque.

En este caso, en el área del predio cubierta por vegetación de manglar se establecieron tres sitios rectangulares de 500 m<sup>2</sup>, debido a la importancia ecológica que este tipo de vegetación representa dentro de las zonas costeras. En este mismo sentido se definió un sitio adicional de 500 m<sup>2</sup> para la superficie cubierta por vegetación de selva mediana subperennifolia (Tabla 64 Coordenadas UTM, datum horizontal WGS 1984 zona 16N de los iniciales y finales de las parcelas muestreadas para caracterizar la vegetación en el área del predio del proyecto “NINE”.)

Por otro lado, donde ya se efectuó el cambio de uso de suelo se levantaron 15 sitios rectangulares de 250 m<sup>2</sup> donde se muestreó el estrato arbóreo de la vegetación, para el estrato arbustivo se levantaron 15 subsitios de 50 m<sup>2</sup>, mientras que para el estrato herbáceo se levantaron 15 subsitios de 25 m<sup>2</sup>.

Haciendo desde este momento la aclaración de que en los sitios muestreados para los estratos arbóreo y arbustivo no se encontraron ejemplares que cayeran en esta clasificación dado su muy escasa presencia en el predio.

La definición de los estratos de vegetación se determinó tomando en cuenta la altura de las plantas encontradas en el área a muestrear, el diámetro del tallo (el cual se mide a 1.30 m de altura), consistencia del tallo y el grado de ramificación. En la **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.**

## Capítulo IV

Tabla 63 Criterios de definición de los estratos en la vegetación.

<b>Crecimiento</b>	<b>Altura mínima (m)</b>	<b>Diámetro (cm)</b>	<b>Tallo</b>	<b>Ramificación</b>
<b>Arbóreo</b>	1.30	5 a la altura del pecho	Leñoso	Presente
<b>Arbustivo</b>	0.50	Entre 2 y 10	Leñoso	Desde la base
<b>Herbáceo</b>	0.10	Desde 1 en la base del tallo	Poco resistente o flexible	Presente o ausente

Tabla 64 Coordenadas UTM, datum horizontal WGS 1984 zona 16N de los iniciales y finales de las parcelas muestreadas para caracterizar la vegetación en el área del predio del proyecto "NINE".

<b>Parcela</b>	<b>Coordenada inicial</b>	<b>Coordenada final</b>	<b>Coordenada inicial</b>	<b>Coordenada final</b>
	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
<b>1</b>	511995	2304373	512014	2304355
<b>2</b>	511980	2304352	511999	2304337
<b>3</b>	511969	2304329	511985	2304317
<b>4</b>	511953	2304310	511970	2304300
<b>5</b>	511943	2304291	511959	2304279
<b>6</b>	511924	2304271	511946	2304260
<b>7</b>	511909	2304251	511929	2304237
<b>8</b>	511894	2304232	511919	2304215
<b>9</b>	511882	2304208	511902	2304201
<b>10</b>	511868	2304188	511889	2304181
<b>11</b>	511853	2304172	511874	2304162
<b>12</b>	511838	2304155	511858	2304139
<b>13</b>	511824	2304131	511845	2304117
<b>14</b>	511813	2304103	511833	2304098
<b>15</b>	511801	2304085	511815	2304074
<b>16</b>	511996	2304425	511988	2304392
<b>17</b>	511819	2304311	511807	2304293
<b>18</b>	511747	2304108	511765	2304092

## Capítulo IV

Parcela	Coordenada inicial	Coordenada final	Coordenada inicial	Coordenada final
	X	Y	X	Y
19	511805	2304066	511821	2304070



Figura 107 Condición de la vegetación presente en el predio del proyecto y de desplante de las obras que lo conforman. Al fondo de las imágenes se aprecia un área con cobertura arbórea, la cual queda fuera del área de desplante de las obras del proyecto.

Para complementar la caracterización del tipo de vegetación presente en el predio del proyecto en el área de desplante de las obras del proyecto, se seleccionó otra área dentro del SAR con características similares para replicar el muestreo de la vegetación. En este caso se seleccionaron 10 sitios de muestreo de la misma forma que se seleccionaron y muestrearon los 15 sitios dentro del predio del proyecto (Tabla 65 Coordenadas UTM, datum horizontal WGS 1984 zona 16N, de los puntos iniciales y finales de las parcelas

## Capítulo IV

muestreadas para caracterizar la vegetación dentro del SAR complementarios a los del predio del proyecto.).

Tabla 65 Coordenadas UTM, datum horizontal WGS 1984 zona 16N, de los puntos iniciales y finales de las parcelas muestreadas para caracterizar la vegetación dentro del SAR complementarios a los del predio del proyecto.

Parcela	Coordenada inicial	Coordenada final	Coordenada inicial	Coordenada final
	X	Y	X	Y
1	512188	2304586	512176	2304572
2	512150	2304570	512170	2304564
3	512146	2304558	512166	2304550
4	512138	2304547	512159	2304537
5	512134	2304534	512154	2304525
6	512123	2304523	512137	2304513
7	512103	2304527	512117	2304507
8	512090	2304523	512102	2304510
9	512065	2304519	512084	2304503
10	512048	2304498	512070	2304487

Además, en el predio se presenta en forma de franja irregular en los 390 m del frente del predio, en amplitudes variables que van de los 5 a los 20 m de sureste a este en la colindancia norte donde un parche formado por riñonina (*Ipomoea pes-caprae*) se presenta entremezclado con la gramínea *Sporobolus virginicus*, siendo esta última la especie dominante. En esta franja encontramos algunos ejemplares juveniles de palma chit (*Thrinax radiata*), así como ejemplares aislados de pino de mar (*Casuarina equisetifolia*). En el que, la presencia de esta última especie es un claro indicador de la afectación llevada a cabo en el predio años atrás, ya que se trata de una especie invasora y oportunista que crece en áreas alteradas. Más al sur el crecimiento es en franja muy angosta y en la cobertura domina otra gramínea, el pasto *Distichlis spicata*.

La franja en la que esta vegetación prospera es altamente inestable dada su proximidad con el mar. Se sujeta periódicamente a los vientos y eventualmente a fenómenos

## Capítulo IV

hidrometeorológicos de mayor magnitud que al ocurrir desplazan, por marejada o erosión eólica, a la vegetación instalada.

A nivel predial puede considerarse que esta vegetación es de carácter pionero, o primario, con gran dominancia de especies herbáceas, careciendo de elementos consolidados como la verdolaga de playa (*Sesuvium portulacastrum*), uva de mar (*Coccoloba uvifera*), ciricote de playa (*Cordia sebestena*) y sikimay (*Tournefortia gnaphalodes*).

Para describir esta vegetación se eligió el parámetro ecológico de densidad ya que su distribución es discontinua y no hay posibilidad de obtener otros datos como diámetro o altura.

### IV.2.2.2.2. Análisis de diversidad de la vegetación

#### Chao1

Es un estimador basado en la abundancia. Lo que significa que los datos requeridos se refieren al número de individuos que pertenecen a una determinada clase en una muestra. Para este caso se requiere conocer cuántas especies están representadas por un solo individuo en la muestra (singleton), y cuántas están representadas por exactamente dos individuos (doubletone) y se encuentra definida por la siguiente ecuación:

$$S_{est} = S_{obs} + \frac{n_1^2}{2n_2}$$

Donde:

S est = Número de especies que se espera encontrar.

S obs = Número de especies observadas en una muestra.

n 1 = Número de singletones.

n 2 = Número de doubletones.

## Capítulo IV

Por otra parte, para aquellas muestras donde el número de doubletons es cero, se aplica el siguiente modelo:

$$S_{est} = S_{obs} + \frac{n_1^2}{2n_2}$$

Para describir la vegetación se estimaron indicadores que permitieran comparar la diversidad, riqueza y la similitud de los tipos de vegetación y sitios de muestreo. Para evaluar la diversidad se aplicó el índice de Shannon – Weaver, calculado y máximo, y el índice de equidad de Pielou. Para la determinación de la riqueza específica se contabilizó el número de especies identificadas en los sitios de muestreo, y para la determinación de la abundancia se utilizó el método simple de contabilizar el número de ejemplares identificados por especie. Y, para evaluar la similitud entre sitios de muestreo y predio del proyecto con respecto al número y especies identificadas, se usó el coeficiente de similitud de Jaccard. El uso de estos índices es explicado y referenciado por Reyes y Torres-Flores (2009).

El índice de Shannon – Weaver ( $H'$ ) expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra; toma valores que van de cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de  $S$  (número total de especies), cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. Su valor normal está entre 2 y 3, valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 altos en diversidad de especies. Su fórmula para estimar este índice es como se muestra a continuación:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \times \log^2 p_i$$

Donde:

$H'$  = Índice de diversidad de Shannon Weaver.

$S$  = Número de especies.

$p_i$  = Proporción de la especie  $i$  en la muestra.



## Capítulo IV

La máxima diversidad esperada representa es una variable estimada tomando en cuenta el total de especies identificadas en el sitio o área de muestreo y representa el valor que se esperaría en el caso de que todas las especies estuvieran representadas por igual número de ejemplares. Se estima a través del logaritmo natural del número total de especies.

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

Donde:

$H'_{m\acute{a}x}$  = Diversidad máxima esperada.

S = Número total de especies.

El índice de equidad de Pielou ( $J'$ ) es otro de los índices que se usan para evaluar la diversidad considerando la proporción de las especies dentro de las identificadas de la muestra con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, donde 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes. La fórmula para estimarlo es:

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

Donde:

$J'$  = Índice de equidad de Pielou.

$H'$  = Índice de diversidad de Shannon – Weaver.

$H'_{m\acute{a}x}$  = Diversidad máxima esperada [Ln (S)]

Como forma de interpretarlo, un índice de equidad de Pielou de 0.863 indica que las especies de flora reportadas presentan cada una el 86.3% de probabilidad de ser encontradas en el área de muestreo.

Finalmente, el coeficiente de similitud de Jaccard se estimó para determinar la semejanza entre los sitios de muestreo con base a las especies presentes en ellos. De acuerdo con lo mencionado por Reyes y Torres-Flores (2009), este coeficiente es una medida inversa de la diversidad, que se refiere al cambio de especies entre dos sitios. Los valores que toma este coeficiente van de 0, cuando no hay especies compartidas

## Capítulo IV

entre ambos sitios, hasta 1, cuando dos sitios tienen la misma composición de especies. La fórmula para obtenerlo es la siguiente:

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

$I_j$  = Coeficiente de Similitud de Jaccard.

a = Número de especies presentes en el sitio A.

b = Número de especies presentes en el sitio B.

c = Número de especies presentes en ambos sitios A y B (especies en común entre sitios).

La forma de interpretar este coeficiente se puede hacer convirtiendo el resultado obtenido a valor porcentual, donde un valor del 0.135 es igual al 13.5%, lo que significa que existe un 13.5% de similitud de especies entre los sitios comparados.

La estimación de este coeficiente se consideró importante una vez que se tuvieron los datos de campo y se encontró una amplia variación en la diversidad de especies entre los sitios muestreos. Así, con su estimación se puede comparar la variabilidad, o similitud, florística entre sitios y el predio mismo.

### IV.2.2.2.1. Presentación de resultados

Si bien, durante los muestreos se empleó una clasificación por altura para la determinación de los estratos de vegetación, para los análisis de diversidad no se utilizó, por lo que, se consultó literatura especializada para definir la forma de vida de las especies reportadas.

A continuación, se presentan los resultados de los estimadores y los índices de diversidad para cada unidad de análisis.

### **Predio del proyecto**

En este apartado se hará la diferenciación de los resultados entre los sitios de muestreo establecidos en la vegetación de manglar y aquellos definidos en el resto del predio.

#### *Manglar*

## Capítulo IV

Del inventario forestal de la vegetación de manglar distribuida en el área de desplante del proyecto se identificó un total de nueve especies, representadas por seis familias, donde *Arecaceae*, *Combretaceae* y *Fabaceae* resultaron las más diversas con dos especies cada una. En este tipo de vegetación, de acuerdo con la forma de vida de las especies se identificaron dos estratos, arbustivo y arbóreo.

### Estrato arbustivo

El trabajo de campo realizado en los tres sitios de muestreo establecidos, arrojaron una riqueza específica de tres especies para este estrato. Sin embargo, acorde con los resultados obtenidos mediante la aplicación del estimador Chao 1, este señala que la riqueza estimada correspondería a ocho especies.

En cuanto a los valores de diversidad, para el índice Shannon-Weaver se obtuvo un valor de 1.10, indicando una diversidad baja. De igual manera, para la diversidad máxima se obtuvo el mismo valor, puesto que, las tres especies reportadas presentaron la misma abundancia, correspondiente a un individuo. Este comportamiento se ve reflejado en el índice de equitatividad, para el cual se obtuvo un valor de 1, por lo tanto, las tres especies tuvieron el 100% de probabilidad de encontrarse en el sitio.

### Estrato arbóreo

De acuerdo con el estimador Chao 1, que se basa en la abundancia de las especies, particularmente las de aquellas con uno o dos registros, la riqueza estimada para este estrato es de ocho especies, sin embargo, durante el trabajo de campo solamente se observaron seis, donde dos especies presentaron una abundancia de un individuo y en una especie se reportaron dos registros.

Por otra parte, la diversidad de este estrato de acuerdo con el índice de Shannon-Weaver es baja ( $H' = 1.05$ ), no obstante, si se hubieran reportado abundancias similares para todas las especies la diversidad máxima seguiría siendo baja, pues se obtuvo un valor de 1.79. Para la equitatividad, se registró un total de 0.59, es decir, las abundancias no fueron uniformes, debido a que, estos sitios estuvieron dominados por el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) con 178 y 129 individuos, respectivamente.

## Capítulo IV

En este mismo sentido es importante recalcar que ambas especies de mangle están incluidas en la categoría “Amenazada” de la NOM-059-SEMARNAT-2010, junto con el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) y la palma chit (*Thrinax radiata*).

El mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) se extiende a lo largo de la costa del Golfo de México y del océano Pacífico, esta especie forma parte de las comunidades de manglar, por lo que es considerada clave en algunas etapas del ciclo de vida de varios organismos que utilizan este tipo de vegetación como refugio, centros de alimentación y criaderos. Además, es especialmente importante en la conservación del suelo, pues ayuda en el control de la erosión.

Para el caso del mangle rojo (*Rhizophora mangle*), es una especie con un amplio rango de distribución y característica de los litorales, donde junto con el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) forma asociaciones vegetales en las zonas intermareales de lagunas costeras, por lo que, se desarrolla en ambientes con salinidad variable y continuo movimiento de agua, donde el nivel de inundación es mayor. La importancia ecológica de esta especie es similar a la del mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), pues ambas especies forman parte de los manglares.

Tabla 66 Diversidad florística en la vegetación de manglar distribuida en el predio del proyecto “NINE”

<b>Familia</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Especies</b>
<b>Anacardiaceae</b>	Chechén prieto	<i>Metopium brownei</i>
<b>Arecaceae</b>	Cocotero	<i>Cocos nucifera</i>
	Guano de costa	<i>Thrinax radiata</i>
<b>Combretaceae</b>	Mangle Botoncillo	<i>Conocarpus erectus</i>
	Mangle blanco	<i>Laguncularia racemosa</i>
<b>Fabaceae</b>	Haba de mar	<i>Caesalpinia bonduc</i>
	Tepeguaje dormilón	<i>Leucaena leucocephala</i>
<b>Polygonaceae</b>	Uvero	<i>Coccoloba uvifera</i>
<b>Rhizophoraceae</b>	Mangle colorado	<i>Rhizophora mangle</i>

## Capítulo IV

Tabla 67 Abundancia relativa e índice de diversidad Shannon - Wiener obtenidos con el resultado del muestreo de flora efectuado en la vegetación de manglar distribuida en el área del proyecto

No.	Familia	Nombre común	Especies	Categoría de riesgo	Valor de las variables en el predio			
					Total	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
Arbustivo								
1	Fabaceae	Haba de mar	<i>Caesalpinia bonduc</i>	---	1	0.3333333	-1.098612	-0.366204
2		Tepeguaje dormilón	<i>Leucaena leucocephala</i>	---	1	0.3333333	-1.098612	-0.366204
3	Polygonaceae	Uvero	<i>Coccoloba uvifera</i>	---	1	0.3333333	-1.098612	-0.366204
<b>Total</b>					<b>3</b>	<b>1.0000000</b>		<b>1.10</b>
Arbóreo								
4	Anacardiaceae	Chechen prieto	<i>Metopium brownei</i>	---	1	0.0027778	-5.886104	-0.016350
5	Arecaceae	Cocotero	<i>Cocos nucifera</i>	---	1	0.0027778	-5.886104	-0.016350
6		Palma chit	<i>Thrinax radiata</i>	A	2	0.0055556	-5.192956	-0.028849
7	Combretaceae	Mangle Botoncillo	<i>Conocarpus erectus</i>	A	49	0.1361111	-1.994283	-0.271444
8		Mangle blanco	<i>Laguncularia racemosa</i>	A	178	0.4944444	-0.704320	-0.348247
9	Rhizophoraceae	Mangle rojo	<i>Rhizophora mangle</i>	A	129	0.3583333	-1.026291	-0.367754
<b>Total</b>					<b>360</b>	<b>1.0000000</b>		<b>1.05</b>

### Área de desplante de obras

El trabajo de campo realizado en esta zona arrojó un total de 49 especies distribuidas en 25 familias, siendo Poaceae la mejor representada, pues se registraron 11 especies pertenecientes a esta familia. Seguida por Fabaceae y Euphorbiaceae con seis y cinco, respectivamente. A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada estrato en términos de diversidad.

#### Estrato herbáceo

Los elementos herbáceos de esta zona están representados por 23 especies, lo cual coincide con la riqueza estimada por Chao 1. La diversidad de este estrato es considerada baja, debido a que se obtuvo un valor de 1.43, mientras que, la diversidad máxima corresponde a 3.14, considerada alta. Por otra parte, el índice de equitatividad registró un valor de 0.46, este indica que el comportamiento de las abundancias para este estrato no fue uniforme, puesto que la grama (*Distichlis spicata*) y *Chloris inflata* obtuvieron el mayor número de registros con 13,790 y 13,637 individuos.

En primer lugar, la grama (*Distichlis spicata*) es una especie que se desarrolla a lo largo de zonas costeras con suelos salinos y salobres, por lo que, está asociada con climas tropicales y subtropicales. En algunos casos es considerada de carácter ruderal, además se encuentra vinculada con perturbaciones humanas.

Respecto a *Chloris inflata*, esta también se distribuye en las zonas costeras de los trópicos y subtropicos húmedos y secos, en suelos limosos, calcáreos y arenosos. También se puede encontrar a orillas de caminos o con un comportamiento de maleza, lo cual señala que se encuentra relacionada con ambientes perturbados.

Para finalizar, como se mencionó con anterioridad, la región propuesta para el desplante de obras estuvo sometida a un cambio de uso de suelo en terrenos forestales y, por lo tanto, sujeta a la remoción de vegetación natural, dando lugar al crecimiento y establecimiento de especies herbáceas que, en condiciones de perturbación proliferan.

#### Estrato arbustivo

Se registró una riqueza específica de 16 especies, coincidiendo con lo estimado por Chao 1. En términos de diversidad este estrato presentó valores bajos ( $H' = 1.98$ ), a diferencia

## Capítulo IV

de la diversidad máxima, la cual obtuvo un resultado de 2.83, considerada media. Por otra parte, el comportamiento de la distribución de las abundancias no fue uniforme debido a que el índice de equitatividad arrojó un valor de 0.70. Este resultado se encuentra relacionado con la elevada abundancia de *Solanum hazenii* y el tepeguaje dormilón (*Leucaena leucocephala*) con 201 y 200 individuos reportados, respectivamente. Para el caso de *Solanum hazenii*, su distribución abarca las tierras bajas de América Central y del Sur y las costas del Pacífico, indicando que las llanuras costeras es un ambiente idóneo para su desarrollo. Además, las zonas de vegetación tropical y altitudes por debajo de los 100 m representan regiones donde se encuentran de manera más abundante. Los estudios indican que esta especie presenta una distribución común en áreas perturbadas.

Por último, el tepeguaje dormilón (*Leucaena leucocephala*) es una de las especies tropicales más comunes de México, principalmente en la península de Yucatán, donde sus valores de abundancia son elevados. Algunos de los tipos de vegetación a los que se encuentra asociado es el bosque tropical caducifolio, selva mediana subperennifolia y manglares. Se ha reportado su presencia en elevaciones que van desde el nivel del mar hasta los 2,080 m. Debido a su alto potencial de crecimiento suele adquirir tendencias de propagación malezoide invasora, por lo que, puede llegar a considerarse como mala hierba en regiones tropicales.

### Estrato arbóreo

Los elementos arbóreos están representados por diez especies, y de acuerdo con el estimador Chao 1 este dato corresponde a la riqueza estimada. Es un estrato con niveles de diversidad bajos, debido a que el índice de Shannon-Weaver obtuvo un valor de 1.10, mientras que, la diversidad máxima es de 2.40 colocándola en una categoría media. El índice de equitatividad también arrojó valores bajos de 0.46, puesto que la abundancia del solanum (*Cestrum schlechtendalii*) se encuentra muy por encima del resto de las especies con 900 individuos registrados durante el muestreo.

El solanum (*Cestrum schlechtendalii*) habita en bosques húmedos con altitudes que oscilan del nivel del mar hasta 400 m, también se distribuye en zonas costeras, bosques de galería, llanuras aluviales, pantanos, entre otros. Asimismo, se ha encontrado

## Capítulo IV

distribuida en zonas con indicios de perturbación o alteración, las cuales son condiciones presentes en el área del desplante de obras.

Dentro de ese estrato y unidad de análisis también se reportaron individuos de palma chit (*Thrinax radiata*), especie catalogada en la categoría de riesgo “Amenazada” de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



## Capítulo IV

Tabla 68 Abundancia relativa e índice de diversidad Shannon - Wiener obtenidos con el resultado del muestreo de flora efectuado en el área de desplante de obras al interior del predio

No.	Familia	Nombre común	Nombre científico	Categoría de riesgo	Valor de las variables en el predio			
					Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
<b>Herbáceo</b>								
1	Aizoaceae	Suculenta gruesa	<i>Sesuvium portulacastrum</i>		14	0.0004191	-7.7774933	<b>-0.0032592</b>
2	Amaryllidaceae	Lirio listado	<i>Crinum asiaticum</i>		92	0.0027538	-5.8947621	<b>-0.0162332</b>
3	Amaryllidaceae	Lirio de mar	<i>Hymenocallis littoralis</i>		133	0.0039811	-5.5262015	<b>-0.0220003</b>
4	Asteraceae	Palmeada	<i>Ambrosia hispida</i>		15	0.0004490	-7.7085005	<b>-0.0034611</b>
5	Compositae	Epazote	<i>Flaveria linearis</i>		422	0.0126317	-4.3715454	<b>-0.0552201</b>
6	Convolvulaceae	Bejuco de mar	<i>Ipomea pes-caprae</i>		20	0.0005987	-7.4208184	<b>-0.0044425</b>
7	Euphorbiaceae	Frijol de mar	<i>Canavalia rosea</i>		33	0.0009878	-6.9200431	<b>-0.0068355</b>
8	Euphorbiaceae	Lecherillo	<i>Euphorbia serpens</i>		148	0.0044301	-5.4193384	<b>-0.0240081</b>
9	Gentianaceae	Cenizo	<i>Eustoma exaltatum</i>		290	0.0086806	-4.7466697	<b>-0.0412037</b>
10	Plantaginaceae	Flor de mirto rojo silvestre	<i>Russelia sarmentosa</i>		54	0.0016224	-6.4238698	<b>-0.0104219</b>
11	Poaceae	Espina	<i>Bouteloua americana</i>		22	0.0006585	-7.3255082	<b>-0.0048240</b>
12		Erizo	<i>Cenchrus incertus</i>	---	88	0.0026341	-5.9392139	<b>-0.0156445</b>
13		Pasto 1	<i>Chloris inflata</i>	A	13637	0.4081956	-0.8960087	<b>-0.3657468</b>

Capítulo IV

No.	Familia	Nombre común	Nombre científico	Categoría de riesgo	Valor de las variables en el predio			
					Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
14		Pasto espina	<i>Paspalum blodgettii</i>	---	47	0.0014068	-6.5664031	<b>-0.0092379</b>
15		Pasto 2	<i>Paspalum notatum</i>	---	489	0.0146372	-4.2241882	<b>-0.0618303</b>
16		Pasto estrella	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	---	32	0.0009579	-6.9508148	<b>-0.0066579</b>
17		Huizapol	<i>Distichlis spicata</i>	---	13790	0.4127694	-0.8848662	<b>-0.3652457</b>
18		Pasto macollo	<i>Eragrostis prolifera</i>	---	1456	0.0435824	-3.1331024	<b>-0.1365480</b>
19		Pasto fibroso	<i>Panicum amarum</i>	---	1649	0.0493594	-3.0086263	<b>-0.1485041</b>
20		Zacate Jhonson	<i>Sorghum halepense</i>	---	35	0.0010477	-6.8612026	<b>-0.0071882</b>
21		Zacate Agustín	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	---	417	0.0124820	-4.3834644	<b>-0.0547146</b>
22	Verbenaceae	Té verde	<i>Phyla nodiflora</i>		490	0.0146671	-4.2221453	<b>-0.0619268</b>
23	Zygophyllaceae	Mimosa	<i>Zygophyllum pterocarpum</i>		35	0.0010477	-6.8612026	<b>-0.0071882</b>
<b>Total</b>					33,408	1.0000000		<b>1.43</b>
<b>Arbustivo</b>								
24	Araliaceae	Aralia	<i>Polyscias scutellaria</i>	---	2	0.0027910	-5.8813706	<b>-0.0164147</b>
25	Bataceae	Suculenta	<i>Batis maritima</i>	---	24	0.0334915	-3.3964640	<b>-0.1137526</b>
26	Compositae	Tajonal	<i>Viguiera dentata</i>	---	4	0.0055819	-5.1882234	<b>-0.0289602</b>
27	Compositae	Totalquelite	<i>Melanthera nivea</i>	---	7	0.0097684	-4.6286077	<b>-0.0452139</b>
28	Euphorbiaceae	Higuerilla	<i>Ricinus communis</i>	---	3	0.0041864	-5.4759055	<b>-0.0229245</b>

Capítulo IV

No.	Familia	Nombre común	Nombre científico	Categoría de riesgo	Valor de las variables en el predio			
					Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
29	Euphorbiaceae	Chipilín de playa	<i>Euphorbia mesembrya</i>	---	65	0.0907061	-2.4001305	<b>-0.2177065</b>
30	Fabaceae	Jabín	<i>Piscidia piscipula</i>	---	4	0.0055819	-5.1882234	<b>-0.0289602</b>
31	Fabaceae	Haba de mar	<i>Caesalpinia bonduc</i>	---	40	0.0558191	-2.8856384	<b>-0.1610739</b>
32	Fabaceae	Tepeguaje dormilón	<i>Leucaena leucocephala</i>	---	200	0.2785375	-1.2782024	<b>-0.3560274</b>
33	Fabaceae	Katzin ek	<i>Pithecellobium keyense</i>	---	5	0.0069774	-4.9650799	<b>-0.0346433</b>
34	Lamiaceae	Pukied	<i>Callicarpa acuminata</i>	---	3	0.0041864	-5.4759055	<b>-0.0229245</b>
35	Lauraceae	Enredadera	<i>Cassytha filiformis</i>	---	14	0.0195367	-3.9354605	<b>-0.0768859</b>
36	Malvaceae	Margarita amarilla	<i>Waltheria indica</i>	---	89	0.1241976	-2.0858814	<b>-0.2590615</b>
37	Polygonaceae	Uvero	<i>Coccoloba uvifera</i>	---	13	0.0181412	-4.0095684	<b>-0.0727385</b>
38	Solanaceae	Solanum hazenii	<i>Solanum hazenii</i>	---	201	0.2804912	-1.2712129	<b>-0.3565640</b>
39	Verbenaceae	Orégano	<i>Lantana involucrata</i>	---	43	0.0600056	-2.8133177	<b>-0.1688148</b>
<b>Total</b>					717	1.0000000		<b>1.98</b>
<b>Arbóreo</b>								
40	Anacardiaceae	Chechén	<i>Metopium brownei</i>	---	3	0.0022472	-6.0980743	<b>-0.0137035</b>
41	Arecaceae	Palma chit	<i>Thrinax radiata</i>	A	103	0.0771536	-2.5619576	<b>-0.1976641</b>
42	Boraginaceae	Anacahuite	<i>cordia sebestena</i>	---	153	0.1146067	-2.1662486	<b>-0.2482667</b>
43	Combretaceae	Almendro	<i>Terminalia catappa</i>	---	125	0.0936330	-2.3683728	<b>-0.2217578</b>

## Capítulo IV

No.	Familia	Nombre común	Nombre científico	Categoría de riesgo	Valor de las variables en el predio			
					Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
44	Euphorbiaceae	Piñón	<i>Jatropha gaumeri</i>	---	40	0.0299625	-3.5078071	<b>-0.1051028</b>
45	Fabaceae	T'zalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	---	3	0.0022472	-6.0980743	<b>-0.0137035</b>
46	Fabaceae	Sak katzin	<i>Mimosa bahamensis</i>	---	1	0.0007491	-7.1966866	<b>-0.0053908</b>
47	Lamiaceae	Salvia	<i>Vitex trifolia</i>	---	6	0.0044944	-5.4049271	<b>-0.0242918</b>
48	Rubiaceae	Noni	<i>Morinda citrifolia</i>	---	1	0.0007491	-7.1966866	<b>-0.0053908</b>
49	Solanaceae	Solanum	<i>Cestrum schlechtendalii</i>	---	900	0.6741573	-0.3942918	<b>-0.2658147</b>
<b>Total</b>					<b>1335</b>	<b>1.0000000</b>		<b>1.10</b>

### Sistema ambiental regional

De manera general, el muestreo realizado en un área de vegetación de duna costera dentro del SAR, fuera del predio del proyecto, arrojó la identificación de 55 especies pertenecientes a 26 familias y 54 géneros, ya que el género *Paspalum* estuvo representado por dos especies (Tabla IV-34). La familia Poaceae (gramíneas) fue la que estuvo mayormente representada con 13 especies, seguida por la Fabaceae (leguminosas) con siete géneros y mismo número de especies, y las familias Compositae y Euphorbiaceae con cuatro géneros y especies cada una. Entre estas cuatro familias abarcaron el 50.91% de la diversidad de especies de flora silvestre del área muestreada.

De las especies identificadas, la grama (*Distichlis spicata*) fue la de mayor abundancia, ocupando el 60.82% del total de los 14,390 individuos contabilizados. A esta especie le siguieron otras dos gramíneas, el pasto espiga o bahía (*Cynodon dactylon*), el cual contabilizó el 10.33% del total, y el pasto palapa (*Spartina spartinae*) con el 4.31%. Las especies con menor abundancia fueron el sikay (*Tournefortia gnaphalodes*) y el noni (*Morinda citrifolia*), con un solo ejemplar identificado, y chechén (*Metopium brownei*), la aralia (*Polyscias scutellaria*) y el guaje (*Leucaena leucocephala*) con dos ejemplares identificados cada una

Por otro lado, de acuerdo con la información obtenida de los sitios de muestreo y aplicando los modelos previamente descritos, se obtuvieron los siguientes resultados para cada estrato de vegetación:

#### Estrato herbáceo

El estimador Chao 1 considera la abundancia de las especies, particularmente las de aquellas con uno o dos registros. Por ello, debido a que para este estrato no se reportaron especies cuya abundancia fuera de uno o dos individuos, por lo que, la riqueza estimada corresponde 24 especies, lo cual corresponde a la riqueza observada en campo. Este resultado arroja un índice de completitud del 100%, por lo tanto, teóricamente, la totalidad de las especies de este estrato fueron registradas durante la fase de campo.

Por otra parte, el índice de diversidad de Shannon-Weaver arrojó un valor de 1.38, el cual se considera bajo. Por otro lado, si las abundancias de las especies fueran uniformes se obtendría una diversidad máxima de 3.18, reflejando una diversidad alta. En cuanto

## Capítulo IV

al índice de equitatividad, este dio un total de 0.43, por lo que, todas las especies del estrato herbáceo presentan el 43% de ser encontradas en el sitio. Sin embargo, la grama (*Distichlis spicata*) presentó los valores más altos en cuanto a abundancia. Esta hierba está ampliamente distribuida en climas tropicales y subtropicales, por lo que se desarrolla a lo largo de las costas en suelos salinos y salobres. Estas condiciones corresponden a las observadas dentro de los sitios de muestro del sistema ambiental regional.

Para este estrato de vegetación, dentro del listado se reportaron tres especies que son consideradas exóticas como, *Chloris inflata*, el pasto espiga (*Cynodon dactylon*) y el zacate Johnson (*Sorghum halepense*). Por otro lado, la palmeada (*Ambrosia hispida*), que fue registrada durante los muestreos es considerada endémica.

Por último, resulta importante mencionar que, de las 24 especies de elementos herbáceos registrados para el SAR, ninguna se encuentra dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

### Estrato arbustivo

Para el caso particular de este estrato de vegetación se obtuvo que, durante los muestreos se registró un total de 19 especies, por lo que, mediante la aplicación del estimador Chao 1 se determinó que la riqueza corresponde a ~19 especies, debido a que una especie reportó un solo individuo y dos especies presentaron una abundancia de dos ejemplares. Por lo tanto, el índice de completitud para el estrato arbustivo es del 98.7%, indicando el éxito en el muestreo.

Este estrato presentó una diversidad media, pues el índice de Shannon-Weaver arrojó un valor de 2.03, mientras que, para la diversidad máxima se obtuvo un valor de 2.94, considerada relativamente alta. Por último, el índice de equitatividad corresponde al 69% y representa la probabilidad de que las especies arbustivas sean reportadas en el sitio. Asimismo, es importante mencionar que la especie más abundante dentro de este estrato corresponde al solanum (*Solanum hazenii*) con 150 individuos. Esta especie suele distribuirse en las tierras bajas de América Central y del Sur, así como, las costas del Pacífico, por lo tanto, se desarrolla en las llanuras costeras. Asimismo, se encuentra de manera más abundante por debajo de los 100 msnm y en zonas de vegetación tropical.

## Capítulo IV

Durante la fase de campo se observó la presencia de individuos de higuera (*Ricinus communis*), la cual es una especie exótica invasora originaria de África. Para finalizar, al igual que en el estrato herbáceo, para las especies arbustivas no se reportaron especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

### Estrato arbóreo

El estimador Chao 1 arrojó que, durante la fase de campo se reportaría una riqueza de ~12 especies, lo cual coincidió con la riqueza observada, debido a que, se registró que una especie presentó una abundancia de un individuo, al igual, dos especies reportaron dos individuos, dando un índice de completitud del 98.8%, por lo que el muestreo resultó representativo

La diversidad obtenida para el estrato arbóreo es considerada baja, con un valor de 0.73, sin embargo, la diversidad máxima obtenida es de 2.48 reflejando un nivel medio. Por otra parte, considerando los valores de abundancia de las especies, el índice de equitatividad obtenido es de 0.29, por lo que, la abundancia no fue uniforme, debido a que, se registraron 546 individuos de solanum (*Cestrum schlehtendalii*). Esta especie puede considerarse generalista, debido a que, presenta un amplio rango de distribución en cuanto a las comunidades vegetales con las que se encuentra asociada, como bosques húmedos, muy húmedos, pluvial y nuboso, bosques primarios y secundarios, bordes y claros de bosque, charrales, potreros y orillas de quebradas, ríos y caminos.

En este estrato se registraron cuatro especies que son exóticas-invasoras para la región como, la casuarina (*Casuarina equisetifolia*), el almendro (*Terminalia catappa*), la salvia (*Vitex trifolia*), y el noni (*Morinda citrifolia*). Por otro lado, también se reportaron individuos de pomolché (*Jatropha gaueri*), el cual es una especie endémica de la zona.

Por último, para este estrato se registraron dos especies que, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 se encuentran Amenazadas, como la palma chit (*Thrinax radiata*) y el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*).

## Capítulo IV

Tabla 69 Abundancia relativa e índice de diversidad Shannon - Wiener obtenidos con el resultado del muestreo de flora efectuado en el sistema ambiental regional del proyecto "NINE".

No.	Familia	Nombre común	Nombre científico	Categoría de riesgo	Valor de las variables en el predio			
					Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
<b>Herbáceo</b>								
1	Aizoaceae	Suculenta gruesa	<i>Sesuvium portulacastrum</i>		87	0.0065076	-5.0347858	<b>-0.0327643</b>
2	Amaryllidaceae	Lirio de mar	<i>Hymenocallis littoralis</i>		6	0.0004488	-7.7089344	<b>-0.0034598</b>
3	Compositae	Palmeada	<i>Ambrosia hispida</i>		6	0.0004488	-7.7089344	<b>-0.0034598</b>
4		Algodoncillo	<i>Conyza laevigata</i>		59	0.0044132	-5.4231564	<b>-0.0239334</b>
5	Cyperaceae	Pasto estrella	<i>Cyperus planifolius</i>		15	0.0011220	-6.7926437	<b>-0.0076213</b>
6	Euphorbiaceae	Lecherillo	<i>Euphorbia serpens</i>		4	0.0002992	-8.1143995	<b>-0.0024278</b>
7	Fabaceae	Frijol de mar	<i>Canavalia rosea</i>		9	0.0006732	-7.3034693	<b>-0.0049167</b>
8	Gentianaceae	Cenizo	<i>Eustoma exaltatum</i>		271	0.0202708	-3.8985751	<b>-0.0790271</b>
9	Plantaginaceae	Campanilla roja	<i>Russelia sarmentosa</i>		7	0.0005236	-7.5547837	<b>-0.0039557</b>
10	Poaceae	Erizo	<i>Cenchrus incertus</i>		40	0.0029920	-5.8118144	<b>-0.0173889</b>
11		Espina	<i>Bouteloua americana</i>		48	0.0035904	-5.6294929	<b>-0.0202121</b>
12		Gramma	<i>Distichlis spicata</i>		8,752	0.6546488	-0.4236563	<b>-0.2773461</b>
13		Pasto 1	<i>Chloris inflata</i>		46	0.0034408	-5.6720525	<b>-0.0195164</b>
14		Pasto 2	<i>Paspalum notatum</i>		30	0.0022440	-6.0994965	<b>-0.0136873</b>



Capítulo IV

No.	Familia	Nombre común	Nombre científico	Categoría de riesgo	Valor de las variables en el predio			
					Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
15		Pasto espiga	<i>Cynodon dactylon</i>		1,487	0.1112275	-2.1961779	-0.2442753
16		Pastona espina	<i>Paspalum blodgettii</i>		20	0.0014960	-6.5049616	-0.0097314
17		Pasto fibroso	<i>Panicum amarum</i>		14	0.0010472	-6.8616365	-0.0071855
18		Pasto macollo	<i>Eragrostis prolifera</i>		59	0.0044132	-5.4231564	-0.0239334
19		Pasto mini	<i>Aristida ternipes</i>		411	0.0307428	-3.4821007	-0.1070494
20		Pasto palapa	<i>Spartina spartinae</i>		620	0.0463759	-3.0709744	-0.1424193
21		Zacate Jhonson	<i>Sorghum halepense</i>		300	0.0224400	-3.7969114	-0.0852026
22		Zacate San Agustín	<i>Stenotaphrum secundatum</i>		225	0.0168300	-4.0845935	-0.0687436
23	Verbenaceae	Té verde	<i>Phyla nodiflora</i>		840	0.0628319	-2.7672920	-0.1738743
24	Zygophyllaceae	Mimosa	<i>Zygophyllum pterocarpum</i>		13	0.0009724	-6.9357445	-0.0067443
<b>Total</b>					13369	1.0000000		<b>0.73</b>
<b>Arbustivo</b>								
25	Araliaceae	Aralia	<i>Polyscias scutellaria</i>		2	0.0056818	-5.1704840	-0.0293777
26	Bataceae	Suculenta	<i>Batis maritima</i>		3	0.0085227	-4.7650189	-0.0406110
27	Boraginaceae	Sikay	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>		1	0.0028409	-5.8636312	-0.0166580
28	Compositae	Epazote	<i>Flaveria linearis</i>		29	0.0823864	-2.4963353	-0.2056640
29		Tajonal	<i>Viguiera dentata</i>		61	0.1732955	-1.7527573	-0.3037449

Capítulo IV

No.	Familia	Nombre común	Nombre científico	Categoría de riesgo	Valor de las variables en el predio			
					Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
30	Euphorbiaceae	Chipilín de playa	<i>Euphorbia mesembryanthemifolia</i>		6	0.0170455	-4.0718717	<b>-0.0694069</b>
31		Higuerilla	<i>Ricinus communis</i>		3	0.0085227	-4.7650189	<b>-0.0406110</b>
32	Fabaceae	Flor negra	<i>Macroptilium atropurpureum</i>		11	0.0312500	-3.4657359	<b>-0.1083042</b>
33		Guaje	<i>Leucaena leucocephala</i>		2	0.0056818	-5.1704840	<b>-0.0293777</b>
34		Jabín	<i>Piscidia piscipula</i>		3	0.0085227	-4.7650189	<b>-0.0406110</b>
35		Katzin ek	<i>Pithecellobium keyense</i>		8	0.0227273	-3.7841896	<b>-0.0860043</b>
36	Lamiaceae	Pukied	<i>Callicarpa acuminata</i>		6	0.0170455	-4.0718717	<b>-0.0694069</b>
37	Lauraceae	Enredadera	<i>Cassytha filiformis</i>		19	0.0539773	-2.9191922	<b>-0.1575700</b>
38	Malvaceae	Margarita amarilla	<i>Waltheria indica</i>		15	0.0426136	-3.1555810	<b>-0.1344708</b>
39	Passifloraceae	Xpoch	<i>Passiflora foetida</i>		15	0.0426136	-3.1555810	<b>-0.1344708</b>
40	Polygonaceae	Uva de mar	<i>Coccoloba wifera</i>		3	0.0085227	-4.7650189	<b>-0.0406110</b>
41	Solanaceae	Solanum 2	<i>Solanum hazenii</i>		150	0.4261364	-0.8529959	<b>-0.3634926</b>
42	Surianaceae	Panzil	<i>Suriana maritima</i>		4	0.0113636	-4.4773368	<b>-0.0508788</b>
43	Verbenaceae	Oregano	<i>Lantana involucrata</i>		11	0.0312500	-3.4657359	<b>-0.1083042</b>
<b>Total</b>					352	1.0000000		<b>2.03</b>
<b>Arbóreo</b>								
44	Anacardiaceae	Chechén	<i>Metopium brownei</i>		2	0.0029895	-5.8126369	<b>-0.0173771</b>

Capítulo IV

No.	Familia	Nombre común	Nombre científico	Categoría de riesgo	Valor de las variables en el predio			
					Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
45	Arecaceae	Palma chit	<i>Thrinax radiata</i>	A	6	0.0089686	-4.7140246	<b>-0.0422782</b>
46	Boraginaceae	Ciricote de playa	<i>Cordia sebestena</i>		5	0.0074738	-4.8963461	<b>-0.0365945</b>
47	Casuarinaceae	Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i>		4	0.0059791	-5.1194897	<b>-0.0306098</b>
48	Combretaceae	Almendro	<i>Terminalia catappa</i>		4	0.0059791	-5.1194897	<b>-0.0306098</b>
49		Mangle botoncillo	<i>Conocarpus erectus</i>	A	82	0.1225710	-2.0990648	<b>-0.2572845</b>
50	Euphorbiaceae	Pamolché	<i>Jatropha gaumeri</i>		5	0.0074738	-4.8963461	<b>-0.0365945</b>
51	Fabaceae	Sak Katzin	<i>Mimosa bahamensis</i>		3	0.0044843	-5.4071718	<b>-0.0242474</b>
52		Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>		3	0.0044843	-5.4071718	<b>-0.0242474</b>
53	Lamiaceae	Salvia	<i>Vitex trifolia</i>		8	0.0119581	-4.4263425	<b>-0.0529309</b>
54	Rubiaceae	Noni	<i>Morinda citrifolia</i>		1	0.0014948	-6.5057841	<b>-0.0097246</b>
55	Solanaceae	Solanum	<i>Cestrum schlechtendalii</i>		546	0.8161435	-0.2031651	<b>-0.1658119</b>
<b>Total</b>					669	1.0000000		<b>0.73</b>
<b>Categoría de riesgo con base a lo establecido en la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010: A = Amenazada</b>								

## Capítulo IV

### IV.2.2.2.2. Análisis de resultados

El análisis comparativo de la vegetación solamente se hará para aquellas áreas que presentarán afectación, excluyendo la porción de la superficie cubierta por manglar, debido a que esta zona no se verá afectada por el desarrollo del proyecto. Sin embargo, debido a la importancia ecológica de esta comunidad vegetal resultó importante la realización de muestreos con el objetivo de caracterizar la vegetación y conocer las condiciones actuales de esa región. Es por esto que, se compararán los resultados obtenidos en las áreas de desplante del proyecto y el área del SAR muestreada.

Parámetro	Unidad de análisis	
	SAR	Predio
<b>Riqueza</b>	55	49
<b>H' estrato herbáceo</b>	1.38	1.43
<b>H<sub>máx.</sub> estrato herbáceo</b>	3.18	3.14
<b>H' estrato arbustivo</b>	2.03	1.98
<b>H<sub>máx.</sub> estrato arbustivo</b>	2.94	2.83
<b>H' estrato arbóreo</b>	0.73	1.10
<b>H<sub>máx.</sub> estrato arbóreo</b>	2.48	2.40

Comparando los resultados obtenidos para las dos unidades de análisis se concluye que, el sistema ambiental regional presentó mayor riqueza específica con 55 especies, mientras que, para el área del predio se reportaron 49. En este mismo sentido, en el SAR se registraron 11 especies que no se encuentran distribuidas en el área de desplante de las obras, dentro de las que se incluye el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), que como se mencionó con anterioridad es una especie listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por otra parte, la segunda especie que se encuentra en la norma anteriormente mencionada es la palma chit (*Thrinax radiata*), la cual se encuentra distribuida en ambas unidades de análisis.

Asimismo, el pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) se registró en los sitios de muestreo establecidos en el área de desplante de las obras y no en el sistema ambiental regional,

## Capítulo IV

debido a que esta especie suele distribuirse en sitios perturbados, lo cual sustenta las condiciones ambientales alteradas de esta área.

En términos de diversidad se puede concluir que, el SAR resultó ligeramente más diverso en el estrato herbáceo, sin embargo, se considera un nivel bajo. Para el estrato arbustivo en el SAR se presentó una diversidad media, mientras que el predio obtuvo una diversidad baja. Por último, el estrato arbóreo resultó más diverso en el área del desplante de las obras que en el SAR, lo cual fue ocasionado por la distribución de las abundancias en las unidades de análisis, puesto que se reportaron más individuos en el área del proyecto, sin embargo, el valor obtenido es considerado bajo en términos de diversidad.

Por otro lado, los valores obtenidos para la diversidad máxima en los tres estratos de las dos unidades de análisis se encuentran dentro de las categorías media y alta, sin embargo, en el SAR la diversidad máxima esperada es mayor en los tres estratos de vegetación.

### IV.2.2.3. Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos, se concluye que:

- El espacio analizado a nivel del Sistema Ambiental definido que corresponde parcialmente a la UGA 28 de la MPOELBJ y, del cual, una superficie de 8.15 ha corresponde al predio de interés.0000
- El predio de interés presenta una superficie con afectaciones previas. No obstante, lo anterior, el sitio guarda una mediana naturalidad dada por el manglar que crece en el área del proyecto que se clasifica como “área nativa de conservación”, la cual no será usada para el desplante de obras y toda el área con esta cobertura vegetal será considerada área de conservación.
- Desde la perspectiva faunística, el terreno estudiado no se considera un reservorio de vida silvestre en la porción cubierta por manglar ya que se encuentra aislado

## Capítulo IV

por el boulevard El Cid, rellenos y actividades previas al interior como caminos e infraestructura eléctrica.

- En lo referente a los espacios sin vegetación, estos no son usados por la fauna silvestre como sitio de refugio, anidación, alimentación o con otro objetivo, ya que no tienen las condiciones propicias para brindar esos servicios a la fauna silvestre.
- El espacio analizado se encuentra fragmentado por un sistema de caminos, desarrollos urbanos y turísticos que actúan como filtro para animales que no vuelan.

A nivel predial la fragmentación corresponde a la superficie intervenida en la zona.

### IV.2.3. Medio socioeconómico

#### IV.2.3.1. Descripción territorial

Como ya se ha mencionado, el SAR delimitado para el desarrollo del proyecto se ubica en su totalidad en el municipio de Puerto Morelos, estado de Quintana Roo. Este estado es el de más reciente fundación en México, declarándose como tal el 08 de octubre de 1974, constituyéndose por apenas siete municipios. Se ubica en el sureste de México, siendo uno de los tres estados de la Península de Yucatán; sus colindancias son: al norte con Yucatán y el Golfo de México (océano Atlántico); al este con el mar Caribe (océano Atlántico); al sur con Belice y, al oeste con Campeche. En cuanto a extensión territorial, ocupa el lugar 19 a nivel nacional y representa el 2.56% de la superficie total del país.

En la actualidad el estado de Quintana Roo está conformado por 11 municipios, los más recientes en ser declarados como tal son: Solidaridad, Tulum, Bacalar y, el último fue precisamente el municipio de Puerto Morelos (Tabla 70 Municipios que conforman el estado de Quintana Roo a la fecha.)

Considerando el corto tiempo que tiene Puerto Morelos de funcionar como municipio, es poca la información enfocada a analizar el comportamiento de este como municipio, por lo que, a veces se retomará la información de Benito Juárez para explicar su

## Capítulo IV

comportamiento, esto tomando en cuenta que anteriormente era una localidad de este municipio.

Tabla 70 Municipios que conforman el estado de Quintana Roo a la fecha.

<b>Municipio</b>	<b>Cabecera</b>	<b>Fundación</b>
<b>Cozumel</b>	Cozumel	---
<b>Felipe Carrillo Puerto</b>	Felipe Carrillo Puerto	08 de octubre de 1974
<b>Isla Mujeres</b>	Isla Mujeres	---
<b>Othón P. Blanco</b>	Chetumal	12 de enero de 1975
<b>Benito Juárez</b>	Cancún	12 de enero de 1975
<b>José Ma. Morelos</b>	José Ma. Morelos	12 de enero de 1975
<b>Lázaro Cárdenas</b>	Kantunilkin	12 de enero de 1975
<b>Solidaridad</b>	Playa del Carmen	28 de julio de 1993
<b>Tulum</b>	Tulum	13 de marzo de 2008
<b>Bacalar</b>	Bacalar	02 de febrero de 2011
<b>Puerto Morelos</b>	Puerto Morelos	06 de noviembre de 2015

El municipio de Puerto Morelos se ubica al norte del Estado y colinda con los municipios de Benito Juárez, al norte; Lázaro Cárdenas, al noroeste, oeste y suroeste; Solidaridad, al sur, y con el mar Caribe, al este. Su extensión territorial es de 1,043.92 km<sup>2</sup>, el 2.07% de la superficie estatal.

### IV.2.3.2.Población

De acuerdo con el último conteo de población y vivienda presentado por el INEGI a nivel nacional en el 2015 (ver: <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/default.html#Tabulados>), el estado de Quintana Roo se ubica entre los primeros 10 lugares a nivel nacional con menor población total, siendo esta de 1'501,562 habitantes (Figura 108 Población por entidad federativa de acuerdo con el conteo de población y vivienda realizado por el INEGI en el año 2015.). De los 119'530,753 habitantes a nivel

## Capítulo IV

nacional que resultaron del conteo poblacional antes mencionado, en el Estado habitaban el 1.26% de la población total; mientras que, los estados de Colima y Baja California Sur fueron los que tuvieron menor número de habitantes, representado el 0.60% del total nacional en ambos casos, y el Estado y la Ciudad de México los que resultaron por mucho con la mayor población nacional.

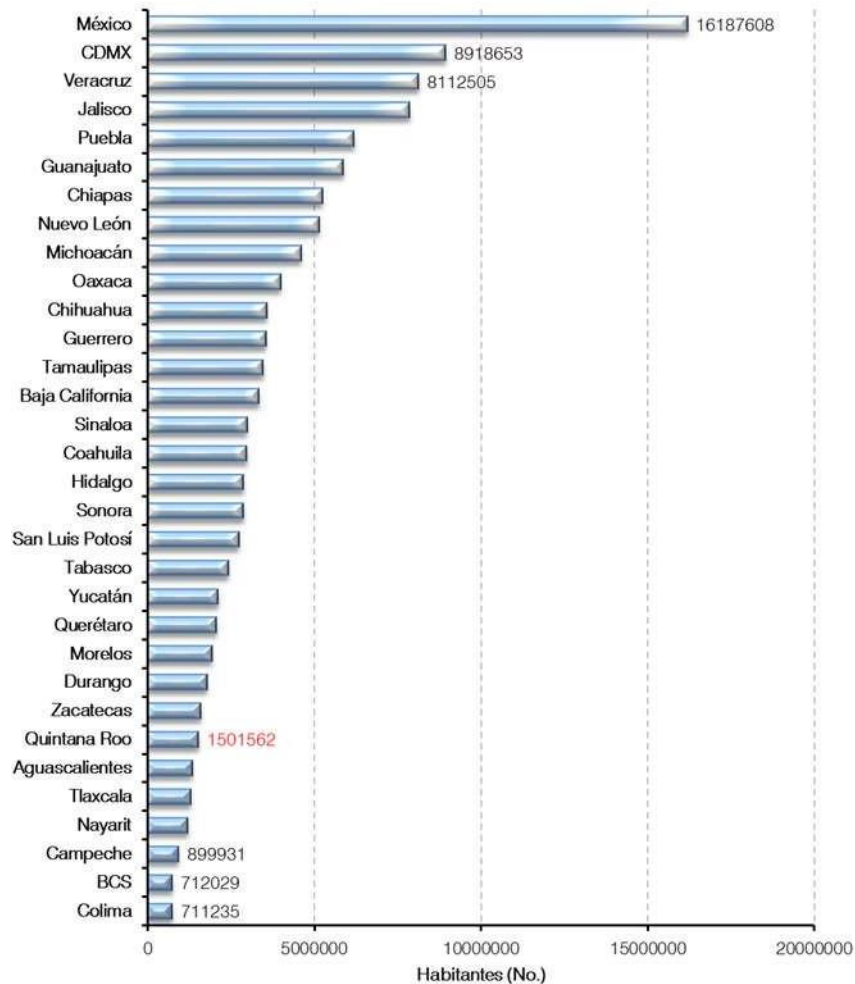


Figura 108 Población por entidad federativa de acuerdo con el conteo de población y vivienda realizado por el INEGI en el año 2015.

Considerando que el municipio de Puerto Morelos formó parte del municipio de Benito Juárez hasta el año de 2015, no existe información específica y detallada de la población municipal. La información que hay al respecto se presenta siendo parte de Benito Juárez. De acuerdo con el censo de población y vivienda 2010 del INEGI (ver: [http://www3.inegi.org.mx/sistemas/iter/consultar\\_info.aspx](http://www3.inegi.org.mx/sistemas/iter/consultar_info.aspx)), el municipio contaba con 297 localidades y rancherías, una de ellas era Puerto Morelos. En ese entonces, la

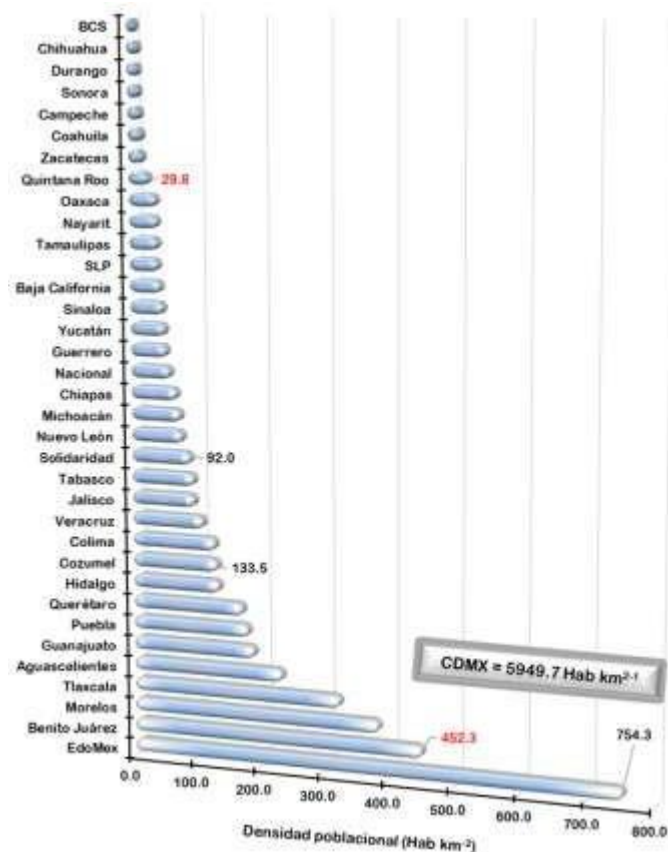


## Capítulo IV

localidad de Puerto Morelos era la tercera más poblada de Benito Juárez con 9,188 habitantes, es decir el 1.39% de la población municipal, y Leona Vicario, ahora perteneciente a Puerto Morelos, era la cuarta localidad más poblada con 6,517 habitantes.

En dicho censo, la localidad con mayor población fue Cancún con 628,306 pobladores, el 94.90% del total municipal. A esta le siguió Bonfil, con apenas 14,900 habitantes, el 2.25% de la población municipal.

Relacionando la superficie estatal con el tamaño poblacional, resulta que el estado de Quintana Roo tiene una densidad poblacional de 29.8 Hab km<sup>2-1</sup>, ocupando el 8° lugar entre los estados del país con menor densidad, donde Baja California Sur y Chihuahua tienen la menor densidad con 9.7 y 14.4 Hab km<sup>2-1</sup> (Figura 109 Densidad poblacional por entidad federativa de acuerdo con el conteo de población y vivienda realizado por el INEGI en el año 2015.). En este rubro resulta que las entidades con la mayor densidad poblacional son la Ciudad México y el Estado de México con 5,949.7 y 754.3 Hab km<sup>2-1</sup>, respectivamente.



## Capítulo IV

Figura 109 Densidad poblacional por entidad federativa de acuerdo con el conteo de población y vivienda realizado por el INEGI en el año 2015.

De los municipios del estado de Quintana Roo, Benito Juárez es el que concentra la mayor población estatal con el 49.52% del total, seguido muy abajo por el municipio de Othón P. Blanco, que tiene el 14.92% del total poblacional, y Solidaridad con el 13.96%, de acuerdo con el conteo intermedio presentado por el INEGI del 2015 (Figura 110 Población municipal en el estado de Quintana Roo de acuerdo con el conteo de población y vivienda realizado por el INEGI en el año 2015.).

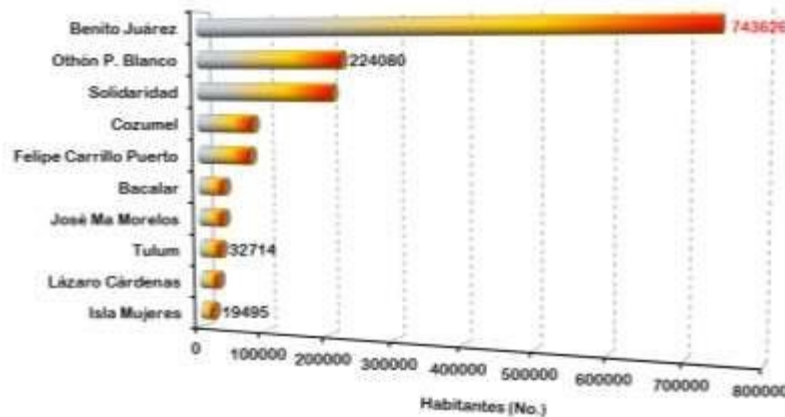


Figura 110 Población municipal en el estado de Quintana Roo de acuerdo con el conteo de población y vivienda realizado por el INEGI en el año 2015.

Por otro lado, en cuanto a densidad poblacional, el municipio de Benito Juárez ocupa el primer lugar estatal con 452.3 Hab km<sup>2-1</sup>, seguido por Cozumel y Solidaridad con 133.5 Hab km<sup>2-1</sup> y 13.96 Hab km<sup>2-1</sup>, respectivamente (Figura 111 Densidad poblacional en los municipios del estado de Quintana Roo de acuerdo con el conteo de población y vivienda realizado por el INEGI en el año 2015.). En este sentido, los municipios del estado que tienen la menor densidad poblacional resultaron ser Bacalar y José Ma. Morelos, con solo 5.5 y 5.6 Hab km<sup>2-1</sup>, respectivamente.

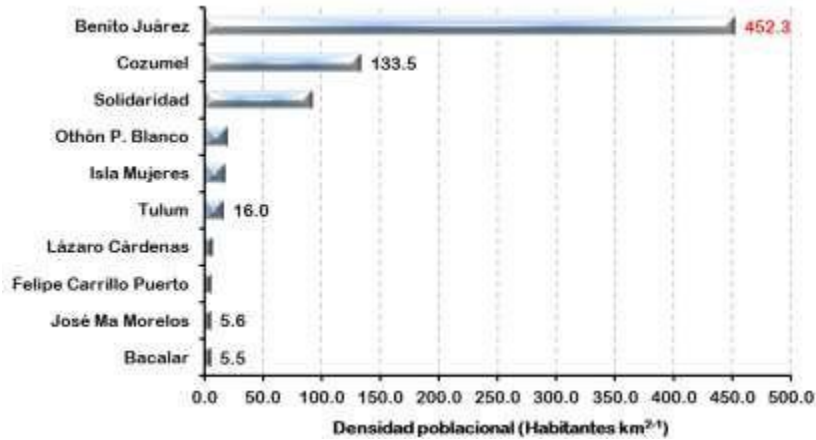


Figura 111 Densidad poblacional en los municipios del estado de Quintana Roo de acuerdo con el conteo de población y vivienda realizado por el INEGI en el año 2015.

#### IV.2.3.2.1. Dinámica poblacional

El crecimiento poblacional nacional ha mostrado un comportamiento similar al que se ha tenido a nivel mundial de acuerdo con la información proporcionada por el Banco Mundial (ver: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.GROW>). En el periodo de 1970 a 2015, México pasó de tener tasas de crecimiento poblacional anuales de 3.2% (1972) a 1.3% (2015), siendo más fuerte la caída que la mostrada a nivel mundial que pasó de ser de 2.10 a 1.19% en el mismo periodo. En este mismo lapso, la tasa promedio de crecimiento poblacional anual de México es ligeramente superior a la mundial (1.99 vs 1.56%); cuando ha habido países que han tenido una tasa de crecimiento negativa (disminución de la población), tales como Letonia, Bulgaria y Serbia (-0.37, -0.35 y -0.25%, respectivamente), mientras que países de medio oriente todavía tienen tasas de crecimiento por arriba del 4% (Emiratos Árabes Unidos 8.3%, Qatar 7.0% y Kuwait 4.7%).

En el periodo de referencia, hasta a mediados de los 90's, a nivel nacional todavía se tenían tasas de crecimiento poblacional superiores al 2%, lo que se reflejó en un incremento poblacional del 89.0% (igual a 42.93 millones de habitantes). Sin embargo, a partir del 2000 éstas se han mantenido más o menos estables y por debajo del 1.5%, lo que ha implicado un incremento poblacional del 23.2% (22.52 millones de habitantes)

A nivel estatal, de 1990 al 2015 se ha tenido una tasa promedio de crecimiento demográfico del 5.1%, siendo mayor a la nacional (1.6%), periodo en el cual se ha

## Capítulo IV

triplicado la población del Estado (Tabla 71 Número de habitantes a nivel nacional, estatal y municipal de 1970 a 2015 de acuerdo con los censos y conteos poblacionales realizados por el INEGI). Si bien su tasa promedio de crecimiento anual ha ido a la baja, su disminución ha tenido un comportamiento irregular con bajadas y subidas (Figura 111 Densidad poblacional en los municipios del estado de Quintana Roo de acuerdo con el conteo de población y vivienda realizado por el INEGI en el año 2015.). La representación de la población estatal con respecto a la nacional ha ido incrementando paulatinamente, yendo de 0.61%, en 1990, a 1.26% en el 2015, representando en promedio en este periodo el 0.97% de la población nacional.

Tabla 71 Número de habitantes a nivel nacional, estatal y municipal de 1970 a 2015 de acuerdo con los censos y conteos poblacionales realizados por el INEGI

Entidad	1990	1995	2000	2005	2010	2015§§	TPCA (%)
Nacional	81'249,645	91'158,290	97'483,412	103'263,388	112'336,538	119'530,753	1.6
Q. Roo	493,277	70,3536	874,963	1'135,309	1'325,578	1'501,562	5.1
Benito Juárez	176,765	311,696	419,815	572,973	661,176	743,626	7.0
Solidaridad		28,747	63,752	135,512	159,310	209,634	14.2
Tulum					28263	32714	3.1

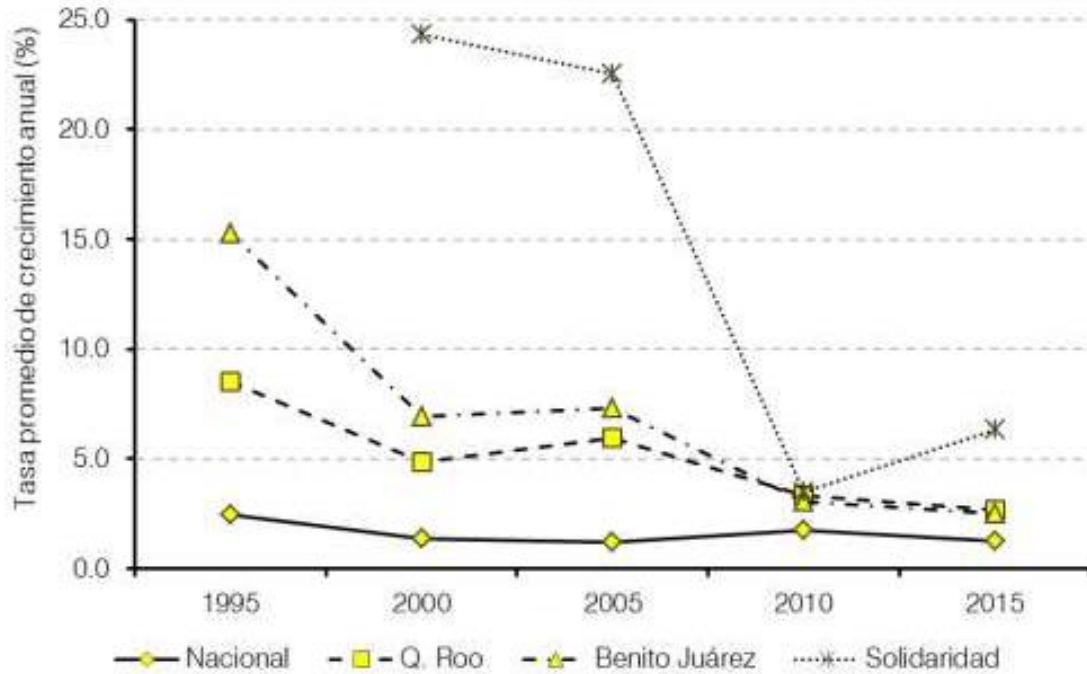


Figura 112 Tasa promedio de crecimiento poblacional anual estimada con los censos y conteos poblacionales reportados por el INEGI para el periodo de 1970 a 2015 a nivel nacional, estatal y municipal.

Si la población estatal creció tres veces de 1990 a 2015, la población municipal de Benito Juárez creció 4.2 veces en el mismo periodo, pasando de 176,765 habitantes en 1990 a 743,626 en el 2015, lo que representó una tasa promedio de crecimiento anual de 12.1% en este periodo, la segunda más alta a nivel estatal y solo por debajo de Solidaridad (Figura 111 Densidad poblacional en los municipios del estado de Quintana Roo de acuerdo con el conteo de población y vivienda realizado por el INEGI en el año 2015.).

La población de Solidaridad entre los lustros de 1995 a 2005 fue de 28,747, 63,752 y 135,512 habitantes, lo que lo hizo tener tasas de crecimiento poblacional por arriba del 20%, muy superiores a las obtenidas a nivel nacional, estatal y de las de Benito Juárez (Figura IV-62). Sin embargo, de 2005 al 2015 éstas han tenido una substancial caída, sin que se pueda ver que ya llegaron a estabilizarse como se puede decir que está sucediendo con el municipio de Benito Juárez.

## Capítulo IV

### IV.2.3.2.2. Variables de la dinámica poblacional

La dinámica poblacional está conformada por los nacimientos, defunciones y los movimientos poblacionales migratorios que se componen de la inmigración y emigración; al final de este balance, tomando como referencia la población en tiempos determinados, se tiene el número de habitantes en un lugar y momento dado. Y, al comparar estas variables entre años, periodos y/o censos, ayudan a explicar diferentes variables relacionadas con la población, principalmente en temas relacionados con salud, seguridad, economía, servicios, entre otros. A continuación, se analizarán variables relacionadas directamente con la densidad poblacional.

#### A. Fecundidad

La fecundidad es una de las principales variables que determinan el crecimiento o disminución poblacional, así como del cambio estructural por grupo de edades. En nuestro caso, la fecundidad se expresada como el número de hijos vivos por el total de mujeres mayores de 12 años, conforme con los resultados presentados por el INEGI en sus censos poblacionales.

Analizando la información de los censos poblacionales de 1970 a 2010, se tiene que esta variable ha venido disminuyendo, de manera general, a través de las décadas, tal y como lo muestran los resultados censales. Como se puede ver, el descenso más pronunciado en el número de hijos vivos se dio entre 1970 y 1980, donde a nivel nacional pasó de 3.1 a 2.8, siendo más fuerte y prolonga la caída en el estado de Quintana Roo, pasando de 3.4 en 1970, a 2.3 hijos vivos en 1990 (Figura 113 Fecundidad a nivel nacional, estatal y municipal de 1970 a 2010, expresada como el número de hijos nacidos vivos por el total de la población femenina mayor de 12 años.).

A nivel municipal, esta variable ha tenido valores más bajos que los obtenidos a nivel nacional y estatal, pero por arriba de los valores a nivel mundial. La fecundidad para el municipio de Benito Juárez ha pasado de 2.2 en 1980 a 1.8 en el 2010, cuando a nivel estatal estos valores han sido de 2.8 a 2.0 en el mismo periodo. Valores similares a los de Benito Juárez se han obtenido en el municipio de Solidaridad, donde, en los dos censos evaluados, se ha determinado una fecundidad de 2.1 y 1.6 hijos vivos en promedio por mujeres en edad reproductiva.

## Capítulo IV

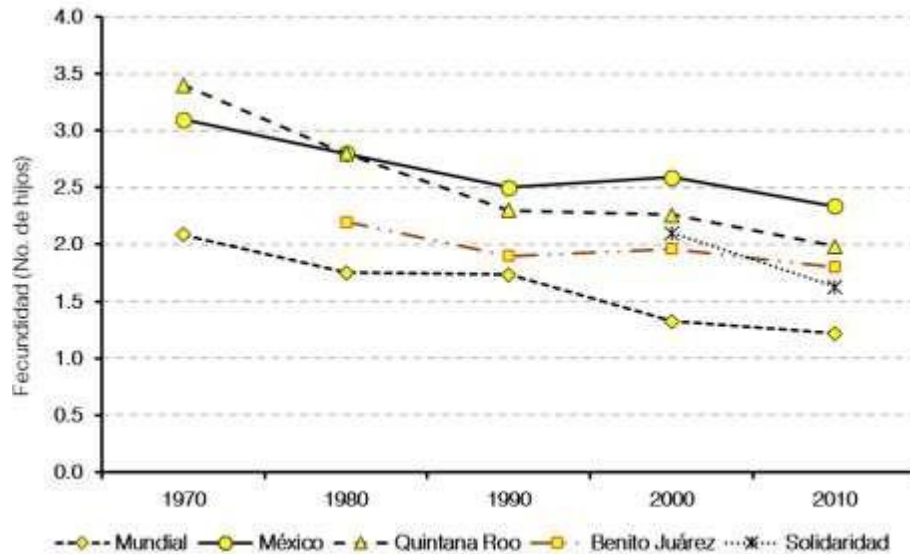


Figura 113 Fecundidad a nivel nacional, estatal y municipal de 1970 a 2010, expresada como el número de hijos nacidos vivos por el total de la población femenina mayor de 12 años.

La información sobre la planificación familiar, más el acceso a las medidas establecidas para ello proporcionadas en los tres niveles de gobierno, han jugado un papel relevante para que esta variable poblacional presente el descenso hasta ahora tenido. Parece ser que los programas sobre planificación familiar implementados han ayudado a que las parejas piensen y definan el número de hijos que desean tener, mostrando su resultado en el descenso en el número de hijos por población femenina a nivel nacional, estatal y municipal.

En este mismo tenor, con base en el análisis de la base de datos de nacimientos entre el 2010 y 2018 del INEGI, de las 31 entidades federales, más la Ciudad de México, 27 de ellos han tenido un descenso en su tasa de natalidad, dos (Coahuila y Nuevo León) se ha mantenido estable, y solo Quintana Roo ha manifestado una tasa creciente (Figura 114 Tasa promedio de crecimiento anual de la natalidad entre 2010 y 2018).

A nivel nacional resulta una disminución promedio de la tasa de natalidad del 2.47% en el periodo analizado, manteniéndose una tasa de natalidad mayor en el estado de Quintana Roo con 0.19% en promedio. Dos datos son de llamar la atención, el primero es la caída del 5.61% de la tasa de natalidad en el estado de Guerrero, 4.42% menor que la de la Ciudad de México, el segundo con mayor descenso. Y, el estado de Quintana Roo es el único que tiene una TPCA positiva, sin embargo, esto es resultado del incremento

## Capítulo IV

en el registro de nacimientos de 28,103, 30,563 y 30,841 entre los años 2013 y 2015, ya que en los años restantes se tuvieron registros a la baja con respecto a los años precederos.

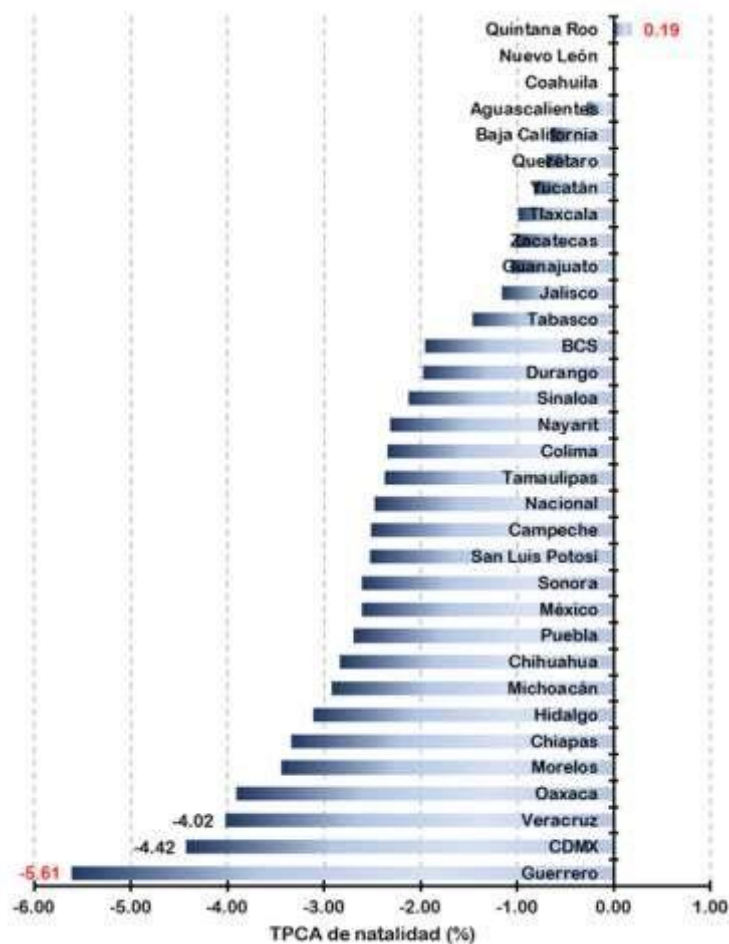


Figura 114 Tasa promedio de crecimiento anual de la natalidad entre 2010 y 2018

### B. Mortalidad

Las defunciones es una de las principales variables que hace que una población se vea reducida, siendo el contrapeso de la natalidad en la dinámica poblacional. En este caso existen diversas causas que pueden ocasionar las pérdidas de vidas humanas, entre las más comunes tenemos a las relacionadas con la salud (principalmente enfermedades del corazón, pulmonares y de vías respiratorias, diabetes y tumores malignos), accidentes de tránsito, desnutrición y defunciones por homicidios (agresiones).



## Capítulo IV

De acuerdo con los resultados presentados por el INEGI (ver: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/Proyectos/bd/continuas/mortalidad>), para el año 2015 se tuvo que la Ciudad de México fue la entidad que tuvo la mayor proporción de defunciones con respecto a la población total (0.80%), seguido de los estados de Yucatán y Colima con el 0.65 y 0.64% (Figura 115 Proporción de defunciones con respecto a la población total para el año 2015 a nivel nacional, estatal y en los tres municipios con mayor actividad turística de Quintana Roo.). En este caso, el estado de Quintana Roo resultó ser la entidad con la menor proporción donde las defunciones representaron ser solo el 0.38% de la población total estatal. Un valor similar se obtuvo a nivel municipal considerando los tres municipios del estado con mayor actividad turística, entre los que se encuentra el de Benito Juárez, el cual obtuvo una proporción de defunciones del 0.37% con respecto de la población total.

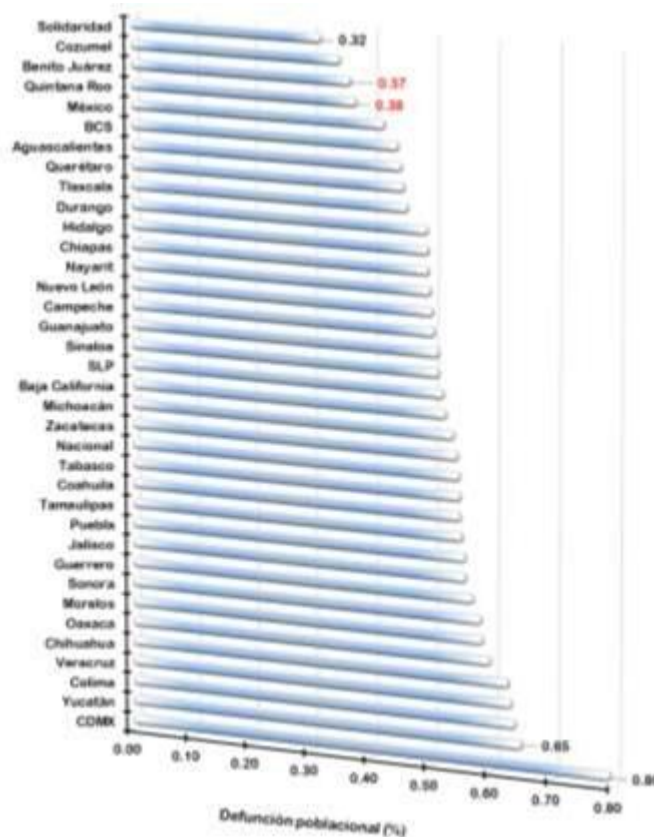


Figura 115 Proporción de defunciones con respecto a la población total para el año 2015 a nivel nacional, estatal y en los tres municipios con mayor actividad turística de Quintana Roo.

Del análisis a la base de datos de las defunciones generales anuales entre el 2009 y 2018 a nivel nacional, estatal e incluyendo los municipios de Benito Juárez y

## Capítulo IV

Solidaridad, resultó una tasa promedio anual de defunción en el municipio de Solidaridad superior a la que se obtuvieron a nivel nacional (Figura 116 Tasa de defunciones generales de 2010 a 2016 en la población a nivel nacional, estatal y en los municipios de Benito Juárez y Solidaridad, Quintana Roo.). En este municipio se alcanzó una tasa promedio para el periodo antes mencionado de defunciones del 14.9%, mientras que el promedio a nivel nacional fue de 3.0%. Quintana Roo fue el estado que tuvo la mayor tasa promedio con el 7.0%, seguido de Colima con el 5.0%.

Por otro lado, los municipios de Quintana Roo incluidos en este análisis también tuvieron valores que fueron superiores a la de los estados y al promedio nacional, en el que Benito Juárez tuvo una tasa promedio igual a la de Quintana Roo (Figura 116 Tasa de defunciones generales de 2010 a 2016 en la población a nivel nacional, estatal y en los municipios de Benito Juárez y Solidaridad, Quintana Roo.).

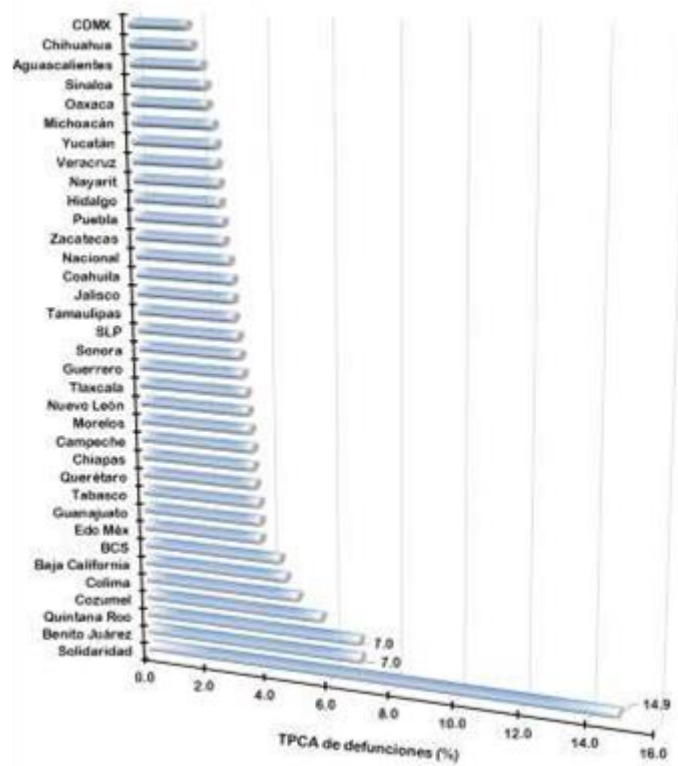


Figura 116 Tasa de defunciones generales de 2010 a 2016 en la población a nivel nacional, estatal y en los municipios de Benito Juárez y Solidaridad, Quintana Roo.

Con base en el análisis de la base de datos de defunciones generales del INEGI (ver: <https://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/proyectos/bd/continuas/mortalidad/defuncio>

## Capítulo IV

neshom.asp?s=est), la cual tiene información anualizada de esta variable de 1990 al 2018, analizando el periodo de 2009 al 2018, se tiene la TPCA de las defunciones a nivel nacional y del estado de Quintana Roo se tiene un comportamiento irregular con incrementos y caídas entre años, no obstante que resulta ser positiva y mayor a nivel estatal que la nacional (Figura 117 Tasa promedio de crecimiento anual de defunciones a nivel nacional, estatal y municipal, para el periodo 2009 - 2018.). En promedio, a nivel nacional en el periodo analizado se tiene una TPCA de defunciones del 2.98, cuando a nivel del estado de Quintana Roo llegó a ser del 6.96%.

En el municipio de Benito Juárez también se tiene un comportamiento irregular con subidas y bajadas en su TPCA de defunciones, resaltando que tiene un comportamiento muy similar al mostrado a nivel estatal como resultado de la influencia del municipio en los resultados que se obtiene a nivel estatal. Incluso. La TPCA de defunciones de Benito Juárez resultó ser muy similar a la obtenida a nivel estatal, 7.00 vs 6.96%, respectivamente.

Para comparar los resultados de esta variable a nivel municipal se tomó en consideración al municipio de Solidaridad, encontrándose que este municipio tiene la más alta TPCA con el 14.89%. Además, presenta la mayor variabilidad, donde, incluso en el 2009 esta tiene un valor negativo (-12.41%), para dos años después llegar a un valor del 39.92% y luego de tres años más caer a -0.99%.

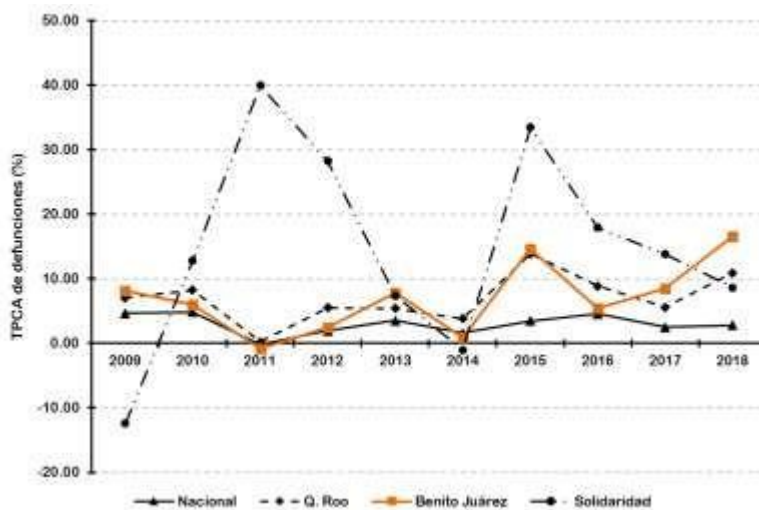


Figura 117 Tasa promedio de crecimiento anual de defunciones a nivel nacional, estatal y municipal, para el periodo 2009 - 2018.

## Capítulo IV

Es innegable la problemática por la que atraviesa el país en materia de delincuencia, la cual incluye cobro de piso, robos a casas habitación, secuestros y homicidios, por mencionar algunos de los que más preocupan a la población. Por lo que se decidió presentar un análisis del número de defunciones por homicidio a nivel de los tres órdenes de gobierno.

La participación de los homicidios como parte de las defunciones totales a nivel nacional, estatal y municipal, incluyendo los municipios de Benito Juárez y Solidaridad, mostraban una tendencia numérica a la baja de 1995 a 2005 (Figura 118 Participación de las defunciones por homicidio con respecto a las defunciones generales a nivel nacional, estatal y municipal para el periodo 1990 - 2015. Los resultados son valores promedio por quinquenio). Sin embargo, en el 2010 éstas sufren un incremento significativo, excepto en Solidaridad, para después volver a caer, pero sin llegar a mostrar la tendencia que traían hasta el 2015. Aquí hay que resaltar que cuando a nivel nacional estas defunciones representaban el 3.6% en 1995, en el municipio de Solidaridad era del 8.9%, el valor más alto.

Para el 2010, a nivel nacional y municipal, las defunciones por homicidio representaban entre el 4.4% y el 4.6% del total de las defunciones, siendo el estado el que obtuvo el valor más bajo 3.4% y, Benito Juárez el incremento más significativo pasando de 2.4% en el 2005 a 4.5% en el 2010. Ya para el 2015 se tiene un menor rango de variación entre las entidades, yendo de 2.6% a nivel estatal a 3.4% en Solidaridad.

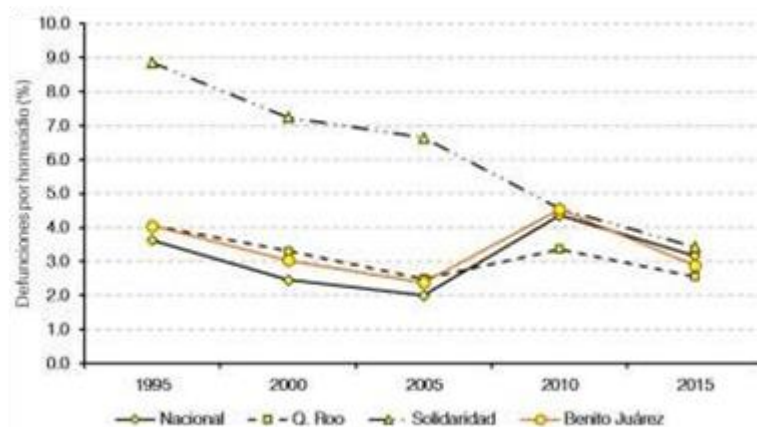


Figura 118 Participación de las defunciones por homicidio con respecto a las defunciones generales a nivel nacional, estatal y municipal para el periodo 1990 - 2015. Los resultados son valores promedio por quinquenio

## Capítulo IV

### C. Migración

Los movimientos poblacionales internos e internacionales, considerando los que entran a un lugar como los que salen, tienen una influencia considerable en la variación poblacional de un lugar en tiempos determinados. Es un fenómeno social al que se ve forzada la población mundial principalmente por la pobreza, búsqueda de más y mejores alternativas de empleo, un empleo mejor remunerado, inseguridad alimentaria, para realizar o continuar con sus estudios, en búsqueda de un lugar más seguro para vivir, desastres naturales o simplemente para reunirse con su familia, opciones que no encuentran o no logran en sus lugares de origen.

El análisis de esta variable en el estado de Quintana Roo resulta de gran relevancia por ser uno de los estados del país que tiene un gran flujo migratorio, siendo un fuerte atrayente de fuerza de trabajo para trabajar en los sectores de la construcción, hotelería, doméstico y comercio ambulante (Rosales, 2009). Quintana Roo fue decretado como tal apenas en 1975, siendo la última entidad en ser decretada como tal a nivel nacional, a partir de esa década empezó el desarrollo de la actividad turística en el estado, planeación que inició por iniciativa del expresidente Gustavo Díaz Ordaz y un grupo de empresarios del ramo turístico (Rosales, 2009).

La actividad turística inició pujantemente en el municipio de Benito Juárez, específicamente en la ciudad de Cancún y, posteriormente, a principios de los 90's inició su extensión hacia la zona de la Riviera Maya, principalmente en Puerto Morelos, Playa del Carmen y Tulum. Este florecimiento de la actividad turística tuvo un efecto directo en el crecimiento poblacional de las localidades costeras, influenciado fuertemente por el movimiento migratorio.

Como se puede observar en los censos de población y vivienda realizados por el INEGI (ver: <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/>), en los últimos cuatro censos, la población nacida en otra entidad diferente a la presente donde fue censada tuvo poca variación, fluctuando entre el 17.2 y el 17.7% de los habitantes censados (Figura 119 Origen de la población a nivel nacional, en el estado de Quintana Roo y en sus municipios de Benito Juárez y Solidaridad, de acuerdo con los resultados de los últimos cuatro censos de población y vivienda realizados por el INEGI.). En los mismos censos,

## Capítulo IV

el estado de Quintana Roo tuvo una mayor proporción de población proveniente de otra entidad, incluso este valor fue superior al obtenido a nivel nacional, yendo de 52.6 a 55.5%, lo que significa que menos de la mitad de la población censada era nacida en el estado.

A nivel municipal se tuvieron valores aún superiores a los obtenidos a nivel estatal. Cuando el desarrollo de Cancún como destino turístico estaba en sus inicios, hablando de las décadas de los 80's y 90's, se llegó a tener una población de entre el 80.0 y el 74.0% que procedía de otras entidades, ya sea estatales o municipales (Figura 119 Origen de la población a nivel nacional, en el estado de Quintana Roo y en sus municipios de Benito Juárez y Solidaridad, de acuerdo con los resultados de los últimos cuatro censos de población y vivienda realizados por el INEGI.). En los últimos dos censos esta población cayó ligeramente llegando a niveles de 61.8%, aún superior a los valores obtenidos a nivel estatal. Por otro lado, el municipio de Solidaridad solo tiene información de los últimos dos censos, por fecha de fundación, y en ellos se ve que también se trata de una población que, en su mayoría, proviene de otras entidades, con valores similares a los de Benito Juárez.

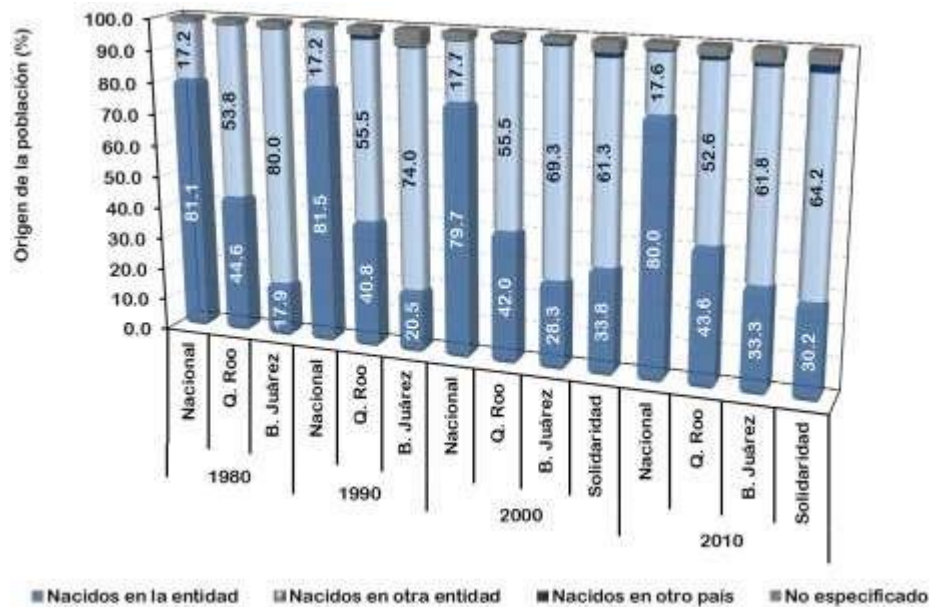


Figura 119 Origen de la población a nivel nacional, en el estado de Quintana Roo y en sus municipios de Benito Juárez y Solidaridad, de acuerdo con los resultados de los últimos cuatro censos de población y vivienda realizados por el INEGI.

## Capítulo IV

El CONAPO *et al.* (2012), mencionaron que la Organización Internacional para las Migraciones define a la migración interna como el movimiento de personas de una región a otra en un mismo país con el propósito de establecer una nueva residencia, misma que puede ser de carácter temporal o permanente. Para el censo de población y vivienda de 2010, el INEGI reportó que de la población total 19'747,511 habitantes no residían en su entidad federativa natal. De esta población, el 26.4% correspondía a personas nacidas en la Ciudad de México, siendo la entidad federativa con mayor emigración interna, seguida por Veracruz y Puebla con el 8.2 y 5.1%, respectivamente (Figura 120 Distribución proporcional de la población que no residía en su estado natal al momento de levantar el censo de población y vivienda por parte del INEGI en el 2010.). Mientras que, el estado de Quintana Roo obtuvo el segundo lugar con menor población emigrante interna con solo el 0.3% de los emigrantes totales, solo superado por la población de Baja California Sur que representó el 0.2%.

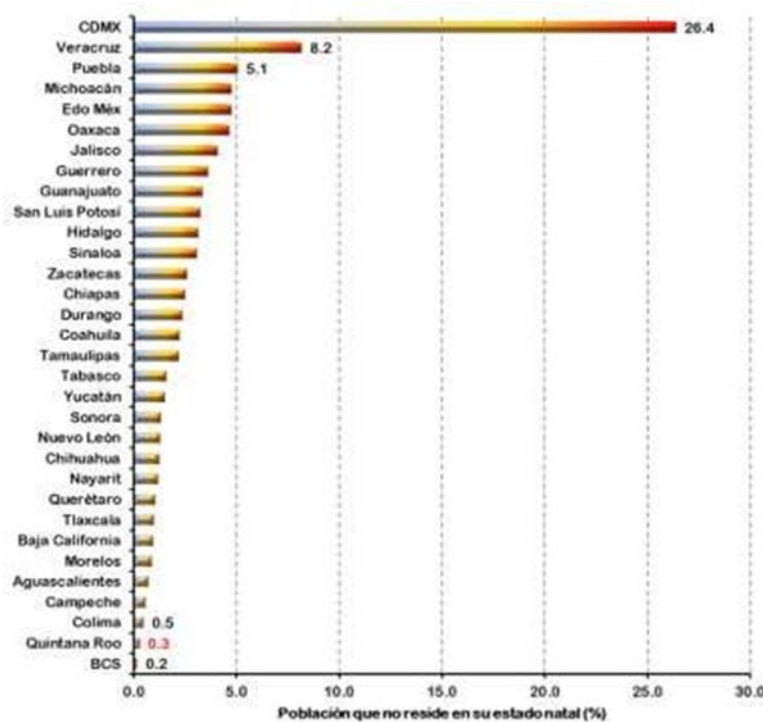


Figura 120 Distribución proporcional de la población que no residía en su estado natal al momento de levantar el censo de población y vivienda por parte del INEGI en el 2010.

El balance de la población que emigró del estado de Quintana Roo y de la población que inmigró al estado al 2010, arroja un balance positivo de 641,828 habitantes. Por lo que se puede decir que el estado de Quintana Roo es receptor de población nacional. De

## Capítulo IV

hecho, en este rubro es el cuarto estado con mayor recepción de población nacional migrante, solo por debajo del Estado de México, que ocupa el primer lugar con 1'114,316 migrantes, Baja California y Nuevo León.

Analizando el origen de la población inmigrante del estado de Quintana Roo, considerando la información del censo de población y vivienda de 2010, se puede observar que se encontraban en el estado habitantes originarios de las 31 entidades del país (Figura 121 Origen de la población censada en el 2010 por parte del INEGI en el estado de Quintana Roo, por entidad federal de origen.). De los 696,831 inmigrantes censados en el estado, el 33.89% eran originarios del estado de Yucatán, siendo la población mayormente representada, seguida por los habitantes provenientes de Veracruz (12.32%) y Tabasco (12.19%). Por otro lado, los estados menormente representados fueron Baja California Sur, con el 0.03% del total, y Aguascalientes y Colima, con el 0.09% cada uno.

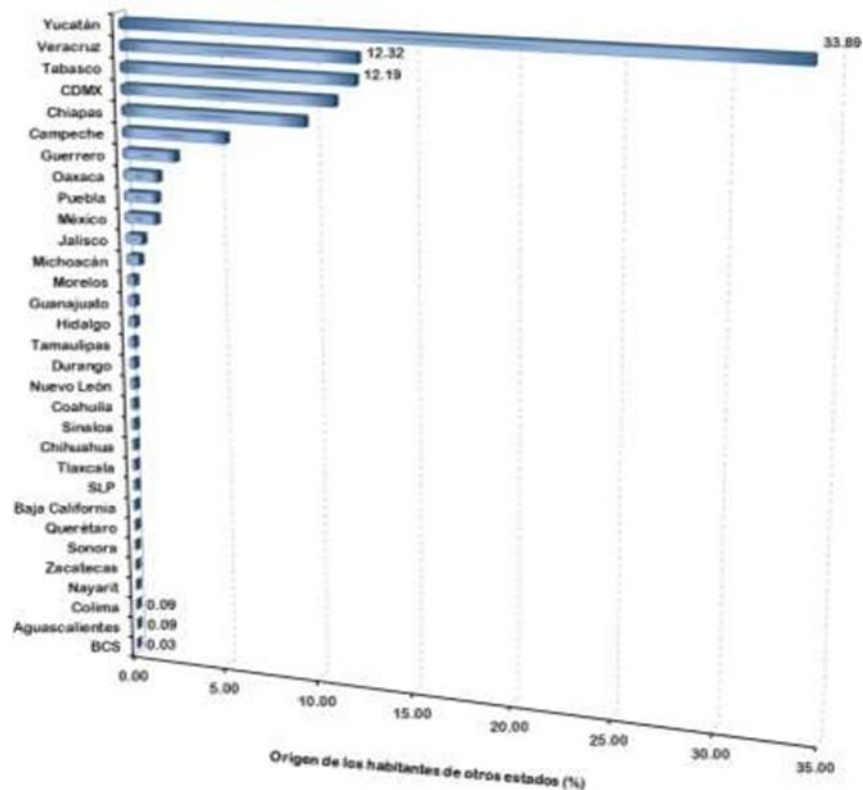


Figura 121 Origen de la población censada en el 2010 por parte del INEGI en el estado de Quintana Roo, por entidad federal de origen.



## Capítulo IV

Por otro lado, como es ampliamente conocido y documentado, México es un país expulsor de su población, ocupando el 2° lugar mundial con población viviendo fuera del país, solo por debajo de la India (CONAPO et al., 2012, 2015; Tépach, 2015). En el periodo del 2000 al 2013, México tuvo una tasa migratoria anual promedio del 2.1% (Tépach, 2015); siendo los Estados Unidos el país preferido por los mexicanos para emigrar. En el año 2015, el 97.66% de la población nacional que emigró lo hizo hacia ese país, muy por debajo estuvieron Canadá y España, en el 2° y 3er. puesto de preferencia, con el 0.76 y 0.38%, respectivamente (CONAPO et al., 2015).

En este rubro, considerando el promedio de las matrículas consulares de población mexicana en EE. UU, por estado, entre el 2012 y 2017, resultó que el estado de Quintana Roo ocupó a nivel nacional el segundo lugar más bajo con población emigrante en ese país con solo 726 migrantes, siendo los estados de Michoacán, Guerrero y Guanajuato los que mayor número de emigrantes internacionales tuvieron con el 10.63, 8.34 y 8.13% de los 894,348 matriculados en promedio en ese periodo (Figura 122 Flujo de emigrantes mexicanos fuera del territorio nacional según estado de nacimiento, 2012-2017.). Por lo contrario, los estados de Baja California Sur y Campeche, junto con Quintana Roo, fueron los que tuvieron menor población emigrante matriculada, representando entre las tres el 0.30% de los emigrantes matriculados en los EE. UU.

## Capítulo IV

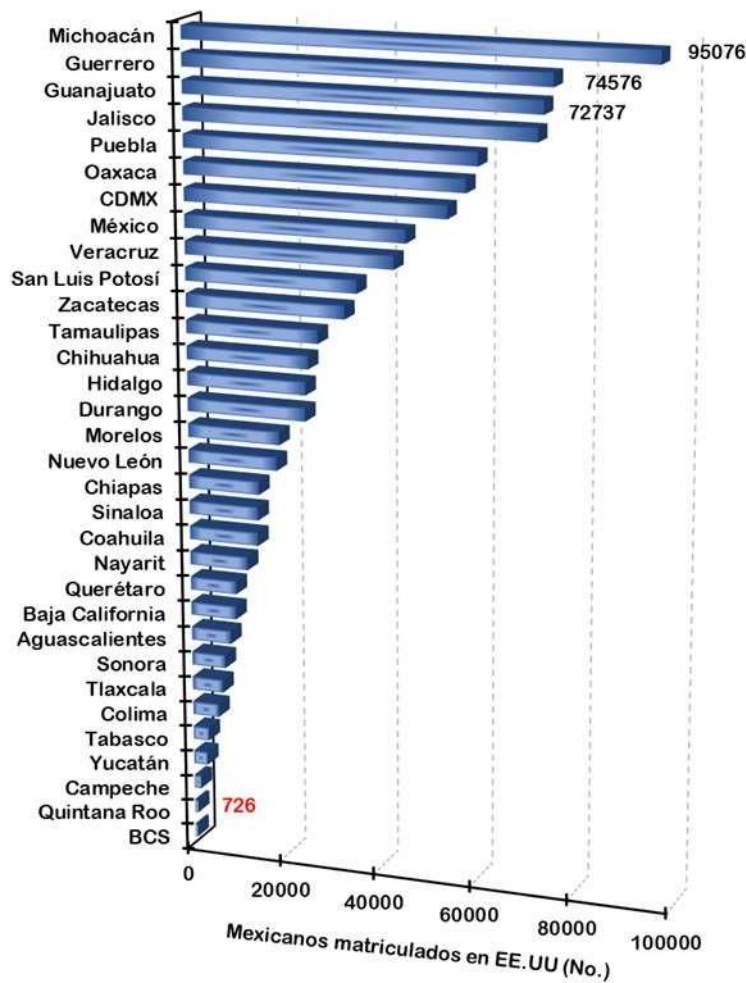


Figura 122 Flujo de emigrantes mexicanos fuera del territorio nacional según estado de nacimiento, 2012-2017.

Con base en la información de las matrículas consulares de mexicanos en Estados Unidos, de los 694 emigrantes mexicanos originarios del estado de Quintana Roo en el 2017, los municipios con mayor representación numérica del total de emigrantes de esta entidad fueron: Othón P. Blanco (63.1%), Benito Juárez (19.0%), José Ma. Morelos (8.9%) y Felipe Carrillo Puerto (6.3%), estos últimos destacados por ser los municipios con menor actividad turística en el Estado (CONAPO *et al.*, 2019). La mayoría de la población quintanarroense migrante en Estados Unidos se ubicó en los estados de California, Texas y Florida donde se contabilizó al 54.5% de los emigrantes quintanarroenses.

Es claro que el fenómeno migratorio tiene efectos positivos y negativos que impactan a nivel regional, estatal y nacional, en temas culturales, educativos, laborales, políticos

## Capítulo IV

y, sobre todo, económicos. Por un lado, a nivel poblacional provoca cambios en la estructura, dinámica y tamaño de los hogares, cambios en la forma de vida de la población, altera las estructuras demográficas, por sexo y edades de la población, modificando las tasas de natalidad y mortalidad entre regiones receptoras y expulsoras, y la fuerza laboral entre regiones. Por otro lado, es innegable el beneficio que representan las remesas como soporte económico, no solo de las familias receptoras sino también en la economía regional, estatal y nacional.

### IV.2.3.3.Economía regional

#### IV.2.3.3.1.1.Comportamiento del Producto Interno Bruto

La gran actividad industrial y comercial de los estados del centro del país, principalmente de la Ciudad de México y del Estado de México, funcionan como un motor del desarrollo económico nacional desde hace décadas. Esto se ve reflejado en la participación que estas entidades federales tienen en la generación del Producto Interno Bruto (PIB) nacional. De acuerdo con información del INEGI (ver: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/pibe/tabulados.aspx>), entre la Ciudad de México, Estado de México y Nuevo León generaron en promedio el 33.15% del PIB entre el 2009 y el 2018, donde el primero participó con el 17.22% de esta cifra (Figura 123 Participación por entidad federativa en la generación del PIB nacional promedio entre 2006 y 2016 a valores constantes. Cifras preliminares para el 2015 y 2017.). Mientras que, por otro lado, el estado de Quintana Roo se encuentra ocupando el lugar número 22 en cuanto a su participación nacional en la generación del PIB nacional, aportando el 1.46% de éste.

## Capítulo IV

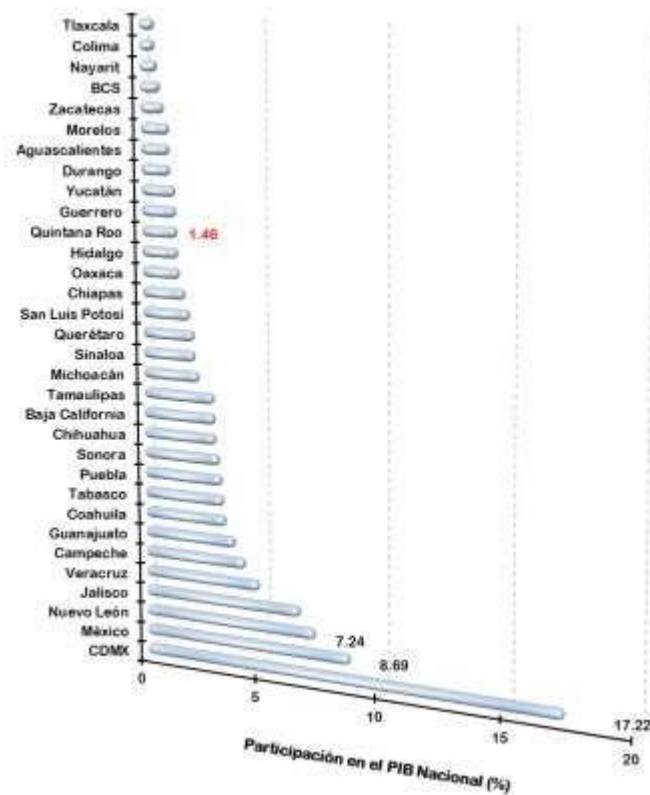


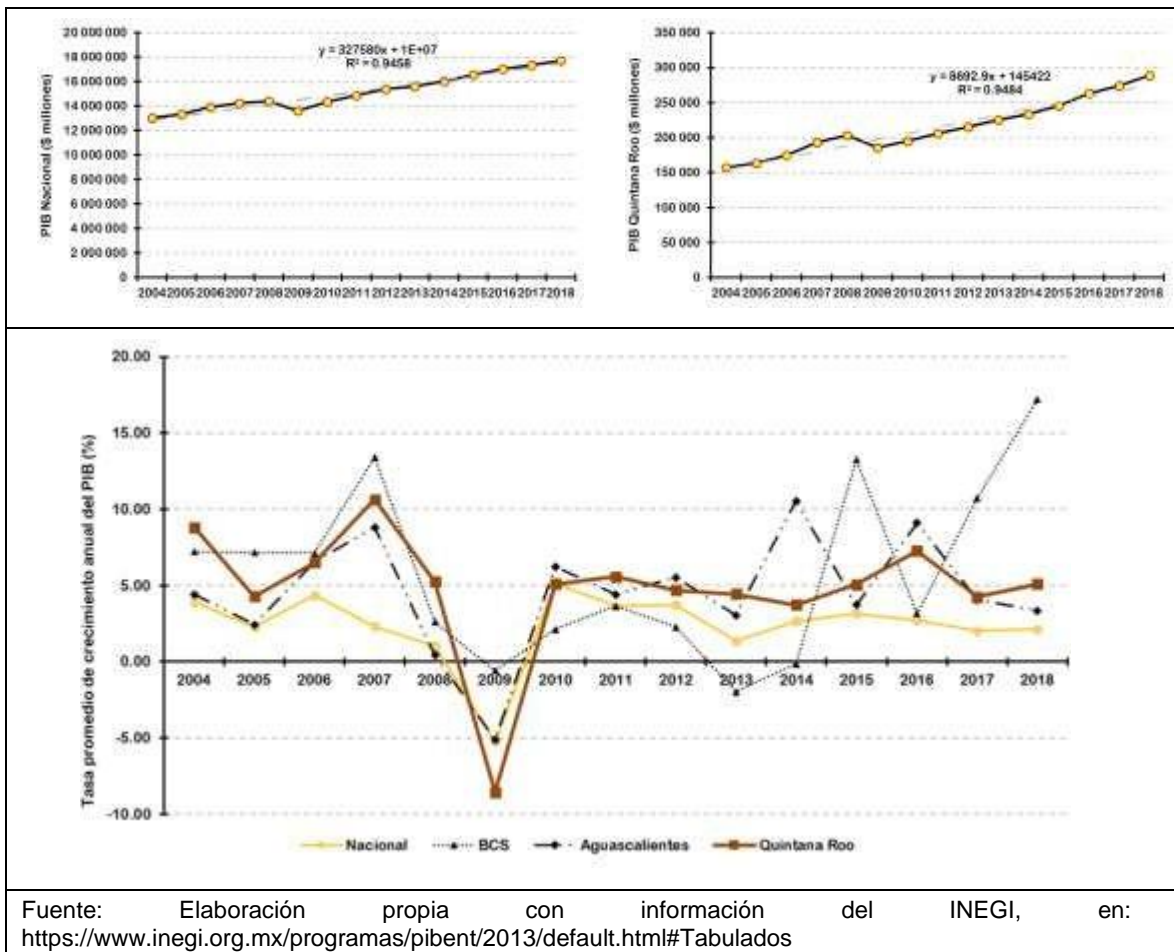
Figura 123 Participación por entidad federativa en la generación del PIB nacional promedio entre 2006 y 2016 a valores constantes. Cifras preliminares para el 2015 y 2017.

Considerando valores constantes, el crecimiento del PIB nacional del 2004 al 2018 tuvo un comportamiento lineal con una caída en el 2009 debido, muy probablemente, por efecto de la crisis de 2008. En el 2010 mostró una recuperación, la cual no fue suficiente para retomar el ritmo que traía previo a la crisis y, si bien en el 2012 y 2013 se logró su estabilización, es entre el 2015 y 2016 que se empieza a querer alcanzar la tendencia que se traía previo a la crisis del 2008, lo cual se manifiesta con los datos revisados de 2017 y preliminares de 2018 (Figura IV-74). Lo antes mencionado se refleja en la tasa de crecimiento anual a valores constantes entre el 2010 y el 2018, en la que tuvo un crecimiento promedio del 2.96%, cuando entre el 2004 y el 2007 la tasa promedio anual para el mismo valor fue del 3.22%. La Figura IV-74 deja ver que a partir del 2008 el PIB nacional sufrió un cambio en la tendencia de su crecimiento, cayendo en el 2009 a -5.24%, la cual muestra signos más alentadores en los años sucesivos.

Un comportamiento muy similar al nacional es el que ha tenido el PIB del estado de Quintana Roo, pero con mejores valores a nivel estatal. Previo a la crisis del 2008, entre

## Capítulo IV

el 2004 y el 2007 el estado tenía una tasa anual promedio a valores corrientes de 7.57%, pero en el 2009 ésta cayó a -8.54% (Figura 124 Crecimiento del PIB a valores constantes a nivel nacional y del estado de Quintana Roo, y su tendencia de crecimiento, entre 2004 y 2018. Con cifras revisadas para 2017 y preliminares para 2018.). Entre el 2010 y 2015 se tuvo un crecimiento constante y uniforme, pero sin recuperar la tendencia que se traía previo al 2008 y, fue hasta el 2016 se tuvo un mayor impulso que rompe con la tendencia que traía a tal grado que parecía se alcanzaría la tendencia de principios del siglo, lo que se demostró con las cifras de los dos últimos años.



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, en: <https://www.inegi.org.mx/programas/pibent/2013/default.html#Tabulados>

Figura 124 Crecimiento del PIB a valores constantes a nivel nacional y del estado de Quintana Roo, y su tendencia de crecimiento, entre 2004 y 2018. Con cifras revisadas para 2017 y preliminares para 2018.

Con base en la información preliminar del 2018, el sector terciario, relacionado con las actividades de comercio, comunicaciones, finanzas, salud, educación, investigación, turismo, hostelería, cultura, espectáculos y administración pública, es el que mayor aporta al PIB nacional, y mucho más en el estado de Quintana Roo, representando el

## Capítulo IV

66.11 y 88.17%, en el orden antes citado (Figura 125 Participación de los sectores productivos en el PIB nacional y del estado de Quintana Roo para el año 2018 (con información preliminar), para valores constantes.). En ambas entidades, el sector primario es el que menos aporta a su PIB, siendo mayor la contribución de este sector a nivel nacional que a nivel estatal (3.34 vs 0.84%, respectivamente).

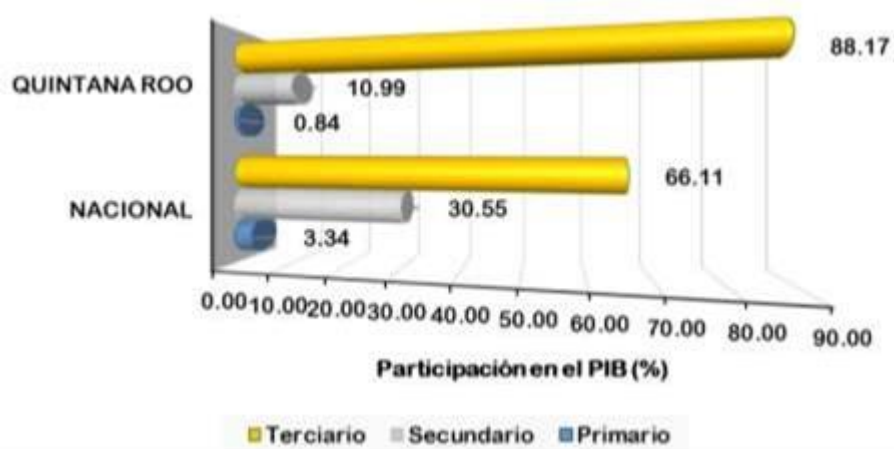


Figura 125 Participación de los sectores productivos en el PIB nacional y del estado de Quintana Roo para el año 2018 (con información preliminar), para valores constantes.

Aquí cabe hacer mención que los servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas tiene mayor participación en el PIB a nivel estatal que a nivel nacional. De acuerdo con información del INEGI (ver: <https://www.inegi.org.mx/programas/pibent/2013/default.html#Tabulados>), en el 2018 tuvo una participación a nivel nacional del 2.37% (Figura IV-76), mientras que en el estado de Quintana Roo su participación en el PIB fue del 23.15%, siendo el mayor generador de recursos (Figura IV-77), lo que en números representó un ingreso promedio de \$66,815 millones, en valores constantes. Y, por otro lado, la participación en el sector secundario del rubro de la construcción tuvo una ligera participación mayor a nivel estatal (7.54%) que a nivel nacional (7.29%), representando para el estado un ingreso de \$21,764 millones del PIB estatal.

## Capítulo IV

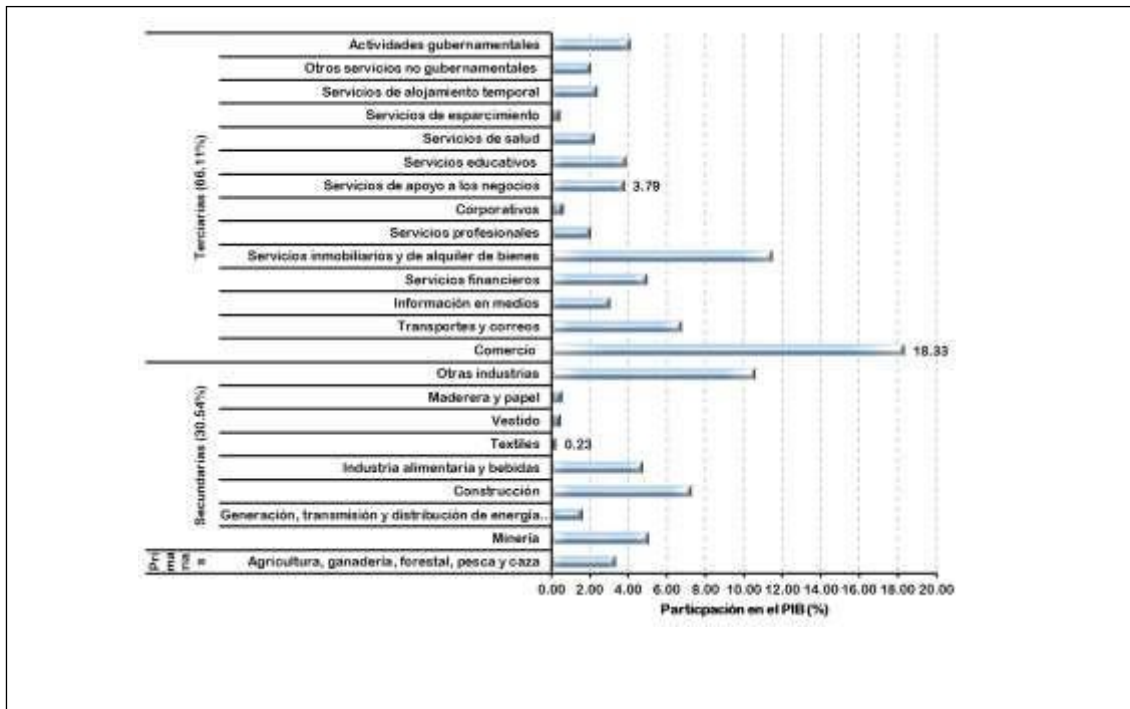


Figura 126 Participación de las actividades productivas, por sector, en la generación del PIB nacional para el año 2018 (con información preliminar), en valores constantes.

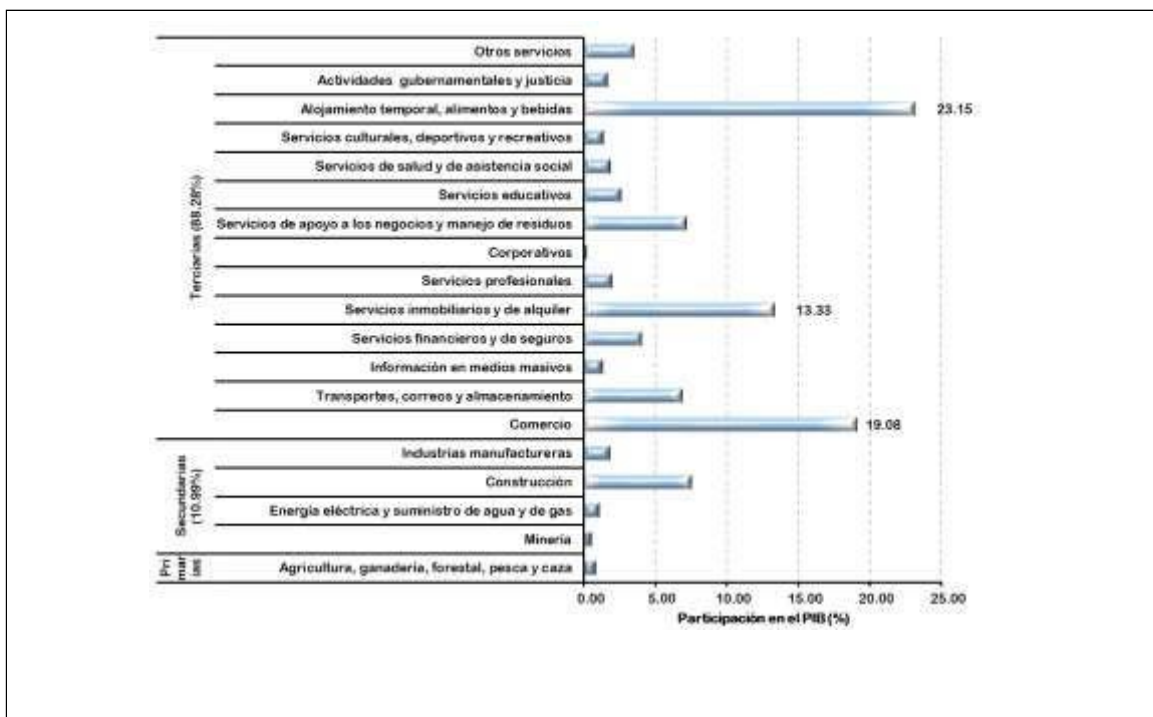


Figura 127 Participación de las actividades productivas, por sector, en la generación del PIB en el estado de Quintana Roo para el año 2018 (con información preliminar), en valores constantes.

## Capítulo IV

Como se puede ver en la Figura 127 Participación de las actividades productivas, por sector, en la generación del PIB en el estado de Quintana Roo para el año 2018 (con información preliminar), en valores constantes.), el servicio por alojamiento temporal, alimentos y bebidas, el comercio y los servicios inmobiliarios y de alquiler aportan entre los tres el 55.56% del PIB del estado Quintana Roo, siendo el sector de la construcción el cuarto que más aporta con un 7.54%. Lo anterior es importante porque los cuatro están fuertemente relacionados con la principal actividad económica del estado que es la actividad turística, es, incluso, actualmente el estado que más aporta a nivel nacional por esta actividad. Siendo, por cierto, sectores en los que el municipio de Benito Juárez destaca fuertemente junto con el municipio de Solidaridad.

Para analizar el comportamiento económico del municipio de Benito Juárez es importante tener en cuenta la forma como se clasifican estos. De acuerdo con el Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED), los ingresos municipales se clasifican en ordinarios y extraordinarios. Los ingresos ordinarios son los que se perciben de manera constante y regular: impuestos, derechos (pagos que percibe el municipio a cambio de la prestación de un servicio), productos (cobros por el aprovechamiento y/o explotación de bienes), aprovechamientos (ingresos que no quedan comprendidos dentro de la clasificación de impuestos) y participaciones. Y, los ingresos extraordinarios son lo que se obtienen eventualmente, los que se buscan para resolver necesidades imprevistas, siendo estos los créditos y contribuciones especiales.

De acuerdo con información proporcionada por el INAFED (ver página web: [http://www.inafed.gob.mx/es/inafed/Principales Datos Socioeconomicos por Municipio](http://www.inafed.gob.mx/es/inafed/Principales_Datos_Socioeconomicos_por_Municipio)), los ingresos del municipio de Benito Juárez han mostrado un comportamiento al alza durante el periodo comprendido del 2000 al 2013, pero irregular (Figura 127 Participación de las actividades productivas, por sector, en la generación del PIB en el estado de Quintana Roo para el año 2018 (con información preliminar), en valores constantes.). Durante este periodo resalta el ingreso obtenido en el año 2010, después de venir de la recesión económica del 2009 provocada por la epidemia de la influenza A1H1, en el que los ingresos pasaron de \$2,073.65 millones a \$3,444.36 millones; no obstante, este comportamiento no se pudo mantener para los siguientes años. Esto



## Capítulo IV

queda de manifiesto en la gran variación de la TPCA de los ingresos, la cual en promedio es de 16.05%, con una variación que va de -34.90 a 68.32%.

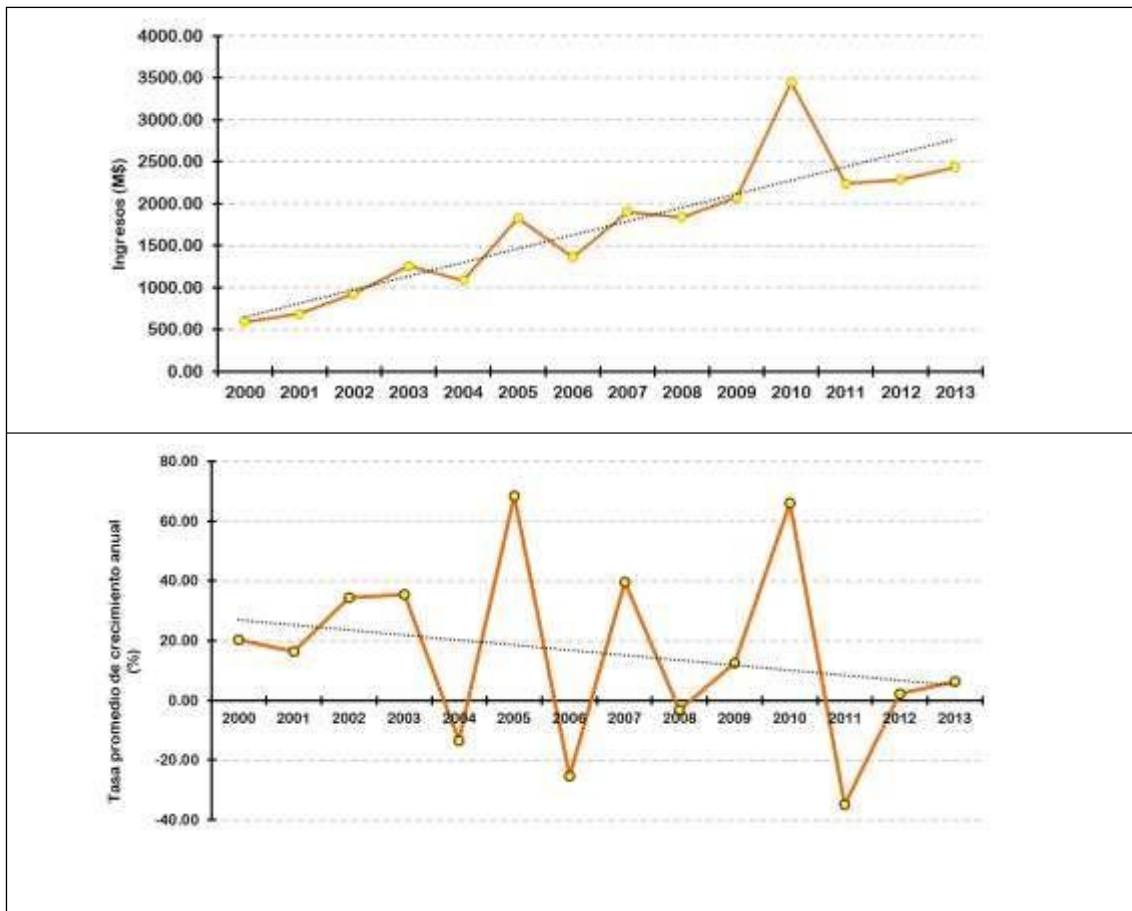


Figura 128 Variación de la tasa promedio de crecimiento anual del municipio de Benito Juárez durante el periodo de 2000 al 2013.

Siguiendo con la base de datos proporcionada por el INAFED, los ingresos del municipio de Benito Juárez están conformados por lo que se percibe de impuestos, participaciones federales ordinarias, aportaciones estatales y federales extraordinarias, derechos, productos, aprovechamientos, financiamientos y otros ingresos. Existe una gran variación en la aportación al ingreso bruto municipal anual entre los diferentes rubros considerados; no obstante, entre el año 2000 y 2013, los ingresos por impuestos representaron ser el 26.01% del total (Figura IV-79). En segundo lugar, con el 20.43% del ingreso bruto promedio, lo ocupan las aportaciones federales y en tercer lugar están las aportaciones estatales y federales extraordinarias.

## Capítulo IV

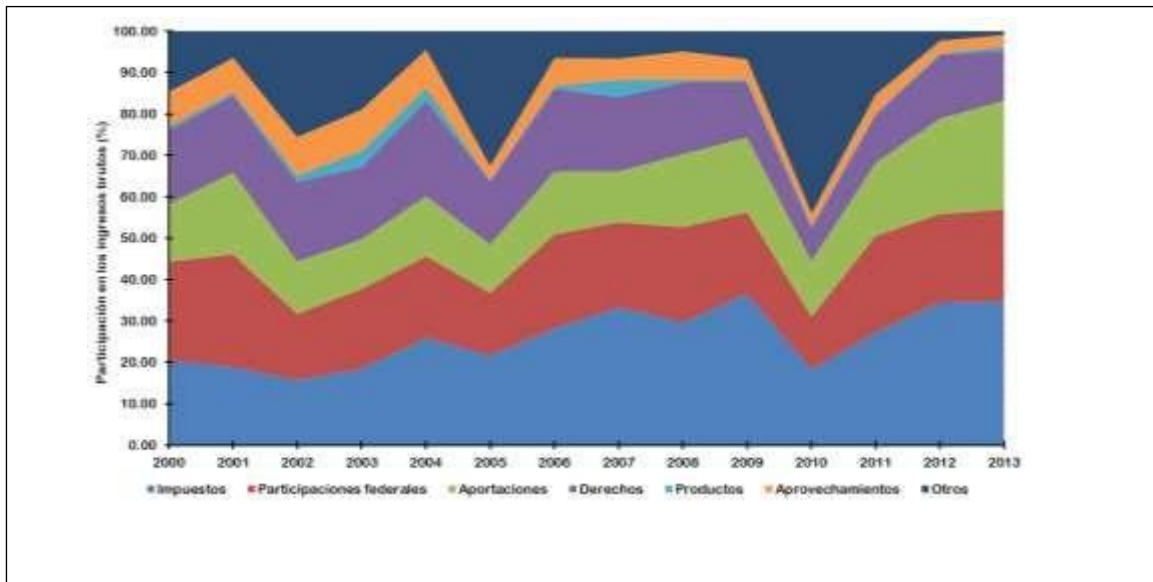


Figura 129 Participación de los diferentes rubros en el ingreso bruto del municipio de Benito Juárez durante el periodo de 2000 al 2013.

Las aportaciones fueron las que presentaron menor variación en el periodo analizando con un C.V = 18.67%, no obstante, no se puede considerar que sea muy uniforme, seguido por los ingresos clasificados como derechos con un coeficiente de variación del 24.17% y de las aportaciones estatales y federales extraordinarias con el 27.01%.

En los ingresos brutos municipales del 2010 resalta la gran aportación del rubro “otros”, el cual está dado por los ingresos de un financiamiento municipal, el cual representó ser un 40.61% del ingreso bruto total de ese año.

### IV.2.3.4. Educación

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD, por sus siglas en inglés) anualmente presenta los resultados de su evaluación del desempeño de los sistemas educativos de los países miembros y los asociados. México, como país miembro de la Organización, es monitoreado y evaluado en su desempeño considerando los grandes temas: logro educativo, competencias y participación en el mercado laboral; equidad en la educación y el mercado laboral; financiamiento de la educación; la profesión docente; educación superior y posgrado (terciaria), y la educación de preescolar a media superior.

## Capítulo IV

Respecto a los temas relacionados con el logro educativo y de la educación preescolar a la educación media superior y educación terciaria, México ha mostrado un significativo avance, pero sin llegar al nivel promedio de los países miembros de la OECD ni de los países miembros de la Comunidad Económica Europea considerados (EU, por sus siglas en inglés). De 1997 al 2008, la población mexicana con estudios por debajo de la secundaria tuvo una tasa promedio anual de crecimiento de la población de -0.8%, con estudios superiores a los de secundaria (pero sin llegar a superior) del 1.9% y con educación superior del 1.8%; cuando el promedio de los países miembros de la OECD fue del -3.2, 0.8 y 3.4%, en el mismo orden (OECD, 2010).

Para el año 2015, la OECD (2016) reporta que de la población mexicana de adultos que habían ido a la escuela, 15% no terminaron la primaria, 18% tenían nada más la primaria, 26% habían completado hasta la secundaria, 19% habían logrado estudios superiores a la secundaria sin llegar a estudios superiores, 14% alcanzaron estudios superiores, solo 1% con estudios de maestría y el 7% restante otros niveles. Comparando con el promedio de los países de la OECD se tienen valores del 2, 7, 15, 40, 16, 11 y 9%, para los rubros antes citados, en el mismo orden. El porcentaje de las personas de 25 a 34 años con educación superior aumentó 8% entre 2000 y 2014 (de 17% a 25%), en tanto que el promedio en los países de la OECD aumentó en 15 puntos porcentuales (de 26% a 41%).

De lo anterior se puede ver que, si bien a nivel nacional se han tenido avances en temas educativos, aún se tienen rezagos, entre los que sobresale la alta proporción de la población que no tiene mínimamente estudios de primaria, así como la baja proporción de habitantes con nivel de maestría.

De acuerdo con información proporcionada por el INEGI en su página web (ver: <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal/>), en el intercensal del 2015 se obtuvo un nivel de escolaridad de 9.2 años escolares promedio a nivel nacional, considerando la población total mayor de 15 años (Figura IV-80). En este análisis, el estado de Quintana Roo se encuentra ligeramente por arriba del promedio nacional con 9.6 años lectivos, ubicándose en el 8° lugar nacional, el cual es liderado por la CDMX con 11.1 años y Chiapas en último lugar con solo 7.3 años de escolaridad.

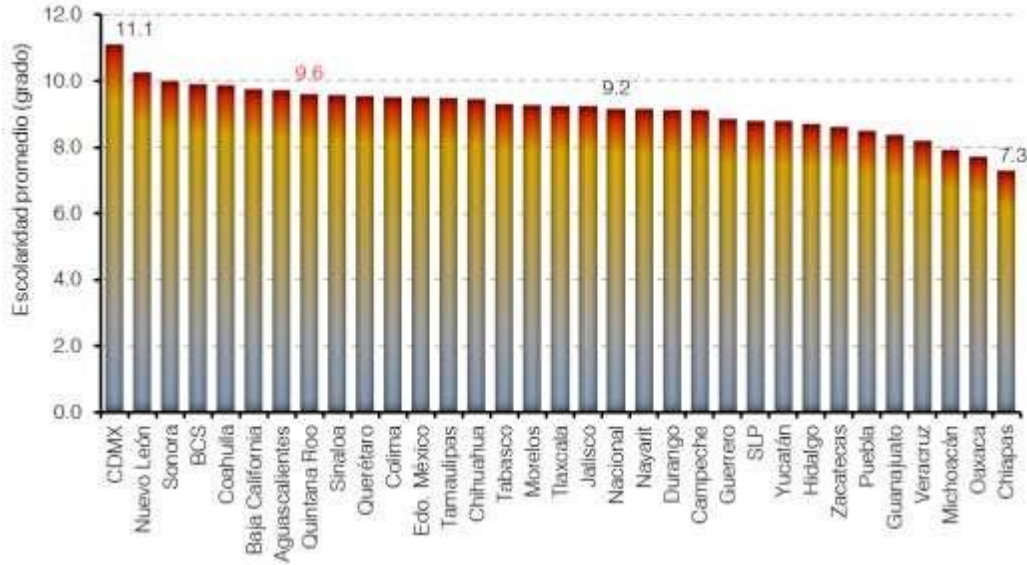


Figura 130 Grado promedio de escolaridad de la población nacional mayor a 15 años de acuerdo con la información intercensal presentada por el INEGI para el 2015.

A nivel municipal, el estado de Quintana Roo presenta una gran diferencia en cuanto al nivel de escolaridad entre sus habitantes mayores de 15 años. Por un lado, están los municipios de Benito Juárez y Solidaridad que tienen un promedio de escolaridad de 10 años lectivos, lo que los lleva a estar a nivel de escolaridad que ocupa el estado del tercer lugar a nivel nacional (Figura 130 Grado promedio de escolaridad de la población nacional mayor a 15 años de acuerdo con la información intercensal presentada por el INEGI para el 2015.). Sin embargo, se tienen municipios en el otro extremo, como Bacalar, Lázaro Cárdenas, José Ma. Morelos y Felipe Carrillo Puerto, con menos de ocho años de escolaridad, estando a nivel de los resultados obtenidos para los tres últimos estados a nivel nacional. Para el caso específico de Tulum, este resultó con 8.8 años de escolaridad, por abajo del promedio nacional y estatal.

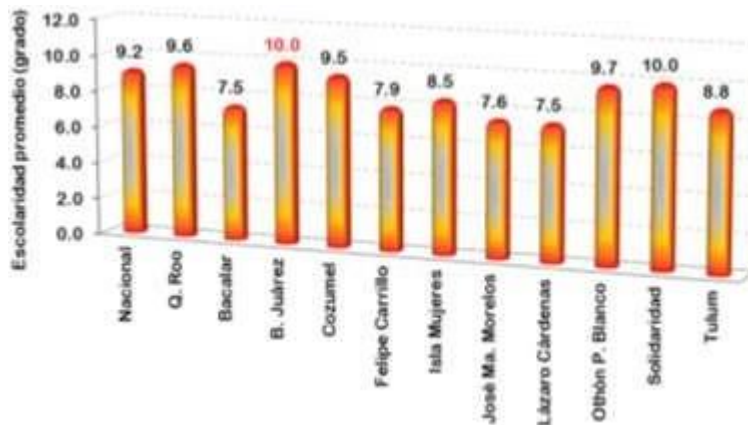


Figura 130 Grado promedio de escolaridad de la población nacional mayor a 15 años de acuerdo con la información intercensal presentada por el INEGI para el 2015.

Los excelentes resultados de escolaridad en de los municipios de Benito Juárez y Solidaridad están asociados a su alto porcentaje de población con estudios superiores, 20.6 y 19.6%, respectivamente, y bajo porcentaje de población sin escolaridad 3.2% y 3.0%, en el orden antes citado, resultados mejores que los obtenidos a nivel nacional (Figura 130 Grado promedio de escolaridad de la población nacional mayor a 15 años de acuerdo con la información intercensal presentada por el INEGI para el 2015.). Caso contrario, los municipios de Bacalar, Lázaro Cárdenas, José Ma. Morelos y Felipe Carrillo Puerto, tuvieron los más pobres resultados debido a su baja proporción de población con estudios superiores y alto porcentaje sin escolaridad, entre los que resalta el municipio de Bacalar y Felipe Carrillo Puerto con 13.1% y 10.0% de su población sin escolaridad, y solo el 9.5% y 9.8% de ellos con estudios superiores.

## Capítulo IV

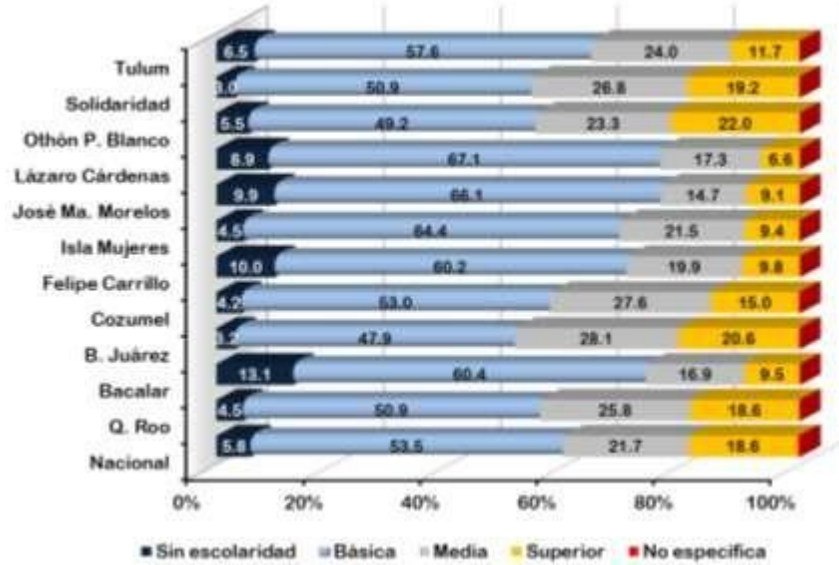


Figura 131 Nivel de escolaridad alcanzada por la población estatal mayor a 15 años de acuerdo con la información intercensal presentada por el INEGI para el 2015.

### IV.2.3.5.Salud

Todas las poblaciones de seres vivos tienen como característica que son dinámicas, cada una con sus limitaciones, patrones, problemáticas y objetivos específicos. Debido a esta característica, se espera que para el año 2030 el 60% de la población humana a nivel mundial viva en zonas urbanas, cuando en el 2000 ésta representaba el 47% (UN, 2006). En México este recambio poblacional ha sido mayor ya que para el 2010 la población rural representaba solamente el 20.2% de la total (FAOSTAT, 2017). Sin embargo, hay que reconocer la diferencia entre la información de la FAO y del INEGI donde la de la FAO representa una población mayor entre 3 y 5 millones de pobladores totales a los reportados por el INEGI en sus censos directos e intercensales.

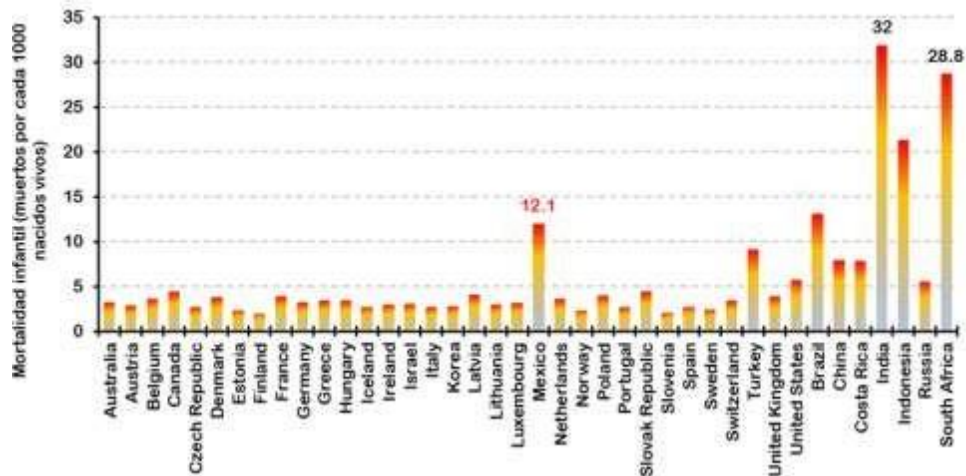
Este efecto se evidencia con la concentración y densidad poblacional en los municipios que tienen una mayor actividad turística y la capital del estado como Benito Juárez, Solidaridad, Cozumel y Chetumal, con respecto a municipios con menor desarrollo como José Ma. Morelos, Lázaro Cárdenas y Bacalar, acorde con lo analizado en los apartados IV.2.3.2. de la presente MIA-R. Este movimiento poblacional no planeado trae como consecuencia el crecimiento urbano desordenado y, muchas veces, con problemas de hacinamiento y falta de servicios públicos básicos que impacta en la salud de la población (Soto-Estrada et al., 2016).

## Capítulo IV

Ante este tipo de fenómenos, es prioritario diseñar e implementar programas y medidas sanitarias que ayuden a mitigar la morbilidad y mortalidad en la población. En este rubro, México ha tenido un gran progreso, sin embargo, aún faltan cosas por hacer como se ve cuando se analizan y comparan indicadores como esperanza de vida al nacer, esperanza de vida a los 65 años, tasa de mortalidad infantil y muertes por cáncer con respecto a otros países.

De acuerdo con información de la OECD, disponible en su página de internet <http://stats.oecd.org/>, en el 2017 México ocupó el 5° lugar en lo que respecta a mayor mortalidad infantil entre los 40 de los 44 países miembros y en adhesión de la OECD que reportaron esta variable, con 12.1 muertos por cada 1,000 nacidos vivos, y ocupando el séptimo lugar con la esperanza de vida más baja con 75.4 años contra

84.2 años de Japón (Figura IV-83). Pero, por otro lado, en el 2012 (último año de reporte) ocupó el segundo lugar en la menor incidencia de cáncer maligno entre su población, solo superado por la India, (131.5 vs 94.0 casos por cada 100,000 habitantes); y el tercer lugar con menor tasa de suicidios (5.2 por cada 100,000 habitantes).



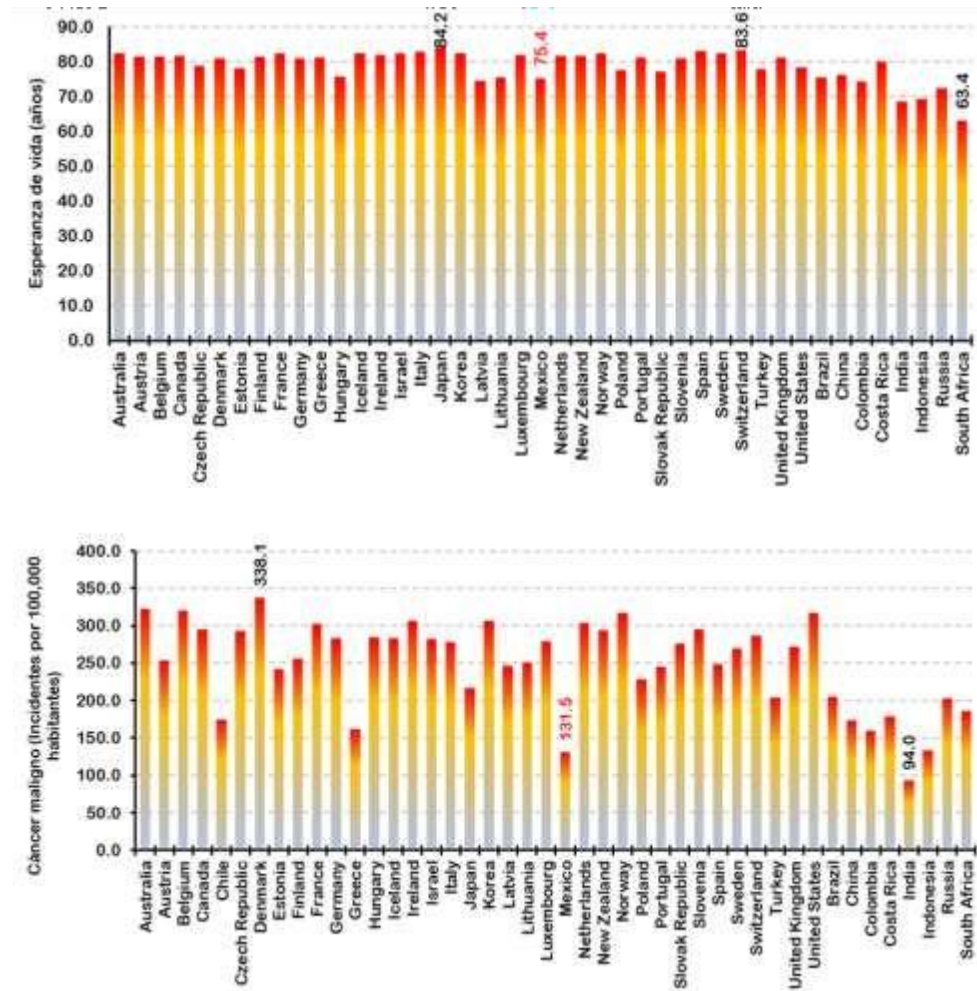


Figura 132 Comparación de los indicadores tasa de mortalidad infantil (muertos por cada 1000 nacimientos vivos), esperanza de vida (años), para el 2016, y cáncer maligno (incidentes por cada 100,000 habitantes, para el 2012), en países miembros de la OECD y en adhesión

La esperanza de vida es uno de los indicadores que ha tenido un cambio significativo con la posibilidad de vivir el doble de años las personas que nacen actualmente con respecto a las de 1930, cuando la esperanza de vida era de 36.9 años (Soto-Estrada *et al.*, 2016). Esta mejora en el indicador ha sido mayor y más significativa en el incremento en el estado de Quintana Roo que a nivel nacional según lo muestran los datos de la Secretaría de Salud en su liga en [http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinais/indica\\_gral\\_gobmx.html](http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinais/indica_gral_gobmx.html). Como se muestra en la Figura IV–84, esta variable ha tenido un incremento constante anualmente de 1990 al 2018, con una pequeña caída en el 2008, la cual se prolonga a nivel nacional hasta el 2001; con la característica que siempre ha sido mayor a nivel



## Capítulo IV

estatal que a nivel nacional, aunque esta diferencia se empezó a cerrar a partir del 2013.

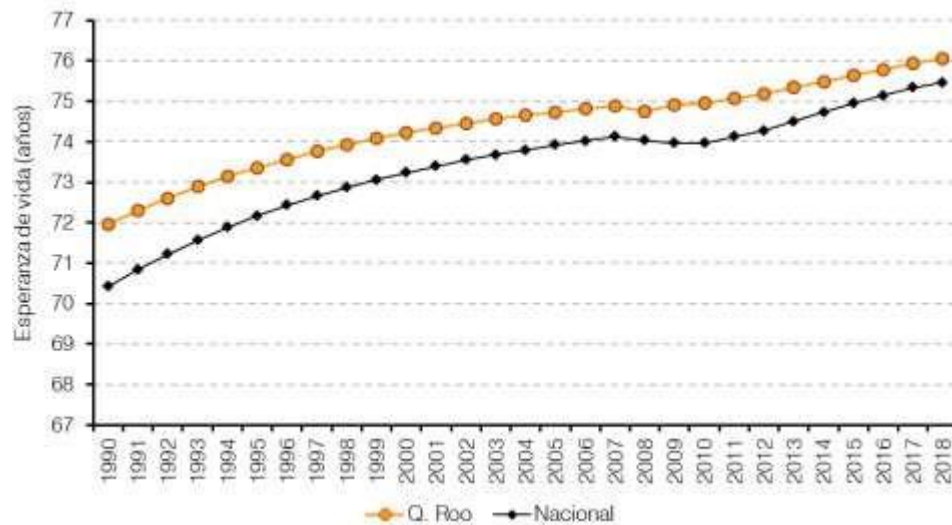


Figura 133 Esperanza de vida al nacer en el estado de Quintana Roo y a nivel nacional de 1990 al 2018, con proyección del 2013.

Por otro lado, Soto-Estrada *et al.* (2016), refirieron que el incremento y dinámica poblacional, más los cambios en hábitos originados por drivers sociales y económicos, en los que se puede incluir mayor poder adquisitivo y cambio en los hábitos de consumo, las causas de muerte se han modificado y actualmente las enfermedades crónicas ocupan los primeros lugares. Por lo que, el gobierno ha tenido que implementar programas para mejorar las condiciones sanitarias de la población, así como en la aplicación de programas específicos de salud, entre los que se pueden mencionar el Programa Ampliado de Inmunizaciones (PAI), el Programa de Vacunación Universal (PVU) y los Programas Nacionales de Control de las Enfermedades Diarreicas y de las Infecciones Respiratorias Agudas.

A nivel nacional, en 1922 las primeras causas de mortalidad correspondían a enfermedades infecciosas o transmisibles, patrón que se conservó hasta los años cincuenta (Soto-Estrada *et al.*, 2016). Es a partir de 1970 que se observó ya un claro patrón en las causas de muerte en el que las enfermedades crónicas o no transmisibles comenzaron a posicionarse en los primeros lugares, entre éstas: enfermedades del corazón, enfermedades perinatales y tumores malignos, situación que ocurre hasta la fecha. A partir del año 2000 la diabetes mellitus se convirtió en la principal causa de

## Capítulo IV

muerte en los mexicanos, seguida de enfermedades isquémicas del corazón, enfermedades del hígado y tumores malignos (Soto-Estrada *et al.*, 2016).

De acuerdo con información de la Secretaría de Salud (ver: [http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/principales\\_nacional.html](http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/principales_nacional.html)), en 2018 las enfermedades infecciosas respiratorias, infecciones intestinales y urinarias fueron las principales causas de enfermedad a nivel nacional, con el 54.8, 12.0 y 9.7% de los casos, respectivamente (Tabla 72 Veinte principales causas de enfermedades en el 2018, y número de casos, a nivel nacional y en el estado de Quintana Roo.). Mientras que, por otro lado, en el estado de Quintana Roo esas mismas enfermedades también fueron las de mayor incidencia, en el mismo orden, pero con diferente proporción (51.6, 15.9 y 9.4%). Así se tiene que, en ambos casos, las infecciones respiratorias fueron, por mucho, las principales causantes de enfermedades tanto a nivel nacional como en el estado de Quintana Roo.

Junto con las enfermedades infecciosas, el estado de Quintana Roo coincide con 16 enfermedades de las primeras 20 que tienen mayor incidencia a nivel nacional. De las que se tienen en el país que no son causas de padecimientos en el Estado están las intoxicaciones por picaduras de alacrán, insuficiencia venosa periférica, faringitis y amigdalitis y accidentes de autotransportes. Y, de las que se tienen en el Estado que no destacan a nivel nacional son: la escabiosis, violencia intrafamiliar, influenza y quemaduras.

Tabla 72 Veinte principales causas de enfermedades en el 2018, y número de casos, a nivel nacional y en el estado de Quintana Roo.

Padecimiento	Nacional		Quintana Roo	
	Casos (No.)	Proporción (%)	Casos (No.)	Proporción (%)
<b>Infecciones respiratorias</b>	24'462,860	54.8	400,704	51.6
<b>Infecciones intestinales</b>	5'375,702	12.0	123,720	15.9
<b>Infecciones urinarias</b>	4'339,674	9.7	72,754	9.4

Capítulo IV

Padecimiento	Nacional		Quintana Roo	
	Casos (No.)	Proporción (%)	Casos (No.)	Proporción (%)
Úlceras gástricas y duodenitis	1'448,429	3.2	20,137	2.6
Gingivitis y enfermedades periodontales	1'164,488	2.6	19,406	2.5
Conjuntivitis	1'072,696	2.4	21,463	2.8
Otitis media aguda	781,910	1.8	21,207	2.7
Obesidad	698,461	1.6	14,863	1.9
Vulvovaginitis aguda	659,569	1.5	12,257	1.6
Hipertensión arterial	520,974	1.2	6,034	0.8
Diabetes mellitus no insulino dependiente (Tipo II)	425,345	1.0	4,934	0.6
Intoxicación por picadura de alacrán	281,525	0.6	---	---
Asma y estado asmático	242,058	0.5	5,573	0.7
Insuficiencia venosa periférica	240,701	0.5		---
Faringitis y amigdalitis	210,104	0.5		---
Amebiasis intestinal	203,174	0.5	3,982	0.5
Candidiasis urogenital	179,132	0.4	3,371	0.4
Otras helmintiasis	133,429	0.3	3,936	0.5
Varicela	130,396	0.3	3,464	0.5
Accidentes de autotransportes	128,264	0.3	---	---

Capítulo IV

Padecimiento	Nacional		Quintana Roo	
	Casos (No.)	Proporción (%)	Casos (No.)	Proporción (%)
<b>Escabiosis</b>	---	---	6,588	0.8
<b>Violencia intrafamiliar</b>	---	---	2,939	0.4
<b>Influenza</b>	---	---	2,469	0.3
<b>Quemaduras</b>	---	---	2,109	0.3
<b>Otras</b>	1'916,106	4.3	24,632	3.2
<b>Total</b>	44'614,997	100	776,542	100
<b>Intoxicación por picadura de alacrán</b>	281,525	0.6	---	---
<b>Asma y estado asmático</b>	242,058	0.5	5,573	0.7
<b>Insuficiencia venosa periférica</b>	240,701	0.5	---	---
<b>Faringitis y amigdalitis</b>	210,104	0.5	---	---
<b>Amebiasis intestinal</b>	203,174	0.5	3,982	0.5
<b>Candidiasis urogenital</b>	179,132	0.4	3,371	0.4
<b>Otras helmintiasis</b>	133,429	0.3	3,936	0.5
<b>Varicela</b>	130,396	0.3	3,464	0.5
<b>Accidentes de autotransportes</b>	128,264	0.3	---	---
<b>Escabiosis</b>	---	---	6,588	0.8
<b>Violencia intrafamiliar</b>	---	---	2,939	0.4
<b>Influenza</b>	---	---	2,469	0.3
<b>Quemaduras</b>	---	---	2,109	0.3
<b>Otras</b>	1'916,106	4.3	24,632	3.2

Padecimiento	Nacional		Quintana Roo	
	Casos (No.)	Proporción (%)	Casos (No.)	Proporción (%)
<b>Total</b>	44'614,997	100	776,542	100

A. Factores ambientales asociados a la salud poblacional

Prüss-Üstün y Corvalán (2006) encontraron que, en general y a nivel global, factores ambientales fueron causantes de 24% de la carga de morbilidad (expresada en años de vida sana perdidos) y del 23% de los fallecimientos; pero este valor baja a 17% cuando se trata solo de países en desarrollo. La Organización Mundial de la Salud estimó, con base en información del 2012, que a nivel mundial murieron 12.6 millones por vivir en ambientes poco saludables (consultada en: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2016/deaths-attributable-to-unhealthy-environments/es/>). Las 10 principales causas de muerte referidas por la OMS relacionadas con el medio ambiente son, en orden de importancia: a) accidentes cerebrovasculares (19.8%); b) cardiopatía isquémica (18.3%); c) lesiones no intencionales (13.5%); d) cáncer (13.5%); e) enfermedades respiratorias crónicas (11.1%); f) enfermedades diarreicas (6.7%); g) infecciones respiratorias (4.5%); h) afecciones neonatales (2.1%); i) paludismo (2.1%), y j) lesiones intencionales (2.0%).

De la lista anterior, la diarrea, el paludismo y las infecciones respiratorias son algunas de las más mortíferas entre los niños menores de cinco años. En los países en desarrollo, el porcentaje de estas tres enfermedades atribuible al medio ambiente representa como promedio el 26% de todas las defunciones de niños menores de cinco años (Prüss-Üstün y Corvalán, 2006).

Los autores antes referidos encontraron que la carga de morbilidad por diarrea está asociada en aproximadamente un 94% a factores de riesgo ambientales, tales como el consumo de agua no potable y el saneamiento y la higiene insuficientes. Las infecciones de las vías respiratorias inferiores están asociadas a la contaminación del aire en locales cerrados debido al uso de combustible sólido en los hogares, la exposición pasiva al humo del tabaco y a la contaminación del aire exterior. Y, por otro lado, el 42% de los casos de neumopatía obstructiva crónica se atribuyó a factores de riesgo ambientales;

## Capítulo IV

principalmente por la exposición profesional al polvo y a sustancias químicas, así como la contaminación del aire en locales cerrados por utilización de combustibles sólidos y humo de cigarrillos en los hogares.

### B. Cobertura del servicio médico

Para garantizar el acceso a los servicios médicos hasta a finales del año pasado existían cinco principales alternativas a nivel nacional: IMSS, creado en 1943; ISSSTE, fundado en 1959; Seguro Popular, desde 2004 (actualmente cancelado); PEMEX-DEFENSA-MARINA y, seguros privados. Entre éstos, más algunos otros no identificados, que en el año 2015 cubrían entre el 76.3 y 91.1% de la población de las entidades municipales del estado de Quintana Roo, el Estado mismo y a nivel nacional (Tabla IV-39) (INEGI, 2016). Un patrón a resaltar con base al porcentaje de la población afiliada a los servicios de salud es que los tres municipios con mayor actividad turística, entre ellos Benito Juárez, Solidaridad y Tulum, son los que tienen las menores proporciones de población afiliada, mientras que, tres municipios con menor actividad turística tienen mayores proporciones de gente afiliada (José Ma. Morelos 91.1%, Felipe Carrillo Puerto 90.9% y Lázaro Cárdenas 85.3%), con resultados, incluso, superiores que los obtenidos a nivel nacional y estatal.

Lo antes mencionado está relacionado con la entidad a la que están afiliados los pobladores. Los municipios que tienen la mayor proporción de población afiliada a los servicios de salud se encuentran asegurados al “seguro popular” y muy baja proporción se encuentra dada de alta a servicios brindados por el IMSS, ISSSTE o cuentan con servicio privado. Por el contrario, los municipios que tienen las menores proporciones de población con servicios de salud, Benito Juárez y Solidaridad, resultaron con mayor proporción de su población dada de alta a los servicios de salud brindados por el IMSS y el ISSSTE o con seguro privado. Sin embargo, al dejar de operar el “seguro popular” a partir de este 2020, aún se desconoce la forma de operar del nuevo sistema mediante el cual se atenderá a la población que se encontraba cubierta mediante este sistema de salud.

Benito Juárez es un municipio que no le impactaría mucho este cambio, ya del 77.4% de su población afiliada a los servicios de salud solo un 24.0% se encontraba en el 2015

## Capítulo IV

dada de alta en el seguro popular. En este municipio resulta más relevante los servicios dados por el Seguro Social, entidad que aglutinaba el 67.7% de la población municipal afiliada a los servicios de salud.

Tabla 73 Población con afiliación (%) a los servicios de salud a nivel nacional y del estado de Quintana y sus municipios al 2015§.

Entidad	Afiliados	IMSS	ISSSTE	PEMEX	Seguro privado	Seguro Popular	Otros
Nacional	82.2	39.2	7.7	1.2	3.3	49.9	1.5
Quintana Roo	80.8	49.8	8.1	0.8	3.1	40.7	0.8
Benito Juárez	77.4	67.7	4.7	0.2	4.6	24.0	1.1
Cozumel	84.2	51.3	11.0	2.1	4.2	31.7	1.1
Felipe Carrillo P.	90.9	7.8	8.2	0.1	0.2	86.9	0.1
Isla Mujeres	84.4	27.2	7.7	2.8	2.2	66.4	0.4
José Ma. Morelos	91.1	2.0	7.8	0.1	0.1	91.1	0.1
Lázaro Cárdenas	85.3	3.4	6.5	0.0	0.4	90.6	0.0
Othón P. Blanco	87.2	29.2	22.2	3.0	1.3	49.9	0.5
Solidaridad	76.3	63.0	3.1	0.0	2.8	34.9	1.1
Tulum	79.4	25.1	1.9	0.1	2.7	73.9	0.2

Si bien existe una alta proporción de la población del estado afiliada a los servicios de salud que se brindan por las diferentes instancias gubernamentales o privadas, pareciera que aún falta más por hacer para garantizar el servicio a la totalidad de la población, lo que puede ir acompañado con el desarrollo de más infraestructura para

## Capítulo IV

ello. Para el año de 2014, CESOP (2016) mencionó la existencia de 281 unidades de servicio de salud en el estado, de las cuales 219 eran unidades de consulta externa, 23 unidades de hospitalización, ambos del sector público de salud, y 39 hospitales privados. Y, entre los 62 hospitales del sector público y privado sumaban 1,111 camas disponibles para atender a la población que requiriera hospitalización.

Relacionando la infraestructura existente con el número de habitantes al mismo año, resulta que correspondían 5,505 habitantes por cada unidad de servicio médico, ocupando el lugar número 23 con mayor densidad a nivel nacional, siendo aún mayor al resultado obtenido a nivel nacional, o 24,950 habitantes por. Ligeramente mejor resulta cuando se relaciona la población total con el número de camas hospitalarias disponibles obteniéndose 1,392 habitantes por cama, ocupando el 20° lugar a nivel nacional. En este rubro destaca la Ciudad de México, si bien tiene la más alta relación habitantes por unidad de servicio médico, pero, por otro lado, tiene la más baja relación de habitantes por cama hospitalaria, lo que significa que sus unidades de servicio tienen mayor dimensión y capacidad para atender su población.



Capítulo IV

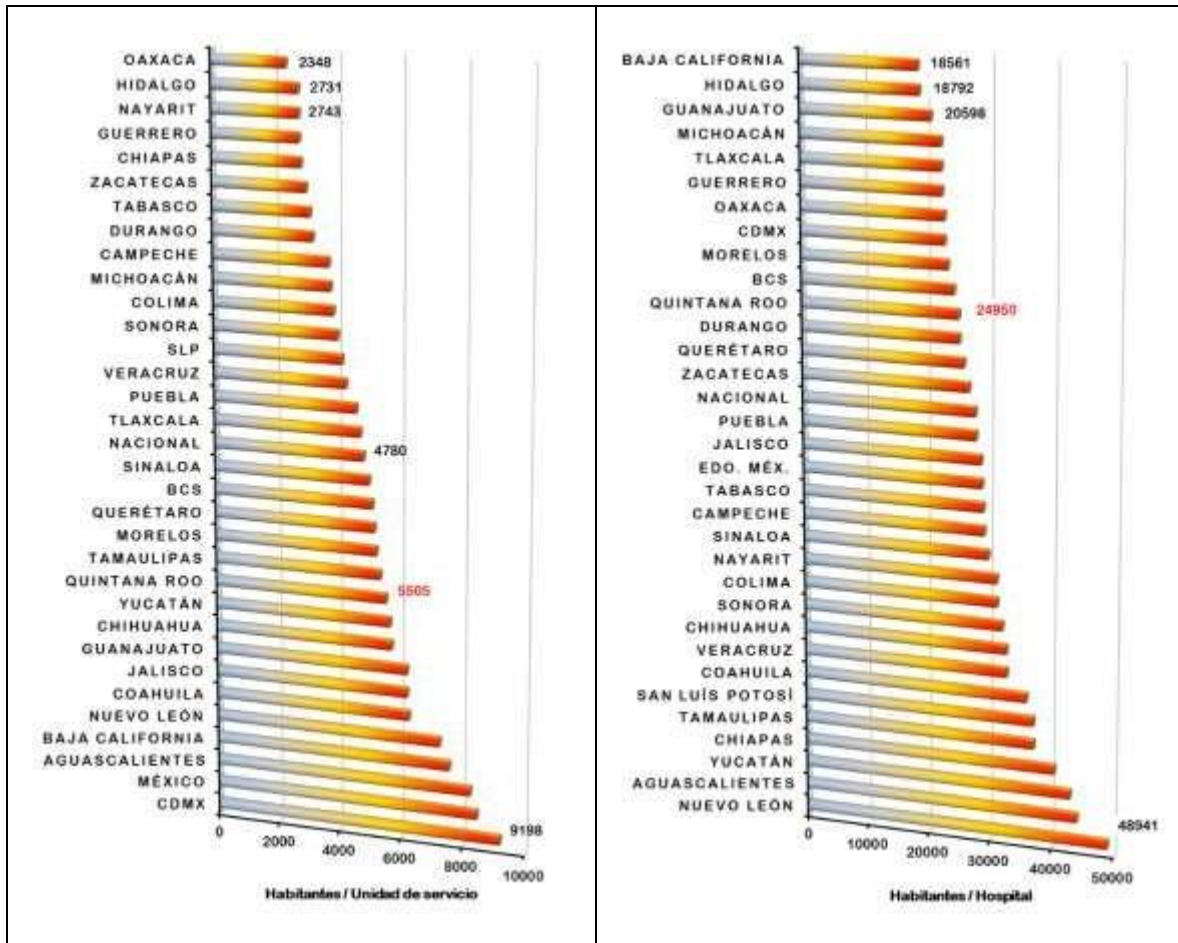


Figura 134 Relación de habitantes con unidad de servicio médico y hospitales, por entidad estatal y federal, para el año 2014.

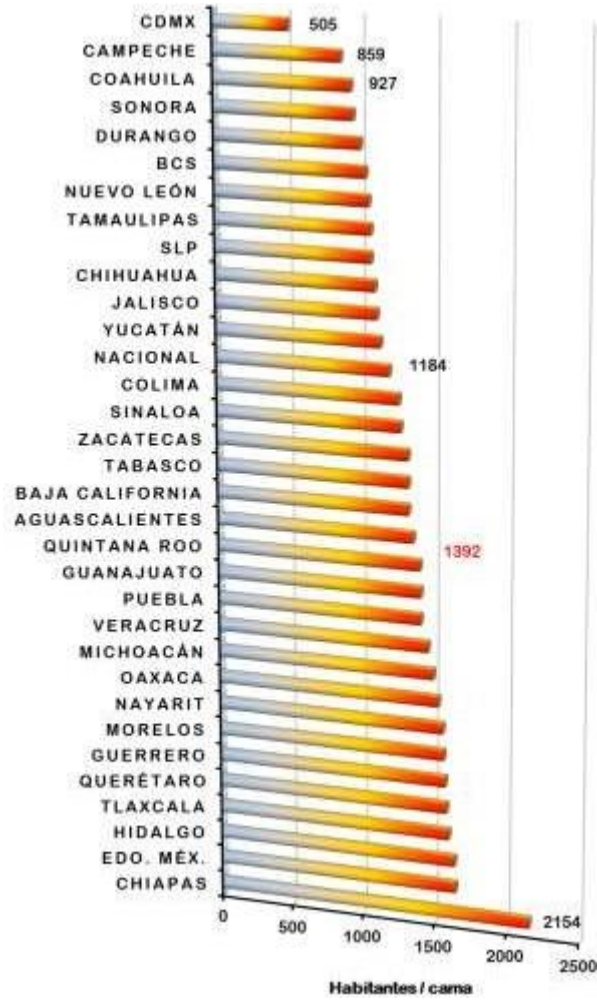


Figura 135 Relación de habitantes : cama hospitalaria, por entidad estatal y federal, para la atención médica de su población al 2014.

#### IV.2.3.6. Evaluación del bienestar

Con la finalidad de tener información sobre el rezago social de las entidades estatales y municipales, el CONEVAL construyó el “Índice de Rezago Social (IRS)”, el cual incorpora indicadores de educación, de acceso a servicios de salud, de servicios básicos, de calidad y espacios en la vivienda, y activos en el hogar.

Según la información del CONEVAL (ver: <http://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Que-es-el-indice-de-rezago-social.aspx>), el Índice de Rezago Social es una medida ponderada que resume cuatro indicadores de carencias sociales (educación, salud, servicios básicos y espacios en la vivienda) en un solo índice que tiene como finalidad ordenar a las unidades de observación según sus carencias sociales. No se

## Capítulo IV

trata de una medición de pobreza, ya que no incorpora los indicadores de ingreso, seguridad social y alimentación. Permite tener información de indicadores sociales desagregados hasta nivel municipal, con lo que CONEVAL contribuye con la generación de información para la toma de decisiones en materia de política social, especialmente para analizar la desigualdad de coberturas sociales que subsisten en el territorio nacional.

Las variables consideradas en la construcción del ISR son:

- Población total,
- Población de 15 años o más analfabeta,
- Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela,
- Población de 15 años y más con educación básica incompleta,
- Población sin derechohabiencia a servicios de salud,
- Viviendas con piso de tierra,
- Viviendas que no disponen de excusado o sanitario,
- Viviendas que no disponen de agua entubada de la red pública,
- Viviendas que no disponen de drenaje,
- Viviendas que no disponen de energía eléctrica,
- Viviendas que no disponen de lavadora, y
- Viviendas que no disponen de refrigerador.

El CONEVAL presenta los resultados de la estimación del ISR en cinco estratos: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. Para ello, refiere que utiliza la estratificación con base en la metodología de Dalenius & Hodges, dado que permite que dentro de cada estrato las unidades sean lo más homogéneas posibles y entre los estratos lo más distintos posibles.

## Capítulo IV

La Ciudad de México, junto con el estado de Nuevo León, Coahuila y Aguascalientes, son los que han sido más estables y los que han tenido el IRS más bajo, resultando que en los cuatro quinquenios del 2000 al 2015 con grado de rezago social “muy bajo” (Tabla 74 Rezago social en las entidades estatales y el municipio de Benito Juárez entre el 2000 y el 2015, por quinquenio, de acuerdo con lo estimado por el CONEVAL). Por lo que se puede decir que, en estos estados existen menores carencias en la sociedad respecto a educación, salud, servicios básicos y espacios en la vivienda. Mientras que, por otro lado, el estado de Quintana Roo se clasificó en el lugar número 14 con base el valor del IRS, clasificándose en los cuatro quinquenios evaluados con un grado de rezago social “medio”, en los dos primeros, y “bajo”, en los dos últimos.

Tabla 74 Rezago social en las entidades estatales y el municipio de Benito Juárez entre el 2000 y el 2015, por quinquenio, de acuerdo con lo estimado por el CONEVAL

Entidad federativa	Índice de rezago social				Grado de rezago social			
	2000	2005	2010	2015	2000	2005	2010	2015
<b>Nuevo León</b>	-1.54	-1.44	-1.37	-1.36	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
<b>Ciudad de México</b>	-1.51	-1.40	-1.28	-1.31	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
<b>Coahuila</b>	-1.27	-1.25	-1.16	-1.06	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
<b>Aguascalientes</b>	-1.14	-1.14	-1.11	-1.04	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
<b>Baja California</b>	-1.03	-0.66	-0.86	-0.82	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
<b>Jalisco</b>	-0.71	-0.60	-0.66	-0.69	Bajo	Bajo	Muy bajo	Bajo
<b>Colima</b>	-0.71	-0.76	-0.80	-0.66	Bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
<b>Sonora</b>	-0.81	-0.86	-0.69	-0.59	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
<b>Chihuahua</b>	-0.74	-0.61	-0.50	-0.59	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
<b>Tamaulipas</b>	-0.60	-0.70	-0.65	-0.53	Bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
<b>Estado de México</b>	-0.54	-0.36	-0.37	-0.48	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo

Capítulo IV

Entidad federativa	Índice de rezago social				Grado de rezago social			
	2000	2005	2010	2015	2000	2005	2010	2015
<b>Sinaloa</b>	-0.24	-0.45	-0.48	-0.46	Medio	Bajo	Bajo	Bajo
<b>Querétaro</b>	0.00	-0.04	-0.25	-0.43	Medio	Medio	Bajo	Bajo
<b>Quintana Roo</b>	-0.36	0.15	-0.40	-0.40	Medio	Medio	Bajo	Bajo
<b>Baja California Sur</b>	-0.71	-0.48	-0.47	-0.40	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
<b>Zacatecas</b>	0.30	-0.09	-0.13	-0.33	Medio	Medio	Medio	Bajo
<b>Morelos</b>	-0.21	-0.18	-0.13	-0.21	Medio	Medio	Medio	Bajo
<b>Tlaxcala</b>	0.02	0.05	-0.05	-0.17	Medio	Medio	Medio	Medio
<b>Tabasco</b>	0.34	-0.03	-0.07	-0.15	Medio	Medio	Medio	Medio
<b>Guanajuato</b>	0.21	0.16	0.00	-0.06	Medio	Alto	Medio	Medio
<b>Durango</b>	-0.14	-0.24	-0.01	-0.03	Medio	Medio	Medio	Medio
<b>Nayarit</b>	-0.18	-0.42	-0.25	0.01	Medio	Bajo	Bajo	Medio
<b>Yucatán</b>	0.24	0.34	0.22	0.29	Medio	Alto	Alto	Alto
<b>Campeche</b>	0.53	0.32	0.22	0.30	Alto	Alto	Alto	Alto
<b>Hidalgo</b>	0.86	0.59	0.61	0.45	Alto	Alto	Alto	Alto
<b>San Luis Potosí</b>	0.63	0.31	0.49	0.61	Alto	Alto	Alto	Alto
<b>Michoacán</b>	0.61	0.67	0.75	0.63	Alto	Alto	Alto	Alto
<b>Puebla</b>	0.96	0.97	1.07	0.88	Alto	Muy alto	Alto	Alto
<b>Veracruz</b>	1.19	0.95	1.14	1.20	Muy alto	Alto	Alto	Muy alto
<b>Chiapas</b>	2.27	2.55	2.27	2.39	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto
<b>Guerrero</b>	2.12	2.44	2.52	2.45	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto
<b>Oaxaca</b>	2.16	2.20	2.42	2.54	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto
<b>Municipios</b>								

## Capítulo IV

Entidad federativa	Índice de rezago social				Grado de rezago social			
	2000	2005	2010	2015	2000	2005	2010	2015
<b>Benito Juárez</b>	-1.67	-0.93	-1.28	-1.22	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
<b>Solidaridad</b>	-0.57	-0.29	-1.19	-1.06	Bajo	Bajo	Muy bajo	Muy bajo
<b>Cozumel</b>	-1.65	-1.17	-1.39	-1.21	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
<b>Othón P. Blanco</b>	-1.15	-0.96	-1.12	-1.10	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
<b>Tulum</b>	ND	ND	-0.65	-0.78	ND	ND	Muy bajo	Bajo
<b>Isla Mujeres</b>	-1.47	-0.57	-0.75	-0.54	Muy bajo	Bajo	Muy bajo	Bajo
<b>Felipe Carrillo P.</b>	0.14	0.26	-0.19	-0.07	Medio	Medio	Bajo	Medio
<b>José Ma. Morelos</b>	0.30	0.35	-0.13	-0.09	Medio	Medio	Bajo	Medio
<b>Lázaro Cárdenas</b>	0.12	0.08	-0.21	-0.14	Medio	Medio	Bajo	Medio
<b>Bacalar</b>	ND	ND	ND	-0.23	ND	ND	ND	Medio

En el último quinquenio resultó que, de los 2,457 municipios totales solo se reportaron resultados de 2,446, de éstos los índices más altos fueron para los municipios Batopilas, Chihuahua, Mezquital, Durango, y Del Nayar, Nayarit, ocupando los lugares 1, 2 y 3, respectivamente. Por lo contrario, los municipios o alcaldías con los índices más bajos fueron para la alcaldía de Benito Juárez, el municipio de San Pedro Garza García y para la alcaldía de Miguel Hidalgo, lo que implica que fueron los que presentaron el menor rezago social, es decir, menores carencias en la sociedad respecto a educación, salud, servicios básicos y espacios en la vivienda.

Los municipios del estado de Quintana Roo han resultado con IRS clasificados entre medios y muy bajos. Los municipios con mayor actividad turística, Benito Juárez, Cozumel, Solidaridad, y la capital del estado son los que han resultado con mejor IRS, alcanzado para estar la mayoría de las veces entre los 2000 municipios con el índice más bajo, de 2457 municipios totales. Los municipios Benito Juárez, Cozumel y

## Capítulo IV

Solidaridad fueron los que tuvieron el menor rezago social, ocupando los lugares 2,300, 2,298 y 2,158 de un total de 2,446 evaluados.

El municipio de Benito Juárez siempre ha tenido un IRS muy bajo, muestra de la estabilidad y nivel de desarrollo del municipio. Esto indica que en el municipio no existe carencias en la sociedad respecto a educación, salud, servicios básicos y espacios en la vivienda, lo que no significa que no se demanden.

### IV.2.3.7.Paisaje

El paisaje, como complejo de interrelaciones, es una realidad física experimentable según el anclaje cultural, la personalidad del observador y su capacidad de percepción, el cual tiene diferentes formas perceptivas (auditiva, olfativa y visual) Muñoz-Pedrerros (2004). Además, también lo considera como un recurso fácilmente depreciable y difícilmente renovable.

En este análisis se entenderá el paisaje como el espacio territorial conformado por unidades ambientales heterogéneas diferenciadas por la interacción que se da entre la geomorfología, clima, vegetación, agua y las modificaciones antrópicas, de acuerdo con los términos definidos por Dunn, retomados por Muñoz-Pedrerros (2004).

Considerando las formas perceptivas del paisaje antes mencionadas, en el presente trabajo se analizó el paisaje desde el punto de vista visual o percibido, conformado por unidades de paisaje lo más homogéneas posibles en relación con su valor paisajístico y de fragilidad. Para la definición de las unidades de paisaje se siguió la metodología propuesta por el Ministerio de Obras Públicas y Transporte de España descrita por Muñoz-Pedrerros (2004). Esta consta de tres pasos:

- A. Se determina el componente central, generalmente el más representativo en el área de estudio. En este caso se consideró la configuración de la cobertura vegetal, la cual está determinada por la morfología del terreno y el clima, así como los usos de suelo, mismas que sirvieron para definir el SAR.
- B. Se cartografía el área de estudio generando unidades homogéneas en base al elemento central escogido.

## Capítulo IV

- C. Se agregan los componentes ambientales relevantes determinados para la definición de las unidades ambientales. En nuestro caso se tomó al tipo de vegetación y uso del suelo presente en toda la poligonal del SAR definido para el desarrollo del proyecto.

Para diferenciar la vegetación y uso de suelo en el SAR se tomó como base la clasificación de uso de suelo y vegetación de México serie VI del INEGI. Los tipos de uso de suelo y vegetación presentes en el SAR son: vegetación hidrófila, compuesta por áreas con cobertura de mangle y tular, vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia, pastizal cultivado, así como las áreas con afectaciones antrópicas (zonas urbanas, vías de comunicación y áreas desprovistas de vegetación).

La morfología del terreno está descrita por los factores: la forma, textura y estructura. La forma se refiere al grado de pendiente (plana, ondulada y escarpada); la textura, que incluye los aspectos visuales de la cubierta del terreno (cuerpos de agua léntico y lótico, arenas/dunas, cantos rodados, afloramientos rocosos, cubierta vegetal herbácea / matorral y arbórea) y, la estructura, dada por la combinación de los dos factores anteriores (capa continua que recubre todo el suelo, capa no continua que no recubre todo el suelo y capa de parches).

En la descripción de las unidades de paisaje diferenciadas se procede de acuerdo con las su cobertura y morfología. En caso de no existir cobertura vegetal, como en caso de dunas, se le da más relevancia a la forma (ejemplo: unidad de paisaje plana, arenosa continua con vegetación herbácea escasa en parches). Y, en caso de contar con cobertura vegetal, ésta definirá la unidad paisajística (ejemplo: bosque de encino perturbado y en parches, escarpado y con cuerpo de agua lótico).

Para el caso que nos ocupa, el factor forma de la morfología no se considera determinante para definir las unidades de paisaje ya que la superficie del SAR es un área con muy poca variación altitudinal. En el extremo sur del polígono del SAR existe una variación altitudinal de siete metros en una distancia de 1,423 m, de la playa a la carretera federal 357. En el extremo norte esta variación es un poco mayor, pasando de nivel del mar en la zona de playa a 10 msnm en la parte más alta del polígono, junto a



## Capítulo IV

la carretera, existiendo 2,466 m de distancia entre estos puntos. Por lo que, en este respecto toda el área bajo estudio muestra una gran uniformidad imposible de diferenciar en unidades morfológicas que sean definidas por el relieve.

Tomando en cuenta lo antes descrito, dentro de la poligonal del SAR se contabilizó la conformación de cinco unidades de paisaje, dos conformadas por un polígono continuo (unidad con cobertura vegetal y el área de pastizal inducido), y tres unidades conformadas por áreas fragmentadas dentro del SAR (áreas desprovistas de vegetación por la actividad antrópica, asentamientos humanos y vialidades) (Figura 136 Diferenciación de las unidades de paisaje identificadas en el SAR definido para el desarrollo del proyecto.). La unidad de paisaje con cobertura vegetal es la que ocupa mayor superficie con el 87.05% de la superficie del SAR, seguida muy por debajo la unidad conformada por los asentamientos humanos con solo el 8.69% (Tabla 75 Dimensión de las unidades de paisaje diferenciadas dentro de la poligonal del SAR definida para el proyecto.). Por otro lado, las unidades de paisaje con menor tamaño son las vialidades y el pastizal cultivado, ocupando el 0.83 y 1.11% de la superficie total del SAR.



Figura 136 Diferenciación de las unidades de paisaje identificadas en el SAR definido para el desarrollo del proyecto.

## Capítulo IV

Tabla 75 Dimensión de las unidades de paisaje diferenciadas dentro de la poligonal del SAR definida para el proyecto.

<b>Unidad de paisaje</b>	<b>Superficie (ha)</b>
<b>Asentamiento humano</b>	161.24
<b>Desprovisto de vegetación</b>	43.18
<b>Pastizal cultivado</b>	20.53
<b>Vegetación hidrófila</b>	1615.07
<b>Vialidades</b>	15.36
<b>Total</b>	1855.38

La textura de la morfología fue el factor determinante en la definición de las unidades paisajísticas. Dada la uniformidad de la cobertura vegetal en el área definida como área de conservación en el PDUCCPM, en la cual coexisten la vegetación hidrófila y la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, se consideró manejar esta como una sola unidad paisaje, ya que en este caso no se trata de diferenciar su composición y funcionalidad ambiental, sino más bien se trata de evaluar la percepción visual que da la cobertura vegetal.

El pastizal cultivado, al tratarse de una cobertura vegetal alterada para el desarrollo de actividades antrópicas, se definió como una unidad diferente considerando su grado de alteración, conformación de cobertura vegetal y percepción visual. Esta unidad se considera excepcional y con poca probabilidad de que siga creciendo dentro de la poligonal del SAR, toda vez que contraviene los usos de suelo definidos en el PDUCCPM.

Finalmente, las otras tres unidades tienen en común que se tratan de áreas modificadas para el servicio de la población, o se encuentran en proceso de desarrollo. Las vialidades, que constituyen una unidad paisajística, es la que ocupa menor área, y con bajo potencial para seguir creciendo, especialmente hacia aquellas áreas destinadas para uso turístico y habitacional que aún no terminan de desarrollarse. Por otro lado, las áreas desprovistas de vegetación se tratan básicamente de áreas que están en sitios que tienen definido un uso turístico o habitacional y se encuentran en proceso de construcción, así que estas áreas pasarán a formar parte de la unidad de paisaje denominada como asentamientos humanos.

## Capítulo IV

Los asentamientos humanos agrupan las zonas urbanas, que es donde viven los pobladores de Puerto Morelos y de la colonia Joaquín Zetina Gasca, y muchos de ellos trabajan en los desarrollos turísticos de que se encuentran a lo largo de línea de costa, los cuales son el otro componente que forma esta unidad de paisaje. Esta unidad tiene alta probabilidad de seguir extendiéndose en detrimento de las áreas desprovistas de vegetación y de áreas con cobertura vegetal ubicadas en zonas donde el PDUCCPM permite llevar a cabo un cambio de uso de suelo.

Bajo lo antes mencionado, se puede decir que el análisis de las unidades de paisaje es válido siempre y cuando se tome en cuenta el factor tiempo. El cambio se encuentra determinado por la rapidez con que se lleven a cabo las obras y actividades permitidas por el marco jurídico ambiental y de desarrollo urbano vigentes y aplicables en la región, así que el incremento de algunas de ellas irá en detrimento de las otras, principalmente de la unidad con cobertura vegetal.

### IV.3. Diagnóstico ambiental

El proyecto que se somete al procedimiento de evaluación a través de la presente MIA-R pretende desarrollarse en un predio de 81,461.85 m<sup>2</sup>, de las cuales se aprovechan 44,149.18 m<sup>2</sup> para el desplante de las obras del proyecto y la superficie restante, el 45.80% del total del predio, se conservan como áreas con cobertura de vegetación nativa.

El área del predio en el que se pretende el desplante de las obras cuenta con características de intervención correspondiente a caminos: uno que cruza longitudinalmente en dirección suroeste-noreste y, dos caminos de acceso más que cruzan de oeste a este del predio. Sobre estos dos últimos se han hincado postes y un tendido eléctrico, mismo que estuvo a cargo y fue realizado por la Comisión Federal de Electricidad. En este mismo sentido, cuenta con áreas compactadas y con desarrollo de pasto cortadera, pioneras o vegetación rastrera y matorral costero ubicadas al oeste en la parte media del terreno hacia el este; así como el parche de mangle que se distribuye al oeste en un 40.16% de la superficie total del predio. La afectación a la vegetación dentro del predio se efectuó en su momento respetando las autorizaciones emitidas en

## Capítulo IV

su momento por la autoridad ambiental para el desarrollo de los proyectos “El Cid de Cancún” y “Caribbean Reef Villlage”.

El predio del proyecto se ubica en un área a la que el PDUCPPM le ha asignado un uso de suelo Turístico Hotelero, y en una franja en el mismo programa de desarrollo urbano ha establecido un uso de suelo diferente al de conservación. No obstante, para mitigar los impactos ambientales se han impuesto especificaciones y/o restricciones al desarrollo de obras y actividades en dicha área. Además, que dentro del área definida como SAR para el desarrollo del proyecto se tiene una gran superficie destinada a conservación ambiental, lo que restringe su utilización para el desarrollo de nuevas obras y actividades.

El planteamiento del proyecto ha tomado en cuenta todas y cada una de las especificaciones establecidas en el marco jurídico ambiental aplicable en la región, garantizando la conservación de cada uno de los ecosistemas presentes en el SAR y su funcionalidad ambiental.

Climáticamente el SAR se ubica en región caracterizada por tener un clima cálido, con una temperatura promedio que va de los 24 a los 26°C, una precipitación promedio anual de entre 1,100 y 1,300 mm, con mayor incidencia durante el verano y más del 10% durante la época invernal.

De mayo a octubre, principalmente, se llega a tener el efecto de los fenómenos hidrometeorológicos, los que descargan grandes volúmenes de agua e impactan con gran fuerza. Dependiendo de la fuerza con la que impacten, pueden representar un gran riesgo social y ambiental, principalmente en la zona de costa. Su presencia ha ocasionado afectaciones a la infraestructura de servicios, comunicación, urbana, turística y habitacional, además de daños ambientales como inundaciones, daño al dosel forestal, erosión y modificación de la línea de costa, entre otros.

El desarrollo del proyecto no afectará alguno de los factores ambientales que definen y caracterizan el clima. En todo caso, durante el desarrollo del proyecto se estará pendiente de los riesgos que se pudieran correr por los efectos climatológicos, estando en constante contacto con la autoridad encargada. Para ello, en el estado de Quintana Roo existe el Consejo Estatal de Protección Civil, mismo que al inicio de la temporada

## Capítulo IV

de lluvias integra el “Comité Operativo Especializado en Fenómenos Hidrometeorológicos” y éste, a su vez, instala los “Comités Operativos Municipales en caso de Fenómenos Hidrometeorológicos”, los que tienen como función organizar las medidas preventivas, de apoyo y coordinación para con la población en general previo, durante y posterior a la presencia de fenómenos hidrometeorológicos.

La morfología es otro factor físico muy característico de la región por su poca variabilidad en grandes extensiones. En sí, toda la Península de Yucatán sobresale por su relieve plano, presentando los niveles más alto hasta la parte sur de la Península, en la zona de confluencia de los tres estados que la conforman. El SAR se trata de un área con un diferencial altitudinal que va de los 0 a los 10 msnm, en los puntos más extremos que implican una distancia de separación de aproximadamente 2.5 km. Este es otro factor que no se verá afectado por el desarrollo del proyecto. Puntualmente se requerirán hacer excavaciones para el piloteado de las obras, sin que ello implique un cambio en el relieve del predio ni del SAR.

La geología de toda la línea de costa del mar Caribe es relativamente joven, en cuanto a la edad geológica se refiere, consiste principalmente de una secuencia de rocas carbonatadas, como el resto de la Plataforma de Yucatán, que abarcan desde el periodo Terciario, época Paleoceno (65-54 Ma) al Reciente. El SAR y el predio del proyecto se ubica sobre el depósito de la era Cenozoica, periodo Cuaternario, época Holoceno y sobre la columna estratigráfica Litoral (Qho pa) con 0.01 Ma de antigüedad. Esta columna estratigráfica está conformada por depósitos litorales y palustre, originados por sedimentos lodosos de arcilla, arena y limo mezclados con tallos y raíces de color negro. De igual forma a los factores físicos anteriormente mencionados, el desarrollo del proyecto no tendría un impacto sobre la geología local y regional, tomando en cuenta que se trata de un proyecto puntual, construido sobre pilotes.

El consumo de agua cruda estimado es de 637,027.89 m<sup>3</sup> anuales, de los cuales 382,217.20 m<sup>3</sup> será agua de rechazo de la planta de ósmosis. Este volumen de agua provendría de un manto acuífero tiene un volumen disponible de 2,842.71 Mm<sup>3</sup> anuales para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica, según lo refiere el último balance de agua realizado al publicado en el Diario Oficial de la Federación 04 de enero de 2018. Poniendo en balance la disponibilidad contra la demanda de agua por el desarrollo del

## Capítulo IV

proyecto se claramente se muestra que no se pondría en riesgo la disponibilidad de agua del acuífero.

La construcción y operación de la planta de tratamiento de aguas residuales propia del proyecto cumple con dos objetivos claves dentro del proyecto. Primero, ayudar a reducir el consumo de agua directo del manto acuífero mediante el reuso del agua tratada para el riesgo del área ajardinada y para el lavado de áreas exteriores. Y, el segundo es prevenir la contaminación del agua por la descarga de aguas domésticas sin tratar al acuífero.

Para poder cumplir con estos objetivos en forma correcta, se garantizará que el agua tratada cumpla con los parámetros establecidos en las normas oficiales mexicanas aplicables a este respecto, entre estas la NOM-001-SEMARNAT-1996, NOM-003-SEMARNAT-1997 y la NOM-004-SEMARNAT-2002.

### IV.4.Referencias

Aranda C., D. F., 1998. Proceso del ciclo hidrológico. Tercera Edición. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Arita, H.T., y Ceballos, G., 1997. Los mamíferos de México: distribución y estado de conservación. Rev. Mex. Mastozool. 2: 33 – 71.

Arpacik, A., Sari, A., Gündogdu, E., y Baskaya, S., 2016. Effects of roads on wildlife in Azdavay / Kartdag wildlife reserve area. 1st International Symposium of forest Engineering and Technologies (FETEC2016). Bursa, Turquía.

Blickley, J. L., y Patricelli, G. L., 2010. Impacts of antropogenic noise on wildlife: Research priorities for the development of standars and mitigation. J. of Inter. Wildlife Law & Policy 13: 274 – 292.

Bolaños G., M. A., Paz P., F., Cruz G., C. O., Argumedo E., J. A., Romero B., V. M., y de la Cruz C., J. C., 2016. Mapa de erosión de los suelos de México y posibles implicaciones

## Capítulo IV

en el almacenamiento de carbono orgánico del suelo. *Terra Latinoamericana* 34: 271 – 88.

Bowles, A. E., 1995. Responses of wildlife to noise. En: *Wildlife and recreationists: coexistence through management and research*. Richar L. Knight y Kevin J. Gutzwiller Editores. 371 p.

Campa, M. F., y Coney, P. J., 1983. Tectono-stratigraphic terranes and mineral resource distributions in Mexico: *Canadian Journal of Earth Sciences*, 20: 1040 – 1051.

Ceballos, G., Arroyo-Cabrales, J., Medellín, R. A., y Domínguez-Castellanos, Y., 2005. Lista actualizada de los mamíferos de México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 9: 21 – 71.

Ceballos, G. y Oliva, G. (Coords.), 2005. *Los mamíferos silvestres de México*.

Conabio/Fondo de Cultura Económica, México D. F. 988 p.

CESOP (Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública), 2016. La morbilidad y la mortalidad en las entidades federativas de México en años recientes. En: <http://www5.diputados.gob.mx/index.php/camara/Centros-de-Estudio/CESOP/Estudios-e-Investigaciones/Documentos-de-Trabajo/Num.-213.-La-morbilidad-y-la-mortalidad-en-las-entidades-federativas-de-Mexico-en-anos-recientes>. Consultado: Agosto, 2019.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), 2002. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Península de Yucatán, estado de Yucatán. En: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103392/DR\\_3105.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103392/DR_3105.pdf).

Consultado: Agosto, 2018.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), 2012. Programa hídrico regional visión 2030: Región Hidrológico-Administrativa XII Península de Yucatán. En: <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/publicaciones/publicaciones/12-12py.pdf>. Consultado: Agosto, 2018.



## Capítulo IV

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), 2014. Estadísticas del Agua en México. En: [http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/E\\_AM2014.pdf](http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/E_AM2014.pdf). Consultado: Agosto, 2018.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), 2015. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Península de Yucatán (3105), Estado de Yucatán. Diario Oficial de la Federación, 21 de abril de 2015. En: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103392/DR\\_3105.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103392/DR_3105.pdf).

Consultado: Agosto, 2018.

CONAPO (Consejo Nacional de Población), Fundación BBVA Bancomer y BBVA Research, 2012. Anuario de migración y remesas México 2013. 1ra. Edición. México. 111 p.

CONAPO (Consejo Nacional de Población), Fundación BBVA Bancomer y BBVA Research, 2015. Anuario de migración y remesas. México 2016. CONAPO- Fundación BBVA Bancomer-BBVA Research. 1ra edición. México. 160 p.

CSC (Construction Safety Council), 2011. Health hazards in construction workbook. En: [https://www.osha.gov/dte/grant\\_materials/fy09/sh-19495-09/health\\_hazards\\_workbook.pdf](https://www.osha.gov/dte/grant_materials/fy09/sh-19495-09/health_hazards_workbook.pdf). Consultado: Agosto, 2018.

Cuanalo de la C., H., 1981. Manual para la descripción de perfiles de suelo en el campo. 2ª edición. Colegio de Posgraduados. Chapingo, Edo. de México. 40 p.

FAO, 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. Roma, Italia.

FAO, 2009. Guía para la descripción de suelos. 4ª Edición. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 99 p.

FAOSTAT.2017.FAostatisticaldatabases.En: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/OA>. Consultado: Mayo, 2017.

Figuroa S., B., Amante O., A., Cortés T., H. G., Pimentel L., J., Osuna C., E. S., Rodríguez O., J. M., y Morales F., F. J., 1991. Manual de predicción de pérdidas de suelo

## Capítulo IV

por erosión. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos-Colegio de Posgraduados. Salinas, San Luis Potosí, México.

Flores V., O., 1993. Riqueza de los anfibios y reptiles. *Ciencias* 007: 33 – 42.

Flores-Villela, O, y Canseco-Márquez, L., 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zool. Mex.* 20(2): 115 – 144.

Flores-Villela, O., Mendoza, F., y González, G., 1995. Recopilación de claves para la determinación de anfibios y reptiles de México. *Publ. Esp. Mus. Zool., Fac. Cienc.* 10: 1 – 285.

Fragoso-Servón, P., Bautista, F., Frausto, O., Pereira, A., 2014a. Caracterización de las depresiones kársticas (formas, tamaño y densidad) a escala 1:50,000 y sus tipos de inundación en el estado de Quintana Roo. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 31(1): 127 – 137.

Fragoso-Servón, P., Pereira, A., Frausto, O, y Bautista, F., 2014b. Relación entre la geodiversidad de Quintana Roo y su biodiversidad. *QUIVERA* 16(1): 97 – 125.

Francis, C. D., Ortega, C. P., y Cruz, A., 2009. Noise pollution changes avian communities and species interactions. *Current Biology* 19: 1415 – 1419.

Francis, C. D., y Barber, J. R., 2013. A framework for understanding noise impacts on wildlife: an urgent conservation priority. *Front Ecol Environ* 11 (6): 305 – 313.

Frost, D. R., Grant, T., Faivovich, J., Bain, R. H., Haas, A., Haddad, C. F. B., De Sá, R. O., Channing, A., Wilkinson, M., Donnellan, S. C., Raxworthy, C J., Campbell, J. A., Blotto, B. L., Moler, P., Drewes, R. C., Nussbaum, R. A., Lynch, K. D., Green, D. M., y Wheller, W. C., 2006. The amphibian tree of life. *Bulletin of the Amer. Of nat. Hist* 297. 370 p.

García, E., 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen: Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 5ª Edición. Instituto de Geografía, UNAM. 89 p.

## Capítulo IV

García Q., J. J., 2007. Geometría, sismicidad y deformación de la placa de cocos subducida. Tesis de Grado de Maestría en Ciencias. En:

[https://repositorio.unam.mx/contenidos/geometria-sismicidad-y-deformacion-de-la-placa-de-cocos-subducida-](https://repositorio.unam.mx/contenidos/geometria-sismicidad-y-deformacion-de-la-placa-de-cocos-subducida-414560?c=L98AJv&d=false&q=*&i=1&v=1&t=search_1&as=4)

[414560?c=L98AJv&d=false&q=\\*&i=1&v=1&t=search\\_1&as=4](https://repositorio.unam.mx/contenidos/geometria-sismicidad-y-deformacion-de-la-placa-de-cocos-subducida-414560?c=L98AJv&d=false&q=*&i=1&v=1&t=search_1&as=4). Consultada: Septiembre, 2020.

García-Marín, A., Roldán-Cañas, J., Estévez, J., Moreno-Pérez, F., Serrat-Capdevilla, A., González, J., Francés, F., Olivera, F., Castro-Orgaz, O., y Giráldez, J. V., 2014. La hidrología y su papel en la ingeniería del agua. Ingeniería del Agua 18.1. 14 p.

Husch, B., 2001. Estimación del contenido de carbono de los bosques. In: Memorias del Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la captura de Carbono en Ecosistemas Forestales. Valdivia, Chile. 9 p.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), 1987. Carta fisiográfica Mérida. En: [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/FISIOGRAFIA/702825690250.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/FISIOGRAFIA/702825690250.pdf). Consultada: Julio de 2018.

INEGI, 2002. Estudio hidrológico del estado de Quintana Roo. En: [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825224196/702825224196\\_1.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825224196/702825224196_1.pdf). Consultado: Agosto, 2018.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), 2016. Panorama sociodemográfico de Quintana Roo 2015: Encuesta intercensal 2015. En: <http://coespo.groo.gob.mx/Descargas/doc/PANORAMA%20SOCIODEMOGRAFICO%20DE%20QUINTANA%20ROO%202015.pdf>. Consultado: Julio, 2018.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), 2017. Guía para la interpretación de cartografía de suelos y vegetación. En: [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/702825092030.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825092030.pdf). Consultado: Agosto, 2020.

## Capítulo IV

IUSS Working Group WRB, 2015. Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. FAO, Roma. 205 p.

Jenny, H., 1994. Factors of soil formation: A system of quantitative pedology. Dover Publication, INC. New Yor, U.S.A.

Keppie, J. D., 2004. Terranes of Mexico Revisited: A 1.3 Billion Year Odyssey.

International Geology Review, Vol. 46: 765 – 794.

Lemus B., O., 2005. Carta geológica-minera Cozumel F 16-11, Esc. 1:250,000, estados de Quintana Roo y Yucatán. Secretaría de Economía – Servicio Geológico Mexicano. 28 p.

Lickacz, J, y Penny, D., 2001. Soil organic matter. AGRI-FACTS Agdex. En: <http://www1.agric.gov.ab.ca/%24department/deptdocs.nsf/all/agdex890>.

Consultada: Agosto, 2018.

Lugo-Hubp, J., Aceves-Quesada, J. F., y Espinasa-Pereña, R., 1992. Rasgos geomorfológicos mayores de la península de Yucatán. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología. Revista 10(2): 143 – 150.

Lugo, A. E., y Brown, S., 1992. Tropical forests as sinks of atmospheric carbon. Forest Ecology and Management 54 (1 – 4): 239 – 255.

Luján M., M., Gracia P., J., Jordán L., A., Domínguez B., S., y Sánchez B., A., 2016. Geología del PN de los Alcornocales en torno a Alcalá de los Gazules. En: [http://www.sociedadgeologica.es/archivos\\_pdf/geolodia15/geogu%C3%ADa%20geolod%C3%ADa%2015/gdia15gui\\_cadiz.pdf](http://www.sociedadgeologica.es/archivos_pdf/geolodia15/geogu%C3%ADa%20geolod%C3%ADa%2015/gdia15gui_cadiz.pdf). Consultado: Agosto, 2018.

Lynch, J. F. 1991. Effects of Hurricane Gilbert on birds in a dry tropical forest in the Yucatan Peninsula. Biotropica 23: 488 – 96.

## Capítulo IV

Martínez, M. M., 2005. Estimación de la erosión del suelo. Secretaria de Alimentación, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. INCA RURAL. Colegio de Posgraduados. Consultado en:

<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/CursoTaller%20Desarrollo%20de%20capacidades%20orientadas%20a/Attachment%20s/6/04estim-eros-sue.pdf>. Fecha: Septiembre, 2017.

Matías R., L. G., 2013. Precipitación ciclónica como un riesgo natural. Tesis doctoral.

Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 119 p.

Mestre S., V., S/F. Contaminación por ruido. Escuela de Organización Industrial. En. <https://www.eoi.es/es/file/18609/download?token=mNmUGNpP>. Consultado: Abril, 2017.

Montes-León, M. A. L., Uribe-Alcántara, E. M., y García-Celis, E., 2011. Mapa nacional de erosión potencial. *Tecnología y Ciencia del Agua* 11(1): 5 – 17.

Muñoz-Pedrerros, A., 2004. La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. *Revista Chilena de Historia Natural* 77: 139 – 156.

Nieder, R., y Benbi, D. K., 2008. Organic matter and soil quality. En: *Carbon and nitrogen in the terrestrial environment*. Springer Science + Business Media. 113 – 135.

OECD, 2010. *Education at a glance 2010*. OECD Publishing, Paris. En: [http://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance\\_19991487](http://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance_19991487). Consultado: Mayo, 2017.

OECD, 2016. *Education at a glance 2016*. OECD Publishing, Paris. En: [http://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance\\_19991487](http://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance_19991487). Consultado: Mayo, 2017.

Oldeman, L. R., Hakkeling, R. T. A., y Sombroek, W. G., 1991. World map of the status of human-induced soil degradation: An explanatory note. *Global Assessment of Soil Degradation (GLASOD)*. En: [http://www.theis.com/data/literature/World%20map%20of%20the%20status%20of%20human-induced%20soil%20degradation\\_1991.pdf](http://www.theis.com/data/literature/World%20map%20of%20the%20status%20of%20human-induced%20soil%20degradation_1991.pdf). Consultado: Agosto, 2018.

## Capítulo IV

Ortiz V., B. y Ortiz S., C. A., 1980. Edafología. 3ª Edición. Universidad Autónoma Chapingo. 331 p.

Ortiz S., R., 2015. Síntesis de la evolución del conocimiento en edafología. Revista Eubacteria 34: 51 – 64.

Pereira-Corona, A., Fragoso-Servón, P., y Frausto-Martínez, O., 2016. Suelos, agua, inundaciones y cambio climático en zonas de karst: el caso de Quintana Roo, México. GEOS 36(2): 275 – 290.

Peris, S. J., y Pescador, M., 2004. Effects of traffic noise on passerine populations in mediterranean wooden pastures. Applied Acoustics 65: 357 – 366 p.

Prüss-Üstün, A., y Corvalán, C., 2006. Ambientes saludables y prevención de enfermedades: Hacia una estimación de la carga de morbilidad atribuible al medio ambiente. Organización Mundial de la Salud. En: [http://www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/publications/previdisexecsumsp](http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/previdisexecsumsp)

.pdf. Consultado: Mayo, 2017.

Ramírez-Pulido, J., Arroyo-Cabrales, J., y Castro-Campillo, A., 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. Acta Zool. Mex, 21 (1): 21 - 82.

Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A., McCool, D. K., y Yoder, D. C., 1997. Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). USDA, Agriculture Handbook Number 703. 384 p.

Reyes, P. R., y Torres-Florez, J. P., 2009. Diversidad, distribución, riqueza y abundancia de condrictios de aguas profundas a través del archipiélago patagónico austral, Cabo de Hornos, Islas Diego Ramírez y el sector norte del paso Drake. Revista de Biología Marina y Oceanografía 44 (1): 243 – 251.

Reyes J., I., 2014. Una ojeada a la clasificación del suelo. Contactos 91: 30 – 40.

## Capítulo IV

Rosales M., A. L., 2009. Concepciones culturales, género y migración entre mayas yucatecos en Cancún, Quintana Roo. *Estudios de Cultura Maya* XXXIII: 105 – 120.

Rosengaus M., M., Jiménez E., M., y Vázquez C., M.T., 2002. Atlas climatológico de ciclones tropicales en México. Edts. CENAPRED e IMTA. En: <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/37.pdf>.

Consultado: Agosto, 2018.

SEDESOL, 2005. 310600001 Quintana Roo: Ubicación y medio físico. En: <http://www.microrregiones.gob.mx/cedulas/localidadesDin/ubicacion/relieve.asp?micro=04%20CENTRO&clave=310600001&nomloc=QUINTANA%20ROO>.

Consultado: Agosto, 2018.

SEDESOL, 2011. Atlas de peligros naturales y riesgo del municipio de Benito Juárez. En: [http://www.atlasmicrorregiones.gob.mx/AtlasEstatales/?&NOM\\_ENT=Quintana%20Roo&CVE\\_ENT=23](http://www.atlasmicrorregiones.gob.mx/AtlasEstatales/?&NOM_ENT=Quintana%20Roo&CVE_ENT=23). Consultado: Septiembre, 2019.

Sedlock, R. L., Ortega-Gutiérrez, F., y Speed, R. C., 1993. Tectonostratigraphic terranes and tectonic evolution of México. *Special paper 278*. 153 p.

Soto-Estrada, G., Moreno-Altamirano, L., y Pádua D., D., 2016. Panorama epidemiológico de México, principales causas de morbilidad y mortalidad. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM* 59 (6): 8 – 22.

Tagore, R., 2008. Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México. En: [http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/1-GEOGRAFIADEMEXICO/MANUAL\\_CARAC\\_EDA\\_FIS\\_VS\\_ENERO\\_29\\_2008.pdf](http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/1-GEOGRAFIADEMEXICO/MANUAL_CARAC_EDA_FIS_VS_ENERO_29_2008.pdf).

Consultado: Agosto, 2018.

Tanner, E. V. J., y Kapos, V., 1991. Hurricane effects on forest ecosystems in the Caribbean. *Biotropica* 23 (4a): 513 – 521.

Tépach M., R., 2015. El flujo migratorio internacional de México hacia los Estados Unidos y la captación interna de las remesas familiares, 2000 – 2015. Dirección General de Servicios de Documentación, Información y Análisis de la Cámara de Diputados. En: <http://www.diputados.gob.mx/sedia/sia/se/SAE-ISS-07-15.pdf>. Consultado: Abril, 2017.

## Capítulo IV

Torres R., J. M., Guevara S., A., 2002. El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico. 20 p.

UN (United Nations), 2006. World urbanization prospects: The 2005 revision. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. United Nations, New York. 196 p.

USDA, 1999. Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. Washington, D.C. 82 p.

Warren, P. S., Katti, M., Ermann, M., y Brazel, A., 2006. Urban bioacoustic: it's not just noise. *Animal Behaviour* 71: 491 – 502.

Whigham, D. F., Olmsted, I., Cabrera C., E., y Harmon, M. E., 1991. The impact of hurricane Gilbert on trees, litterfall, and woody debris in a dry tropical forest in the northeastern Yucatan Peninsula. *Biotropica* 23: 434 – 441.

Whigham, D. F., Olmsted, I., Cabrera C., E., y Curtis, A. B., 2003. Impacts of hurricanes on the forests of Quintana Roo, Yucatán Peninsula, México. In: *The Lowland Maya Area: Three Millennia at the Human-Wildland Interface*. 1a Edición. En: <https://pdfs.semanticscholar.org/2aa0/34a8def26607faf59f9cc4b1285a75b0f4bf.pdf>. Consultado: Septiembre, 2018.

WHO, 1999. Guidelines for community noise. Geneva. En: <http://whqlibdoc.who.int/hq/1999/a68672.pdf>. Consultado: Abril, 2017.

Wilson, D. E., y Reeder, D. M. (eds.), 1993. *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*, 2nd Edition. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 1206 p.

Wischmeier, W.H. y Smith, D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses. *Agriculture Handbook* 537. United States Department of Agriculture. Science and Education Administration. En: <https://naldc.nal.usda.gov/download/CAT79706928/PDF>. Consultado: Agosto, 2018.

Wüster, W., Ferguson, J. E., Quijada-Mascareñas, A., Pook, C. E., Salomao, M. G., y Thorpe, R. S., 2005. Tracing an invasion: landbridges, refugia, and the phylogeography



## Capítulo IV

of the Neotropical rattlesnake (Serpentes: Viperidae: *Crotalus durissus*). *Molecular Ecology* 14: 1095 – 1108 p.

Xix A., G. R., 2010. Estado actual y futuro de la cartografía de suelos en México. 1er TallerlatinoamericanoglobalGlobalsoilmap.net.Consultado en:  
[http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/Library/Maps/LatinAmerica\\_Atlas/Meeting2010/08Sep/9\\_Mexico.pdf](http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/Library/Maps/LatinAmerica_Atlas/Meeting2010/08Sep/9_Mexico.pdf). Consultado: Abril, 2

### Fuentes adicionales

<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/937Laguncularia%20recemosa.pdf>

[http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/doctos/58-rhizo1m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/58-rhizo1m.pdf)

<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/150868/Caracterizacion-floristica-de-las-formaciones-de-vegetaci%C3%B3n-de-la-Region-de-Tarapaca.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/distichlis-spicata/fichas/ficha.htm>

<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/chloris-inflata/fichas/ficha.htm>

<https://www.redalyc.org/pdf/862/86214152008.pdf>

<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/mimosaceae/leucaena-leucocephala/fichas/ficha.htm>

<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/142839/000704561.pdf;jsessionid=D5CB969D22F806AA2CF39D4D231D8647?sequence=1>

<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/distichlis-spicata/fichas/ficha.htm>

<http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0001028329>

<https://bohs.biology.utah.edu/PDFs/Lynn/MPCR%20Vol%20VIII%20Solanaceae%20RVTP2.pdf>

***NINE***

**MANIFESTACIÓN DE  
IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD REGIONAL**

**CAPÍTULO**

**V**

**IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y  
EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS  
AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y  
RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL  
REGIONAL**

## FUNDAMENTO JURÍDICO

El tema que se toca en este capítulo se considera que es la esencia de los estudios de impacto ambiental. El principal objetivo de este capítulo es la identificación, caracterización, valoración y evaluación de los impactos ambientales potenciales a generarse por el desarrollo del proyecto propuesto tomando como base la relación de las obras y actividades que se llevarían a cabo y la condición actual de los componentes ambientales sobre los que se incidiría, en un momento dado, en cada una de las etapas en que se divide la ejecución del proyecto.

La integración de este Capítulo tiene como objetivo el dar cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 13, fracción V, del del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el cual establece que las manifestaciones de impacto ambiental en su modalidad regional deberán contener la: “Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional”. A efecto de cumplir con lo dicho precepto jurídico, en este capítulo se presenta la identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales potenciales que el proyecto ocasionaría por su ejecución, utilizando como base lo indicado en la “Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental, modalidad regional”(verliga: [http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/formatos/DGIRA/Guia\\_MIA-R-DIC-2019.pdf](http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/formatos/DGIRA/Guia_MIA-R-DIC-2019.pdf)).

De acuerdo con lo descrito en el capítulo III del presente documento, se observa lo estipulado en el artículo 13 del REIA, el cual especifica el contenido de las manifestaciones de impacto ambiental, en su modalidad regional. Así se tiene que, en su fracción V se indica la presentación de la Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional.

El mismo REIA, en su artículo 3º, fracciones VII y VIII, define los impactos ambientales acumulativos y sinérgicos, los que se entienden como:

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

## Capítulo IV

*X. Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación;*

En cumplimiento de lo anteriormente establecido, presentamos la identificación, evaluación, valoración y descripción y de los potenciales impactos ambientales, incluyendo los acumulativos y residuales, que el proyecto ocasionará en el contexto del sistema ambiental regional que quedó ampliamente definido y descrito en el capítulo anterior de este documento. Lo anterior, a efecto de cumplir con lo dispuesto por el artículo 13, fracción V, del Reglamento multicitado, proporcionandolos elementos de juicio a la Secretaría para que puedan atender lo dispuesto en el artículo 44, fracción I, de dicho instrumento normativo, el cual dispone que, al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental, la Secretaría deberá considerar:

*I. Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación;*

Es decir, se considerará la identificación, evaluación, valoración y descripción de los impactos ambientales acumulativos y residuales dado que por modalidad de estudio se requiere. La valoración estará referida de manera espacial y temporal al contexto del ecosistema o el conjunto de ecosistemas, que en este caso dicha determinación espacial estará referida al sistema ambiental regional.

## V. Capítulo V

### Identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del Sistema Ambiental Regional

El presente capítulo se desarrolla para dar cumplimiento al objetivo primordial de la evaluación del impacto ambiental, entendiéndose ésta como “la modificación del ambiente ocasionado por la acción del hombre o de la naturaleza”, de acuerdo con lo definido en la LGEEPA, que es el de llevar a cabo una identificación y valoración lo más objetiva e imparcial posible de los impactos ambientales potenciales a generarse por las obras y/o actividades que conforman los proyectos. Y, los resultados obtenidos de este ejercicio, posteriormente, sirven para establecer las medidas pertinentes de mitigación, prevención, compensación y/o restitución, de tal forma que éstos se reduzcan a niveles tolerables por el ambiente.

El principal objetivo del análisis que se realiza en este capítulo es el identificar y valorar los impactos ambientales potenciales que se generarán por la ejecución del proyecto en cuestión, tomando como referencia la naturaleza del proyecto descrita en el capítulo II, actuando en el sistema ambiental del proyecto descrito en el capítulo IV. Todo lo anterior respetando los criterios y especificaciones ecológicas establecidas en el marco jurídico ambiental vigente aplicable al sitio del proyecto y a su naturaleza de acuerdo con la vinculación realizada en el capítulo III.

#### V.1. Identificación de impactos ambientales

Los impactos ambientales que se pueden presentar durante el desarrollo de un proyecto, en un ecosistema costero que implica la remoción de la vegetación para la construcción de obra civil, están en función del grado de conservación de la vegetación y los componentes ambientales asociados, como el suelo, la fauna silvestre y la hidrología, así como de las características propias de las actividades constructivas y de su ubicación. Es de considerar que toda obra y/o actividad de este tipo tendrá impactos sobre el ambiente y sus componentes ambientales en diferente nivel, los cuales podrán ser de

## Capítulo V

carácter positivo o benéfico, entiéndase como obras o actividades que favorecerán la estabilidad del medio, o de carácter negativo o adverso, que representarán afectaciones a algún(os) componente(s) ambiental(es) o proceso(s). La identificación y valoración, tanto cualitativa y/o cuantitativa, de los mismos, así como las medidas ambientales propuestas para mitigarlos, prevenirlos y/o compensarlos, dará a la autoridad competente las herramientas para determinar la factibilidad del desarrollo del proyecto y, por consiguiente, su aprobación o rechazo.

Para estar en la posibilidad de identificar los impactos ambientales potenciales a generarse por el desarrollo de las obras y/o actividades que conforman un proyecto se han creado numerosas técnicas de evaluación de impactos ambientales. Estas técnicas, además de servir para identificar los impactos ambientales potenciales, también determinan los factores ambientales que deben incluirse en una descripción del medio afectado, para proporcionar información de la predicción y evaluación de los impactos específicos, así como para permitir una evaluación sistemática de las alternativas posibles y una selección de las medidas ambientales a implementar.

Considerando que el medio físico, biológico y social, en el sitio en el que se pretende realizar el proyecto presenta características propias, se ocasionarán impactos particulares de acuerdo con el entorno que los rodea.

### V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

De acuerdo con Gómez - Orea (1999), la identificación de las acciones del proyecto susceptibles de producir impactos y de los factores del ambiente susceptibles de recibir los impactos, se facilita haciendo uso de instrumentos existentes, tales como:

- Cuestionarios generales o específicos para diversos tipos de proyectos. Estos cuestionarios suelen utilizarse, además, para la emisión rápida de juicios sobre los proyectos a que se aplica. Y, también ayudan a la reflexión y a la detección de los principales conflictos.
- Consulta a paneles de expertos.

## Capítulo V

- Entrevistas con personas y agentes de distintos intereses y sensibilidad ante el proyecto.
- Escenarios comparados. Es decir, análisis empírico de situaciones donde el proyecto a evaluar ha sido realizado.
- Matrices genéricas preexistentes de relación causa - efecto, como la conocida tipo Leopold, cuyas entradas por columnas tipifican un amplio conjunto de acciones susceptibles de producir impactos, la elaborada por la Comisión Internacional de Grandes Presas, etc.

Para la identificación de los impactos ambientales que ocasionará el desarrollo del proyecto se utilizó una combinación de métodos, en consideración de lo antes referido, cuya secuencia de aplicación se presenta en la Tabla 76.

Tabla 76 Etapas del proceso y métodos empleados para la identificación y evaluación de los impactos ambientales potenciales a generarse por el desarrollo del proyecto.

<b>Etapa del proceso de identificación y evaluación</b>	<b>Técnica empleada</b>
<b>Identificación de las acciones del proyecto y factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Revisión de matrices genéricas preexistentes de relación causa – efecto (Tipo Leopold).</li><li>• Lista de chequeo.</li></ul>
<b>Identificación de interacciones entre acciones del proyecto y elementos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Matriz de relación causa – efecto (Tipo Leopold).</li><li>• Sobreposición de mapas.</li></ul>
<b>Jerarquización significativos.</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Valorización y cribado y descripción de los impactos.</li></ul>

### V.1.2. Lista inductiva de indicadores de impacto.

De acuerdo con lo definido por Von Schiller *et al.* (2003), los indicadores de impacto ambiental son una herramienta imprescindible para la política y gestión medioambiental, de los que la sociedad exige una respuesta eficaz frente a la degradación creciente del ambiente. Desde este punto de vista, los indicadores ambientales surgen con el fin de incorporar los criterios ambientales en la toma de

## Capítulo V

decisiones, intentando dotarles de la misma categoría y valor que otros criterios, hasta ahora utilizados.

Los autores antes referidos definen como indicador ambiental a “la variable o suma de variables que proporcionan una información sintética sobre un fenómeno ambiental complejo, y permite conocer y evaluar el estado y la variación de la calidad ambiental”, el cual debe cumplir los criterios de: validez científica, disponibilidad y fiabilidad de datos, representatividad, sensibilidad a cambios, sencillez, relevancia y utilidad, comparabilidad y razonable relación costo/beneficio.

Los indicadores ambientales tienen como principal característica que representan intentos para reducir la complejidad, evitar mediciones demasiado complicadas y seleccionar métodos simples, que, sin embargo, pueden conducir a una representación satisfactoria de una relación compleja (Müller y Lenz, 2006). Desde el punto de vista de la evaluación, estos sirven para determinar la situación y presiones a las que está sometido el ambiente, permiten el desarrollo de medidas y prioridades, y la identificación de alternativas y aspectos críticos. Asimismo, sirven para evaluar los efectos de las medidas ambientales aplicadas con el fin de prevenir, mitigar y/o compensar los impactos ambientales generados por la ejecución de una obra y/o actividad.

Con base en lo antes referido, para el desarrollo del presente proyecto se tomaron como referencia para los indicadores ambientales lo establecido en la siguiente normatividad y criterios de decisión:

**a) Calidad del aire por la emisión de gases y partículas sólidas: Este subfactor ambiental se verá afectado por la emisión de polvos y gases de combustión, siendo las principales fuentes emisoras los vehículos y equipos automotores empleados en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto. Las fuentes emisoras y el grado de afectación estará en función de:**

- Distancia de acarreo y transporte de materiales e insumos para la realización del proyecto.



## Capítulo V

- Tiempo de operación y número de fuentes emisoras en operación.

El indicador numérico y procedimiento por seguir está determinado por las normas oficiales mexicanas:

- NOM-041-SEMARNAT-1999. Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
- NOM-042-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape de vehículos automotores.
- NOM-045-SEMARNAT-1996. Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.

**b) Confort sonoro (generación de ruido): La operación de maquinaria, vehículos y equipo para la preparación del sitio y construcción del proyecto serán los principales agentes que ocasionarán la afectación a este subfactor ambiental, así como durante la operación y mantenimiento del proyecto. La afectación ambiental dependerá de la frecuencia e intensidad de las emisiones sonoras, así como el patrón de tiempo y el timbre de sonido que se emita, lo cual estará en función de:**

- Número, tiempo de operación, ubicación e intensidad de las emisiones de las ondas sonoras de los agentes generadores de ruido operando.

El indicador numérico y procedimiento por seguir está determinado por las normas oficiales mexicanas:

- NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.

## Capítulo V

- NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.
  - ACUERDO por el que se modifica el numeral 5.4 de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.
- c) Suelo: Con el desarrollo del proyecto, el suelo será otro de los componentes ambientales que sufrirá impactos ambientales directos. Estos irán desde la alteración de su perfil de desarrollo, hasta la contaminación del suelo por la dispersión, derrame y fugas de residuos; ambas afectaciones en áreas muy puntuales.**

Perevochtchikova (2013), refiere que el indicador ambiental para la evaluación del impacto de los residuos, tanto de los que denomina como industriales como de los orgánicos, es su producción (m<sup>3</sup>), así como su reciclaje (proporción del volumen que es generado que es reciclado, %). En este caso el volumen de residuos sólidos se considera que será el indicador principal, sin embargo, no se puede considerar el reciclaje como un indicador a evaluar ya que en el predio solo se realizará la separación primaria, siendo en el siguiente paso, fuera del predio, donde se realiza la separación final de los residuos para reciclaje.

Bajo esta consideración, los indicadores para evaluar esta variable son:

- Producción: Volumen (m<sup>3</sup>) o cantidad (kg) de residuos sólidos urbanos generados por tipo con respecto al volumen o cantidad total.
- Instalación de kit de contenedores: Relación de frentes de trabajo operando y frentes de trabajo que cuentan con contenedores para la disposición de residuos.
- Superficie contaminada por dispersión, derrames y fugas de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos.

## Capítulo V

- Superficie de suelo afectada por el desplante de las obras.

El indicador numérico y procedimiento por seguir está determinado por las unidades de superficie afectadas y la producción indicada.

**d) Hidrología subterránea: El aprovechamiento de agua para abastecimiento de la demanda de agua que genere el desarrollo del proyecto. Los principales indicadores para evaluar el impacto ambiental en este componente ambiental serán:**

- Volumen de agua aprovechada.
- Nivel de contaminación y contaminantes descargados al manto freático.

El indicador numérico y procedimiento por seguir está determinado por las normas oficiales mexicanas:

- Consumo de agua promedio estimado por la CONAGUA (2012) tomando como valores de referencia los estimados para regiones cálido - húmedas y para una población con poder adquisitivo alto, el cual es de 28 m<sup>3</sup> por toma mensualmente o 243 L por habitante diariamente.
- NOM-001-SEMARNAT-1996: Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales en aguas y Bienes Nacionales.
- NOM-003-SERMARNAT-1997: Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.
- NOM-004-SEMARNAT-2002: Protección ambiental.- Lodos y biosólidos.- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.

**e) Abundancia de especies de flora silvestre y cobertura vegetal: Estos subfactores ambientales sufrirían mayor impacto ambiental durante la etapa de preparación del sitio, ocasionado por el desmonte del manchón de vegetación de selva baja, tular y el deshierbe de las áreas destinadas para el desplante de las obras que conforman la construcción del proyecto. Con la remoción de la vegetación se afectarían principalmente los subfactores ambientales abundancia y cobertura vegetal, dado la extensión de las asociaciones vegetales y la distribución de las especies en el sistema ambiental. Los principales indicadores para evaluar el impacto ambiental en este subfactor serán:**

- Tipos y proporción de asociaciones vegetales por afectar.
- Superficie por afectar por tipo de asociación vegetal presente en el predio.
- Especies e individuos por afectar en categoría de riesgo.
- Densidad (individuos ha<sup>-1</sup>) y diversidad (número de especies), por asociación vegetal a afectar por el desarrollo del proyecto.

El indicador numérico y procedimiento por seguir está determinado por la norma oficial mexicana:

- NOM-059-SEMARNAT-2010: MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010. Las especies en riesgo y su abundancia se determinan con base a los resultados de los muestreos realizados para la caracterización del componente en cuestión, incluido en el apartado IV.2.2.1 de la presente MIA-R.
- La proporción de asociaciones vegetales a afectar, así como la diversidad y abundancia se determina a partir de los muestreos realizados para caracterizar el componente ambiental en cuestión.

**f) Abundancia, riqueza y movilidad de especies de fauna silvestre: Derivado del incremento del moviendo de gente y vehicular en el área del proyecto, la fauna silvestre se puede ver desplazada hacia sitios con menor alteración y mejores condiciones de hábitat. Los indicadores potenciales para evaluar el impacto ambiental en este componente ambiental serán:**

- Número de especies e individuos a rescatar y reubicar, totales y en categoría de riesgo.

El indicador numérico y procedimiento por seguir está determinado por la norma oficial mexicana:

- NOM-059-SEMARNAT-2001: MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010. Las especies en riesgo y su abundancia se determinan con base a los resultados de los muestreos realizados para la caracterización del componente en cuestión, incluido en el apartado IV.2.2.2. de la presente MIA-R.

**g) Calidad estética del paisaje e impacto visual: Estos subfactores ambientales se verán afectados por la instalación de la infraestructura dentro del sitio del proyecto. Los indicadores de evaluación del impacto a considerar son:**

- Número, dimensiones, características constructivas y ubicaciones de las obras del proyecto.

El indicador numérico y procedimiento por seguir está determinado por:

- Superficie total por afectar, en proporción a la superficie total del predio.

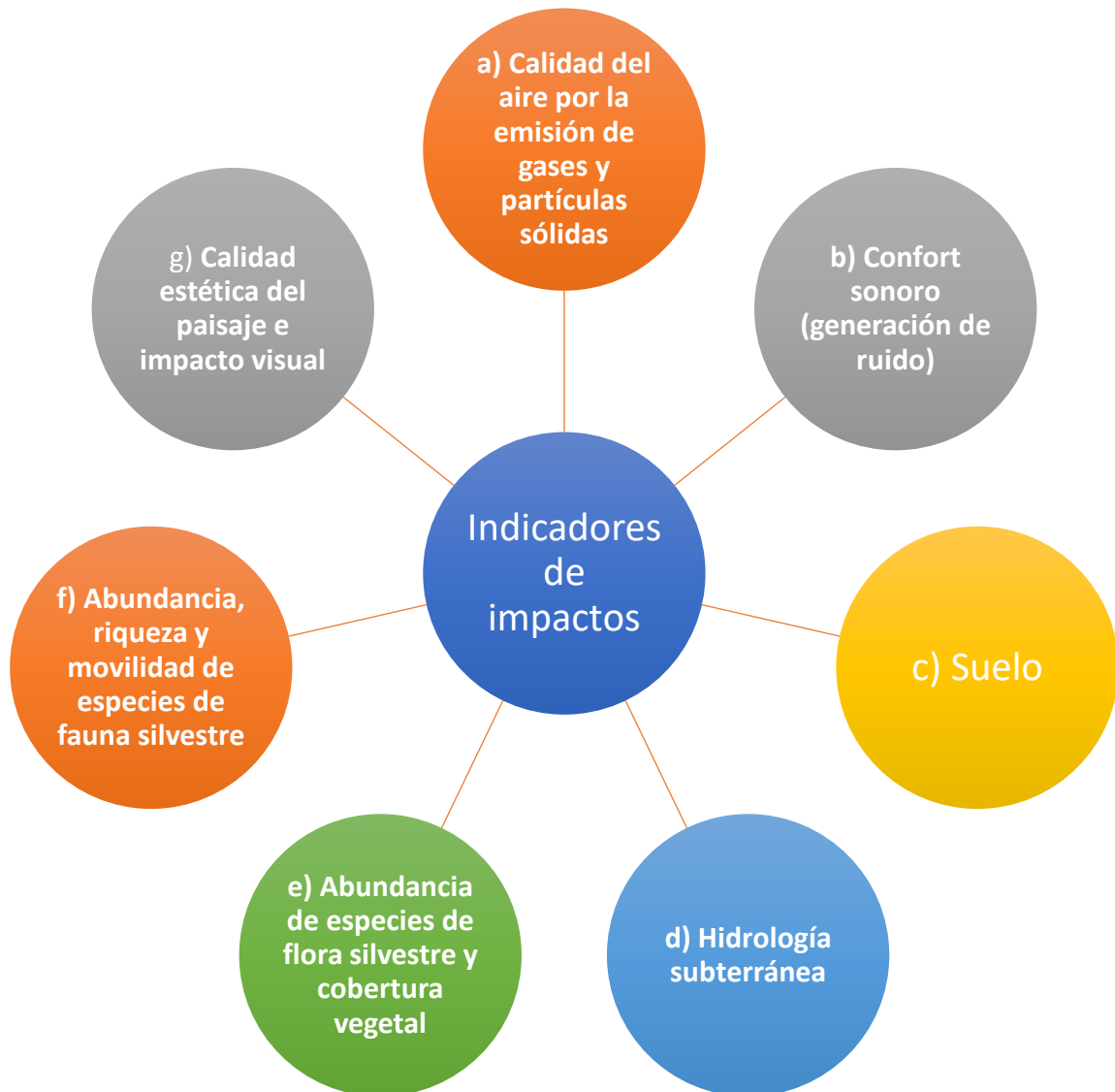


Figura 137 Resumen esquemático de los indicadores de impactos identificados para el proyecto.

Los indicadores ambientales para cada uno de los componentes ambientales referidos son contemplados en dos apartados del presente documento técnico unificado. Primero, se consideraron en este capítulo para asignar el valor de cada criterio que se incluye en la fórmula para calcular el valor del impacto, como se describe posteriormente; para ello, se tomó en cuenta la caracterización de los componentes ambientales a afectar y el tipo de obras y actividades a realizarse, las que en conjunto determinan el grado de

## Capítulo V

afectación. Y, en segundo lugar, después se retoman en el capítulo VII para el planteamiento de las medidas ambientales y los programas a implementar.

Es a través de los indicadores establecidos y el monitoreo del comportamiento ambiental como se podrá definir si los resultados obtenidos de la aplicación de las medidas ambientales están dentro del marco jurídico establecido y dentro de los límites fijados, o bien, si se requiere la implementación de medidas ambientales adicionales.

### V.2. Caracterización de los impactos

#### V.2.1. Identificación de los impactos

En este caso y como lo solicita la guía para la elaboración de la manifestación de impacto ambiental, modalidad regional, se evaluarán los impactos acumulativos y residuales que se definen a continuación:

Impacto ambiental acumulativo, es el efecto que resulta de la suma de impactos ocurridos en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental residual, aquel que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

El desarrollo del presente capítulo se sustenta en la descripción del proyecto realizada en los capítulos previos y que incluye el análisis y evaluación de la línea base, que se refiere a las características y condiciones del SAR en el momento cero, antes de la implementación del proyecto, que incluye al área del proyecto.

Como parte del proceso de identificación de los impactos ambientales a generarse por la ejecución del proyecto, primero se empleó la técnica de identificación de impactos ambientales denominada lista de chequeo simple, la cual se considera básicamente una técnica cualitativa de identificación de impactos ambientales. Esta consta de actividades que pueden generar impactos asociadas a factores o subfactores ambientales susceptibles de ser alterados. Es una técnica altamente flexible, pudiendo reducirse o ampliarse en función de las necesidades que sean requeridas, que se utiliza para planificar un estudio de impacto ambiental, sin llegar a entrar en términos de valoración

## Capítulo V

cuantitativa. Razón por la cual, en el presente estudio se emplea en la primera fase del proceso de identificación de los impactos ambientales. Tomando en cuenta su carácter flexible, para el presente caso se utilizó para identificar los medios, factores y subfactores ambientales potenciales de afectar, los cuales fueron identificados durante el proceso de comparación de escenarios.

En este apartado se identifican las relaciones causa-efecto entre las acciones derivadas del proyecto que pueden causar impactos y de los atributos ambientales potencialmente receptores.

Cada relación causa-efecto identifica un impacto potencial cuya significación habrá que evaluar después. Estas relaciones no son simples, sino que frecuentemente hay una cadena de efectos primarios, secundarios, inducidos, etc. que arrancan en la acción y terminan en los seres vivos, en los bienes materiales y, en suma, en el hombre.

Como se mencionó anteriormente, la matriz se desarrolla con el objetivo de establecer relaciones causa-efecto de acuerdo con las características particulares de cada proyecto y medio ambiente. Para lograr establecer dichas relaciones, la matriz contiene en sus columnas las etapas de las obras a construir que forman parte integral del proyecto, mismas que se identifican a través del uso de árboles de actividades por etapas de desarrollo del proyecto. Y, por otro lado, en sus filas se incluyen los principales factores y subfactores ambientales sobre los que podrían incidir, mismos que se identifican a través de un árbol de factores, por subsistema y medio ambiente. Como resultado final, del cruzamiento realizado entre actividades por subfactores se tiene la relación de la causa y el efecto.

Las etapas del proyecto y las obras y actividades constituyen los Elementos y Actividades del proyecto en la matriz de identificación; mientras que los factores del medio susceptibles de recibir impactos están diferenciados por factores y subfactores ambientales. En la Tabla 77 y Tabla 78 se presentan, primero, las actividades y elementos, por etapa de desarrollo, que serían potenciales generadores de impactos ambientales; y, en la segunda, los factores y subfactores, por subsistema y medio ambiental, susceptibles de verse impactados.



Capítulo V

Tabla 77 Actividades y elementos, por etapa de desarrollo del proyecto, potenciales generadores de impactos ambientales durante el desarrollo del proyecto.

<b>Etapa</b>	<b>Elemento</b>	<b>Actividad</b>
<b>Preparación del sitio</b>	Acondicionamiento de áreas	Desmonte y deshierbe
		Re-nivelación
	Uso de automotores	Operación de maquinaria y vehículos
<b>Construcción</b>	Obras de apoyo temporales (Casetade vigilancia, bodegas, sanitarios portátiles y sitios temporales para residuos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transportematerialpara la construcción.</li> <li>• Conformación de estructuras.</li> <li>• Acabado de las obras civiles.</li> <li>• Limpieza de los sitios.</li> </ul>
	Desplante de obra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hincado de pilotes.</li> <li>• Colocación de plataforma.</li> </ul>
	Obra civil (11 módulos, PTAR, POI, restaurantes, albercas, estacionamiento, cocinas, almacenes, otros).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transportedematerial para construcción.</li> <li>• Habilitado de acero y cimbras.</li> <li>• Conformación de obra civil.</li> <li>• Instalación de servicios en obra civil.</li> <li>• Acabados de obra civil.</li> <li>• Uso de maquinaria, vehículos y equipos automotores.</li> </ul>
	Áreas permeables	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte de materiales.</li> <li>• Sembrado de plantas.</li> <li>• Acondicionamiento de áreas</li> </ul>
<b>Operación y mantenimiento</b>	PTAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratamiento de agua residual.</li> <li>• Reuso de agua tratada.</li> <li>• Descarga de agua residual.</li> <li>• Generación de lodos</li> </ul>

## Capítulo V

Etapa	Elemento	Actividad
	POI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprovechamiento de agua salobre.</li> <li>• Descarga de agua de rechazo.</li> </ul>
	Operación de la obra civil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividad turística</li> </ul>

Tabla 78 Factores y subfactores ambientales, por medio socioambiental, potenciales a impactar por el desarrollo del proyecto "NINE".

Medio	Factor	Subfactor
<b>Abiótico</b>	Fisiografía	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relieve</li> </ul>
	Suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida.</li> <li>• Alteración de las propiedades físico-químicas.</li> <li>• Contaminación por residuos.</li> </ul>
	Aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad.</li> <li>• Confort sonoro.</li> </ul>
	Agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidad.</li> <li>• Calidad.</li> <li>• Modificación del flujo superficial.</li> </ul>
<b>Biótico</b>	Flora	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abundancia.</li> <li>• Cobertura.</li> <li>• Especies en categoría de riesgo.</li> </ul>
	Fauna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abundancia.</li> <li>• Movilidad.</li> <li>• Disponibilidad de hábitat.</li> </ul>
<b>Paisaje</b>	Cualidad estética	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad estético - paisajística.</li> <li>• Impacto visual.</li> </ul>
<b>Socioeconómico</b>	Calidad de vida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de empleos.</li> <li>• Derrama económica local y regional.</li> </ul>
	Infraestructura y servicios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento de oferta de servicios turísticos.</li> </ul>

## Capítulo V

En la Tabla 79 se presenta una descripción de la afectación que tendría cada uno de los subfactores ambientales sobre los que incidiría, relacionándolos de manera general a las obras y actividades a ejecutarse como parte del desarrollo del proyecto.

Tabla 79 Afectación ocasionada a los subfactores ambientales por llevar a cabo las obras y actividades del proyecto.

Componente	Factor	Subfactor	Descripción
<b>Abiótico</b>	Fisiografía	Relieve	Alteración de la geomorfología prevaleciente en la superficie específica donde se tendrán que realizar obras del proyecto que no hayan sido ya afectadas o que tengan que modificarse por cambios de diseño del proyecto.
	Suelo	Alteración de las propiedades físico -químicas	Degradación del suelo derivado de la compresión mecánica de las partículas y agregados del suelo, en este caso específico por el constante paso vehículos y maquinaria pesada.
		Erosión (pérdida)	La pérdida del(os) horizonte(s) del suelo por escorrentía, viento y mecánica en áreas específicas. Para el caso que nos ocupa, la más relevante sería la remoción física o manual de suelo (rescate) en área de desplante en caso de que no hayan sido completamente afectadas.
		Alteración de la calidad	Cambios de las propiedades físicas y químicas del suelo debido a fuerzas externas y fugas y derrames de sustancias químicas y residuos peligrosos.
	Aire	Calidad	Incremento de la concentración de partículas y sustancias contaminantes criterio en la atmósfera derivado de las emisiones de los automotores derivado de la operación de

Componente	Factor	Subfactor	Descripción
			vehículos y maquinaria pesada y movimientos de tierra.
		Confort sonoro	Incremento de las ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido provenientes de la operación de vehículos automotores, equipos y durante el hincado de pilas, principalmente.
	Agua	Disponibilidad	La disponibilidad de agua hace referencia al volumen total de líquido que hay disponible a nivel local o regional para los diversos usos de la población. El requerimiento y aprovechamiento de 637,027.89 m <sup>3</sup> anuales para la operación del proyecto incide en la disponibilidad media anual de agua del subsuelo para un acuífero que tiene una disponibilidad de 2,842.72 Mm <sup>3</sup> anuales.
		Calidad	Cambio en la concentración de compuestos orgánicos e inorgánicos en el agua subterránea por la descarga de agua de rechazo y tratada residual no reusada.
		Modificación del flujo superficial	Modificación de la escorrentía existente durante la época de lluvias por el desplante de las obras y el encauzado del agua de lluvia al manto acuífero.
	<b>Biótico</b>	Flora	<b>Abundancia</b>

Componente	Factor	Subfactor	Descripción
			<p>importante mencionar que, pese a dichas condiciones en esta porción del terreno se distribuyen dos tipos de vegetación correspondientes a tular y selva mediana. Donde se reportaron especies de los tres estratos vegetativos, herbáceo, arbustivo y arbóreo.</p> <p>En los elementos herbáceos, predominan dos especies de gramíneas, el huizapol (<i>Distichlis spicata</i>) y <i>Chloris inflata</i>. Para la primera especie, esta se desarrolla a lo largo de zonas costeras. En algunos casos es considerada de carácter ruderal, además se encuentra vinculada con perturbaciones humanas. De igual manera, <i>Chloris inflata</i> se puede encontrar a orillas de caminos o con un comportamiento de maleza, lo cual señala que se encuentra relacionada con ambientes perturbados.</p> <p>Para el caso particular del estrato arbustivo, las especies más abundantes corresponden al <i>Solanum hazenii</i> y al tepeguaje dormilón (<i>Leucaena leucocephala</i>). De acuerdo con la literatura, ambas especies se distribuyen en zonas costeras, las cuales representan un ambiente idóneo para su desarrollo, sin embargo, también pueden distribuirse en zonas perturbadas. Asimismo, el alto potencial de crecimiento de estos arbustos suele adquirir tendencias de propagación malezoide invasora.</p> <p>Por último, las especies abundantes arbóreas es el</p>

Componente	Factor	Subfactor	Descripción
			<p>solanum (Cestrum schlechetendalii), este se caracteriza por presentar un amplio rango de distribución, pues habita bosques húmedos, zonas costeras, bosques de galería, llanuras aluviales, entre otros. Además, ha podido desarrollarse en zonas con indicios de perturbación o alteración, las cuales son condiciones presentes en el área del desplante de obras.</p> <p>Las condiciones impactadas del área resultaron en la distribución de especies florísticas de carácter oportunista y asociadas a zonas perturbadas. En este mismo sentido, el estrato herbáceo resultó ser el que presentó mayor riqueza y abundancia, sin embargo, los niveles de diversidad siguen considerándose bajos, al igual que el estrato arbóreo y arbustivo, por lo tanto, el área de desplante de obras también.</p>
		Cobertura	<p>La capa de vegetación natural que cubre la superficie donde se planea la construcción de las obras civiles es baja, debido al grado de alteración que hubo anteriormente, y está conformadas por el crecimiento de especies oportunistas invasoras de baja relevancia ambiental a largo plazo.</p> <p>Ahora bien, existen dos manchones de vegetación que debido a su composición corresponden a vegetación forestal y es un remanente de selva baja caducifolia de 3,296 m<sup>2</sup> y otro de tular con 2,201 m<sup>2</sup> (Figura 140</p>

Componente	Factor	Subfactor	Descripción
			Superficie total de los manchones de vegetación forestal a remover)
		Especies en categoría de riesgo	Considerando los tipos de vegetación en el predio del proyecto, se tiene la probabilidad de encontrar algunos pocos individuos juveniles (retoños o plántulas), de especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT- 2010, como el de palma chit ( <i>T. radiata</i> ).
	Fauna	Abundancia	Disminución del número de individuos que se desplazan en los sitios aledaños en las áreas en construcción.
		Movilidad	Interrupción de áreas de desplazamiento, principalmente demamíferos pequeños, reptiles y anfibios.
		Disponibilidad de hábitat	Disminución de áreas potenciales de ser usadas como refugio, alimentación, anidación y desplazamiento para fauna silvestre.
	Paisaje	Cualidad estética	Calidad estética -paisajística.
Impacto visual.			Contraste que representa la construcción artificial de las obras a la percepción visual con los componentes ambientales y el impedimento que estos representan para la observación del medio ambiente.

<b>Componente</b>	<b>Factor</b>	<b>Subfactor</b>	<b>Descripción</b>
<b>Socioeconómico</b>	Calidad de vida	Generación de empleos.	Demanda de mano de obra calificada y no calificada, directa e indirecta, para la construcción y realización de las obras y actividades derivadas por la ejecución del proyecto.
		Derrama económica local y regional.	Incremento del intercambio comercial a nivel local y regional.
	Infraestructura y servicios	Incremento de oferta de servicios turísticos.	Los 407 cuartos que constituyen la construcción del hotel vienen a representar un incremento de la infraestructura hotelera a nivel regional, representando una opción más, con características específicas, ambientalmente amigable, para el fortalecimiento del turismo nacional e internacional.

Con el fin de auxiliar en la identificación de los componentes y factores que serían potencialmente afectados por el proyecto, de manera complementaria se empleó la metodología de sobreposición de mapas, la cual es clasificada como un método gráfico (Figura 138 Sembrado del proyecto con respecto a cobertura vegetal. Y Figura 139 Ubicación del desplante del proyecto y condición del uso de suelo y vegetación en el predio del proyecto.). Como parte de este análisis, se sobrepusieron las obras involucradas sobre la carta de cobertura vegetal y uso del suelo con la finalidad de poder determinar la condición o factor ambiental por afectar por obra del proyecto.



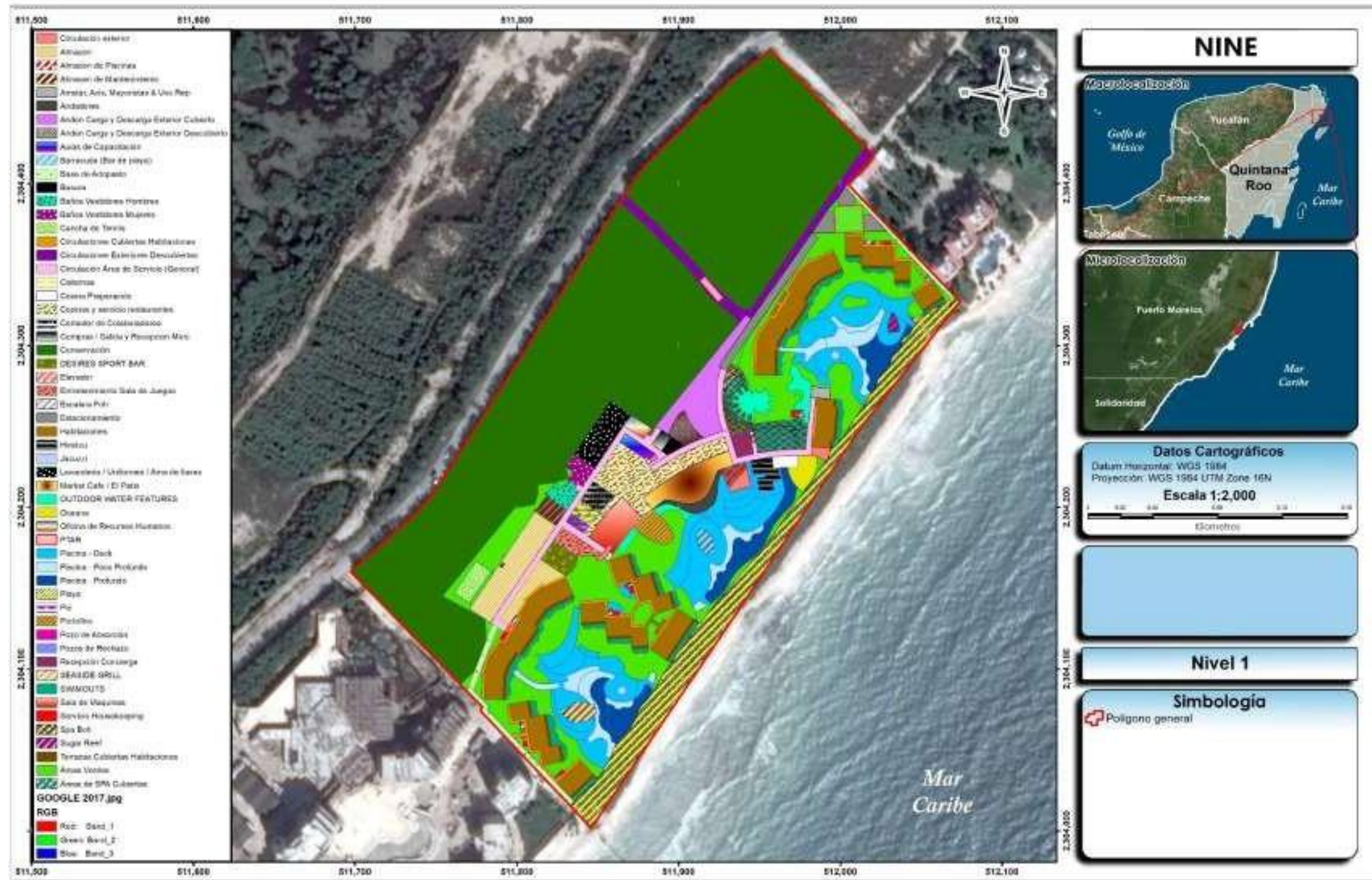


Figura 138 Sembrado del proyecto con respecto a cobertura vegetal.

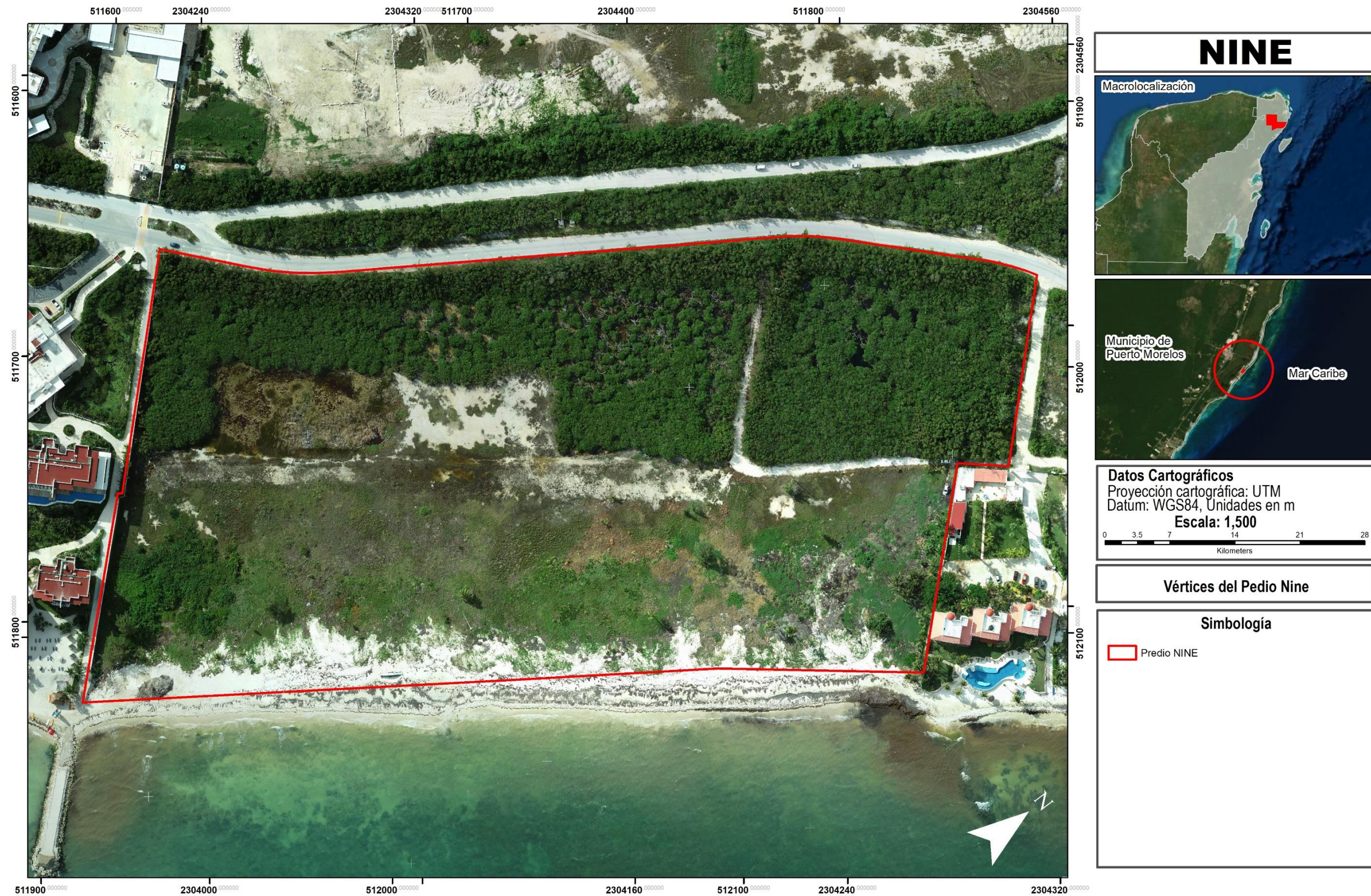


Figura 139 Ubicación del desplante del proyecto y condición del uso de suelo y vegetación en el predio del proyecto.



Figura 140 Superficie total de los manchones de vegetación forestal a remover

## Capítulo V

Una vez detectados los medios, factores y subfactores ambientales potenciales de verse afectados por la ejecución de las obras y actividades del proyecto, tratando de subsanar las deficiencias de las técnicas empleadas, ya en la fase de identificación de los impactos ambientales, dentro del proceso de evaluación, se empleó el método matricial (Tipo Leopold) causa – efecto (Forcada, 2000). De acuerdo con Canter (1998), ésta es una metodología que puede extenderse o contraerse dependiendo del número de actividades que comprende el proyecto y del número de factores y atributos ambientales que se verán involucrados, lo que la hace una metodología flexible y práctica, motivo por el cual se decidió utilizarla en el proceso que nos ocupa, considerando la diversidad de obras y actividades involucradas y de los diversos factores y atributos ambientales a considerar en la evaluación.

Para su aplicación, después de haber determinado los factores ambientales a afectar mediante la lista de chequeo y de haber identificado las obras y actividades potenciales generadoras de impactos ambientales, se procedió a elaborar la matriz (tabla de doble entrada) correspondiente. Como parte de este ejercicio, se identificaron las interacciones existentes entre los atributos (subfactores) ambientales (filas de la matriz) y las obras y/o actividades del proyecto (columnas de la matriz), con las letras A y B, las cuales hacen referencia al carácter del impacto ambiental potencial, empleando la letra “A” para identificar el impacto negativo o adverso al ambiente, y la “B”, cuando el impacto se considera positivo, por representar un beneficio.

Es importante mencionar que, en la matriz se incluyen todos los casos en los que puede haber una relación entre actividad del proyecto – subfactor ambiental, sin discriminar aquellos en que la interrelación no causa una modificación. De tal manera que, esta matriz ofrece un panorama general de las interacciones, ya sean adversas o benéficas, que cada obra o actividad del proyecto producirá sobre cada uno de los factores ambientales; sin considerar, aún, la valoración del impacto ambiental potencial identificado.

En este caso específico, los criterios que se aplicaron para la definición de los factores y subfactores ambientales que se verían afectados por la modificación son los siguientes:

## Capítulo V

- Ser representativos del entorno afectado y, consecuentemente, del impacto total producido por la ejecución del proyecto sobre el medio ambiente.
- Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Ser excluyentes, esto es, que no existan solapamientos ni redundancias.
- Ser de fácil identificación, tanto en su concepto como en su apreciación estadística.

Se identificaron 118 relaciones actividades del proyecto – atributos ambientales que son susceptibles de recibir un cambio. Del total de interacciones potenciales identificadas, 51 se consideran benéficas y 67 adversas. La etapa de construcción es donde se identifica una mayor relación causa – efecto con 86 interacciones, de las cuales 47 son adversas y 39 benéficas. Mientras que, en las etapas de preparación del sitio y operación y mantenimiento se tiene igual número de interacciones totales (16), con la diferencia de que en la primera etapa se tendrían mayores interacciones adversas que la operación y mantenimiento (13 vs 7). La matriz causa – efecto completa se presenta en la Tabla 80

Aclaración: Considerando el espacio no debe de ser abandonado en los próximos 99 años, no se presenta un análisis para la etapa de abandono del sitio. Sin embargo, cuando se lleve a cabo esa etapa del proyecto, de manera previa se presentaría un análisis ambiental de las condiciones del predio, junto con el establecimiento de las medidas ambientales propuesta para mitigar y/o compensar los impactos ambientales generados.

Capítulo V

Tabla 80 Matriz de interacciones entre actividades a ejecutar por el desarrollo del proyecto y los factores ambientales potencialmente a impactarse, por tipo de impacto (A, adverso y, B, benéfico).

Etapas de desarrollo del proyecto																											
Componente	Factor	Subfactor	Preparación del sitio		Construcción													Operación y mantenimiento									
			Acondicionamiento de áreas	Uso de automotores	Obras de apoyo temporales			Desplante de obra		Obra civil (módulos, PTAR, POI, restaurantes, albercas, estacionamiento, cocinas, almacenes, otros).						Áreas permeables			Planta de tratamiento de aguas residuales			Planta de ósmosis inversa		Obra civil			
			Deshierbe y Desmonte	Re-nivelación	Transporte material para la construcción	Conformación de las obras	Acabado de las obras civiles	Limpieza de los sitios	Hincado de pilotes	Colocación de plataforma	Transporte de material para la construcción	Habilitado de acero y cimbras	Conformación de obra civil	Instalación de servicios en obra civil	Acabados de obra civil	Uso de maquinaria, vehículos y equipos automotores	Transporte de materiales	Sembrado de áreas verdes	Acondicionamiento de áreas	Tratamiento de agua residual	Reuso de agua tratada	Descarga de agua residual	Generación de lodos	Aprovechamiento de agua salobre	Descarga de agua de rechazo	Actividad turística	
Abiótico	Fisiografía	Relieve	---	A	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
	Suelo	Erosión	---	A	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	B	---	---	---	---	---	---	---	---	
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas	---	A	A	---	---	---	---	---	A	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		Contaminación por residuos	---	---	---	A	A	B	---	---	---	A	A	A	A	A	---	---	---	---	B	---	A	---	---	A	---
	Aire	Calidad	---	A	A	---	---	---	---	---	A	---	---	---	---	A	A	---	---	B	---	---	---	---	---	---	---
		Confort sonoro	---	A	A	---	---	---	A	---	A	A	---	---	---	A	A	---	---	---	---	---	---	---	---	---	A
	Agua	Disponibilidad	---	---	---	A	---	---	---	---	A	---	---	A	A	A	---	---	A	B	---	B	B	---	A	B	---
		Calidad	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	B	---	A	---	---	A	---	---
		Modificación del flujo superficial	---	A	---	---	---	---	A	A	---	---	---	---	---	---	---	B	B	---	---	---	---	---	---	---	---
Biótico	Flora	Abundancia	A	---	---	---	---	B	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
		Cobertura	A	---	---	---	---	B	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		Especies en categoría de riesgo	A	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Fauna	Abundancia	A	---	A	A	---	---	A	A	A	---	A	---	---	A	A	B	B	---	---	---	---	---	---	---	A
		Movilidad	---	A	---	---	---	B	A	A	A	---	A	---	---	A	A	B	B	---	---	---	---	---	---	---	---
		Disponibilidad de hábitat	A	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	B	B	---	---	---	---	---	---	---	---
Paisaje	Cualidad estética	Calidad estético - paisajística.	A	---	---	A	A	B	---	A	---	---	A	---	---	---	B	B	---	---	---	---	---	---	---	---	
		Impacto visual.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Capítulo V

Etapas de desarrollo del proyecto																									
Componente	Factor	Subfactor	Preparación del sitio		Construcción													Operación y mantenimiento							
			Acondicionamiento de áreas	Uso de automotores	Obras de apoyo temporales			Desplante de obra		Obra civil (módulos, PTAR, POI, restaurantes, albercas, estacionamiento, cocinas, almacenes, otros).					Áreas permeables			Planta de tratamiento de aguas residuales		Planta de ósmosis inversa		Obra civil			
			Deshierbe y Desmonte	Re-nivelación	Transporte material para la construcción	Conformación de las obras	Acabado de las obras civiles	Limpieza de los sitios	Hincado de pilotes	Colocación de plataforma	Transporte de material para la construcción	Habilitado de acero y cimbras	Conformación de obra civil	Instalación de servicios en obra civil	Acabados de obra civil	Uso de maquinaria, vehículos y equipos automotores	Transporte de materiales	Sembrado de áreas verdes	Acondicionamiento de áreas	Tratamiento de agua residual	Reuso de agua tratada	Descarga de agua residual	Generación de lodos	Aprovechamiento de agua salobre	Descarga de agua de rechazo
	Calidad de vida	Generación de empleos.	B	B																					
		Derrama económica local y regional.	---	B																					
<b>Socioeconómicos</b>	Infraestructura y servicios	Incremento de oferta de servicios turísticos.	---	---																					

## Capítulo V

Esta matriz ofrece un panorama general de las interacciones, ya sean adversas o benéficas, que cada actividad del proyecto produciría sobre cada uno de los factores ambientales. Para la identificación de los impactos ambientales potenciales relevantes se procede a realizar una descripción de las relaciones encontradas. Para ello, se debe considerar información relacionada con el desarrollo del proyecto y la caracterización del ambiente en el área de desarrollo.

Tabla 81 Interacciones identificadas, adversas y benéficas, por factor ambiental y socioeconómico, y las etapas de desarrollo del proyecto.

Componente	Factor	Preparación		Construcción		Operación y mantenimiento	
		Advers o	Benéfico o	Advers o	Benéfico o	Advers o	Benéfico o
Abiótico	Fisiografía	1	---	---	---	---	---
	Suelo	2	---	9	2	2	1
	Aire	2	---	10		1	1
	Agua	1	---	8	3	3	4
Biótico	Flora	3	---	---	2	---	---
	Fauna	3	---	14	7	1	---
Paisaje	Cualidad estética	1	---	6	5	---	---
Socioeconómico	Calidad de vida	---	3	---	20	---	2
	Infraestructura y servicios	---	---	---	---	---	1
Interacción	Subtotal	13	3	47	39	7	9
	Total	16		86		16	

### V.3. Valoración de los impactos

Como tercer paso del proceso de identificación y evaluación de impactos por el proyecto, se aplicó la metodología semicuantitativamente de escala de niveles de impacto formulada por Espinoza (2002). Para su aplicación se consideraron los siguientes niveles:



## Capítulo V

### A. Para impactos ambientales adversos:

- a. Compatible: La acrecencia de impacto o la recuperación inmediata tras el cese de la acción. No necesitan prácticas mitigadoras.
- b. Moderado: La recuperación de las condiciones iniciales requiere cierto tiempo. Se precisan prácticas de mitigación simple.
- c. Severo: La magnitud del impacto exige, para la recuperación de las condiciones, la adecuación de medidas ambientales específicas.

### B. Para impactos ambientales positivos:

- d. Alto: Tienden a mejorar las condiciones de los componentes previo al desarrollo de las obras y/o actividades generadoras de impactos.
- e. Medio: Logran recuperar de manera similar las condiciones de los componentes ambientales, a las prevalecientes previo a la ejecución de la acción que originó la afectación.
- f. Bajo: No representan un gran beneficio para el ambiente, sin embargo, no se descarta su ejecución.

Para la obtención del valor del impacto se aplica la siguiente fórmula:

$$V.I. = C (P + I + O + E + D + R)$$

Donde:

V.I. = Valor del impacto.

C = Carácter del impacto.

P = Grado de perturbación (representa la afectación prevaleciente en el medio ambiente).

I = Importancia (desde el punto de vista de los recursos naturales y la calidad ambiental).

O = Riesgo de ocurrencia (entendido como la probabilidad que los impactos estén presentes).

## Capítulo V

E = Extensión (se refiere a la superficie involucrada). D = Duración (tiempo de permanencia del impacto).

R = Reversibilidad (la capacidad de volver a las condiciones iniciales).

Cada uno de los factores que se consideran en la valoración del impacto recibe un valor cuantitativo que puede ir de 1 a 3 dependiendo del número de alternativas (criterios) para calificarlo, como se muestra en la Tabla 82

Tabla 82 Valores asignados por criterios considerados para la determinación del valor del impacto.

<b>Criterio</b>	<b>Valor asignado por clasificación</b>		
<b>Carácter</b>	Positivo (1)	Negativo (-1)	---
<b>Perturbación</b>	Importante (3)	Regular (2)	Escasa (1)
<b>Importancia</b>	Alta (3)	Media (2)	Baja (1)
<b>Ocurrencia</b>	Muy probable (3)	Probable (2)	Poco probable (1)
<b>Extensión</b>	Regional (3)	Local (2)	Puntual (1)
<b>Duración</b>	Permanente (3)	Media (2)	Corta (1)
<b>Reversibilidad</b>	Irreversible (3)	Parcial (2)	Reversible (1)

Fuente: Espinoza (2002)

Las amplitudes, para determinar el nivel del impacto, son:

- a) Severo y alto:  $\geq (- \text{ o } +) 15$
- b) Moderado y Medio:  $(- \text{ o } +) 15 \geq (- \text{ o } +) 9$
- c) Compatible y bajo:  $\leq (- \text{ o } +) 9$

La Tabla 83 contiene el resultado de la valoración de los impactos ambientales potenciales identificados en la matriz de Leopold (causa – efecto). En este caso, se valoraron cada una de las relaciones identificadas en la matriz, independientemente de la obra y/o actividad, condición actual de los componentes ambientales y del carácter de la relación.

Capítulo V

Tabla 83 Matriz tipo Leopold (causa – efecto) con la valorización de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto “NINE”

Etapas de desarrollo del proyecto																											
Componente	Factor	Subfactor	Preparación del sitio		Construcción													Operación y mantenimiento									
			Acondicionamiento de áreas	Uso de automotores	Obras de apoyo temporales			Desplante de obra		Obra civil (módulos, PTAR, POI, restaurantes, albercas, estacionamiento, cocinas, almacenes, otros).						Áreas permeables			Planta de tratamiento de aguas residuales			Planta de ósmosis inversa		Obra civil			
			Deshierbe y Desmonte	Re-nivelación	Transporte material para la construcción	Conformación de las obras	Acabado de las obras civiles	Limpieza de los sitios	Hincado de pilotes	Colocación de plataforma	Transporte de material para la construcción	Habilitado de acero y cimbras	Conformación de obra civil	Instalación de servicios en obra civil	Acabados de obra civil	Uso de maquinaria, vehículos y equipos automotores	Transporte de materiales	Sembrado de áreas verdes	Acondicionamiento de áreas	Tratamiento de agua residual	Reuso de agua tratada	Descarga de agua residual	Generación de lodos	Aprovechamiento de agua salobre	Descarga de agua de rechazo	Actividad turística	
Abiótico	Fisiografía	Relieve		-12																							
	Suelo	Erosión		-10													13										
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas		-9	-9																						
		Contaminación por residuos				-8	-8	11							-8	-10	-10	-10	-10			8	8			-11	
	Aire	Calidad		-7	-9																						
		Confort sonoro		-7	-10						-11				-10	-7											-11
	Agua	Disponibilidad					-8																				
		Calidad																									
Modificación del flujo superficial																											
Biótico	Flora	Abundancia	-11																								
		Cobertura	-10																								
		Especies en categoría de riesgo	-8																								
	Fauna	Abundancia	-7			-8	-8																				-9
		Movilidad	8																								
		Disponibilidad de hábitat	-8																								
Paisaje	Cualidad estética	Calidad estético - paisajística.	-11																								
		Impacto visual.																									

Capítulo V

Etapas de desarrollo del proyecto																								
Componente	Factor	Subfactor	Preparación del sitio		Construcción													Operación y mantenimiento						
			Acondicionamiento de áreas	Uso de automotores	Obras de apoyo temporales			Desplante de obra		Obra civil (módulos, PTAR, POI, restaurantes, albercas, estacionamiento, cocinas, almacenes, otros).					Áreas permeables			Planta de tratamiento de aguas residuales			Planta de ósmosis inversa		Obra civil	
			Deshierbe y Desmonte	Re-nivelación	Transporte material para la construcción	Conformación de las obras	Acabado de las obras civiles	Limpieza de los sitios	Hincado de pilotes	Colocación de plataforma	Transporte de material para la construcción	Habilitado de acero y cimbras	Conformación de obra civil	Instalación de servicios en obra civil	Acabados de obra civil	Uso de maquinaria, vehículos y equipos automotores	Transporte de materiales	Sembrado de áreas verdes	Acondicionamiento de áreas	Tratamiento de agua residual	Reuso de agua tratada	Descarga de agua residual	Generación de lodos	Aprovechamiento de agua salobre
	Calidad de vida	Generación de empleos.	11	11		10	10	10	10	10		10	11	10	10	11		10	10					15
		Derrama económica local y regional.		11		9			13	13		9	15	13	13	13								17
<b>Socioeconómicos</b>	Infraestructura y servicios	Incremento de oferta de servicios turísticos.																						18

## Capítulo V

Del análisis de la valoración de los impactos ambientales potenciales a generarse por la ejecución del proyecto, se encontró que, de los 67 impactos adversos identificados, tres se clasifican como severos, 21 como moderados y 43 compatibles. Los tres adversos severos se tendrían en la etapa de construcción. Por otro lado, de los 21 adversos moderados, seis en la etapa de preparación del sitio y tres durante la operación.

Por otro lado, de los 51 impactos benéficos, cinco se clasifican como altamente benéficos, 35 como medianamente y 11 con beneficio bajo (Tabla 84). Durante la etapa de construcción se tendrá la mayor cantidad de impactos benéficos, básicamente relacionado por el efecto positivo que se tendría en el componente socioeconómico. Los impactos altamente benéficos se tendrían principalmente durante la etapa de operación (4 de ellos), por efecto socioeconómico y sobre el agua debido al tratamiento del agua residual y reuso del agua tratada.

Tabla 84 Concentrado de impactos ambientales potenciales identificados a generarse por efecto del desarrollo del proyecto “NINE”

Etapa del proyecto	Impactos adversos			Impactos benéficos		
	Severos	Moderados	Compatibles	Altos	Medios	Bajos
<b>Preparación del sitio</b>	-	6	7	9	3	-
<b>Construcción</b>	3	12	32	1	28	10
<b>Operación</b>	-	3	4	4	4	1
<b>Subtotal</b>	3	21	43	5	35	11
<b>Totales (por nivel)</b>	67			51		

El hecho de que se hayan encontrado menos impactos ambientales adversos severos se debe a que las obras que constituyen el desarrollo del proyecto se diseñaron para desplantarse sobre áreas previamente impactadas, incluyéndose el desmonte y el despálme o nivelación, lo que implica que los impactos ambientales por la preparación del sitio ya se dieron. Ahora lo que se requiere es desmonte, deshierbe y re-nivelación del terreno debido a alteraciones naturales que se pudieron haber presentado por el tiempo que han estado expuestas esas áreas a efectos climáticos, principalmente.

## Capítulo V

Considerando las afectaciones antes mencionadas, es de aclarar que ello incide directa e indirectamente sobre la funcionalidad ambiental del área y la presencia de individuos relevantes de flora y fauna en el sitio. Así, entre los impactos que se tuvieron por la preparación del sitio, con autorización en materia ambiental, están la remoción de la vegetación forestal, incluyendo individuos de especies en categoría de riesgo de haber estado presentes, la pérdida de calidad de hábitat para la fauna silvestre, pérdida de suelo y cambios en el patrón de escurrimiento o flujo hidrológico superficial (temporal, ya que no hay cuerpos de agua superficiales permanentes en el predio).

### V.3.1. Selección y descripción de los impactos significativos

De acuerdo con Gómez – Orea (1999), no todos los impactos deben estudiarse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse sobre los impactos más importantes. Por ello, lo más recomendable es hacer un “cribado” para seleccionar los que, en principio y con la información de que se dispone, se estimen significativos.

Derivado de la elaboración de la matriz tipo Leopold (causa – efecto) para la identificación de los impactos ambientales potenciales se procede a su descripción, utilizando información relacionada con el desarrollo del proyecto y la caracterización del ambiente en el área del proyecto, tomando en cuenta los valores que sirvieron de base para la evaluación, a fin de describir con la mayor claridad posible los impactos ambientales asociados al proyecto y a la normatividad vigente. Cabe aclarar que para describir de mejor manera el carácter y comportamiento del impacto ambiental se emplearán los criterios propuestos por Espinoza (2002), mencionados en la Tabla 85.

Tabla 85 Criterios utilizados para describir el carácter y comportamiento de los impactos ambientales

<b>Criterios</b>	<b>Categorías</b>		
<b>Carácter</b>	Adverso	Benéfico	---
<b>Extensión</b>	Puntual	Local	Regional
<b>Momento</b>	Corto	Mediano	Largo plazo
<b>Acumulación</b>	Simple	Acumulativo	---
<b>Sinergia</b>	Sinérgico	No sinérgico	---

## Capítulo V

<b>Criterios</b>	<b>Categorías</b>		
<b>Persistencia</b>	Permanente	Temporal	---

Tomado de Espinoza (2002)

La definición de cada criterio y categoría para describir un impacto ambiental es como se describe a continuación:

- **Carácter.** Refleja el sentido o efecto del impacto sobre el componente ambiental.
  - **Adverso (negativo):** El impacto en el componente ambiental es nocivo, se afectan las cualidades del componente ambiental.
  - **Benéfico (positivo):** La acción del proyecto provoca una mejoría en las características del componente ambiental.
- **Extensión.** Se refiere a la extensión territorial en la que se presenta el impacto.
  - **Puntual:** El efecto se presenta directamente en el sitio donde se ejecuta la acción.
  - **Local:** El efecto se presenta entre los límites del predio del proyecto.
  - **Regional:** El efecto se presenta dentro de los límites del sistema regional definido para el proyecto, afectando a más de una población.
- **Momento.** Representa el tiempo en que se manifiesta el impacto.
  - **Corto plazo:** Hace referencia al impacto ambiental que se manifiesta por un periodo menor a un año.
  - **Mediano plazo:** Hace referencia al impacto ambiental que se presenta por plazo menor a 5 años después de haberse ocasionado.
  - **Largo plazo:** Hace referencia a cuando la incidencia del impacto ambiental rebasa el tiempo de operación del proyecto.

## Capítulo V

- Acumulación. Efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o el presente.
  - Simple: Impacto ambiental que se manifiesta en un solo componente ambiental y no induce efectos secundarios.
  - Acumulativo: Impacto ambiental que se manifiesta cuando se produce un incremento progresivo en la gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera.
- Sinergia. Es el que se produce por el efecto conjunto de varias acciones, originando una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales.
  - Sinérgico: Se clasifica como un impacto ambiental sinérgico cuando la incidencia de varias acciones simples produce un efecto mayor sobre el factor ambiental.
  - No sinérgico: Impacto ambiental que no refleja un incremento por la incidencia de varias acciones.
- Persistencia. Hace referencia a la permanencia del impacto ambiental.
  - Temporal: El impacto puede presentarse hasta poco tiempo después del tiempo que dure el agente que le dio origen.
  - Permanente: El impacto persiste aún y cuando ha cesado el agente que le dio origen, por muchos años después.

Por lo que, en la Tabla 86 se describen las relaciones adversas moderadas y severas (aquellos con valoración  $\geq 10$ ), obtenidas del análisis semicuantitativo realizado, sin abordar los impactos benéficos, siguiendo el mismo procedimiento que el efectuado en la matriz tipo Leopold (causa – efecto).



## Capítulo V

Tabla 86 Descripción de las relaciones adversas moderadas y severas (aquellas con valoración  $\geq 10$ ), obtenidas del análisis semicuantitativo realizado

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Descripción del impacto	Relevancia
<b>Preparación del sitio</b>				
1	Re-nivelación / relieve	Modificación de la topografía del sitio	<p>Se trata de un impacto ambiental que implica la conformación de la plataforma del área de aprovechamiento del proyecto, la cual se ha venido dando en el desarrollo de los proyectos turísticos que se encuentran aledaños al predio del proyecto y a lo largo de la franja costera y para el desarrollo de la localidad de Puerto Morelos, incluyendo la construcción de la infraestructura de vivienda y servicios urbanos. Sin embargo, este impacto se clasifica como moderado y no severo, básicamente porque esta acción ya ocurrió en la mayor parte del predio, no obstante, se hace necesario una re-nivelación y, así, corregir afectaciones naturales que se han tenido por el paso del tiempo a lo ya realizado. En este caso, el área de afectación no será mayor al 54.20% de la superficie total del predio. Por otro lado, hay que tomar en cuenta que el diseño constructivo considera una plataforma elevada soportada por 473 pilas, con una superficie de contacto con el suelo de solo 0.09 ha.</p> <p>Es un impacto puntual, de largo plazo, simple, no sinérgico, permanente y muy seguro que se va a dar, ya que es algo requerido para el proceso constructivo</p>	<p>Se considera un impacto ambiental de relevancia moderada, ya que, como ya se mencionó, sus efectos directos e indirectos principales al suelo, flujos hidrológicos y a la flora silvestre ya se dieron. Ahora, al tratarse de una re-nivelación sus efectos serán menores.</p>

## Capítulo V

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Descripción del impacto	Relevancia
2	Re-nivelación / erosión de suelo	Pérdidas de suelo del horizonte orgánico	<p>Las nivelaciones del terreno para la conformación de las bases de desplante implican, la mayoría de las veces, quitar el(os) horizonte(s) superficial(es) del suelo para dar el nivel requerido, o bien, para quitar parte del material que no tiene las características de consistencia, resistencia y estabilidad requerida para la construcción. Al igual que el impacto anteriormente descrito, se ha venido dando en el desarrollo de los proyectos turísticos que se encuentran aledaños al predio del proyecto y a lo largo de la franja costera, dentro del SAR definido, y para el desarrollo de la localidad de Puerto Morelos. En este caso el impacto que se tendrá se clasifica como moderado debido a que, como ya se ha venido diciendo, este impacto ya se dio en la mayor superficie de desplante de obras que lo requieren, ahora, en caso de efectuarse sería en pequeñas áreas. El área de afectación se concentra en las 4.41 ha del área de aprovechamiento del proyecto y durante la etapa de preparación del sitio, ya que en la construcción toda el área de desplante será cubierta.</p> <p>Dado lo anterior, este impacto se clasifica como puntual, de largo plazo, acumulativo, permanente y probable de que ocurra.</p>	<p>En el predio, este impacto es de relevancia moderada, a pesar de que el suelo es un componente ambiental muy relevante y no renovable, debido a que de presentarse será en un área menor, dado que la mayor superficie de desplante ya fue nivelada</p>

Capítulo V

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Descripción del impacto	Relevancia
3	Re-nivelación/ modificación del flujo superficial	Modificación del patrón de escurrimiento del agua de lluvia	<p>La nivelación implica cambios en el relieve del terreno y, con ello, cambios en el patrón de escurrimiento del agua de lluvia. El grado del impacto radica, primero, en la superficie nivelada; segundo, la topografía de la superficie nivelada y, tercero, el volumen de la escorrentía. Del análisis realizado resultó que este impacto se clasifica como moderado debido a que la nivelación ya fue realizada, lo que ahora requiere es un arreglo de las áreas afectadas por el paso y efecto del tiempo, y en aquellas áreas que cambian por efecto de modificación del diseño del proyecto.</p> <p>Además, de que de las 8.15 ha del predio, solo se aprovecha en 4.41 ha, 54.20% de la superficie total, y de que en el predio del proyecto no existen cuerpos de agua superficiales permanente ni temporales.</p> <p>Por otro lado, hay que tomar en cuenta que el diseño constructivo considera una plataforma elevada soportada por 473 pilas a 3.2 msnm, lo que implican una superficie de contacto con el suelo de solo 0.09 ha.</p> <p>Se trata de un impacto ambiental que se clasifica como local, de largo plazo, simple, que no es sinérgico y permanente.</p>	<p>Este impacto tiene una relevancia moderada porque en el predio no existen cuerpos de agua permanentes ni temporales que afectar, se conservará el 45.8% de la superficie total, y, como ha sido mencionado, el mayor efecto en el predio ya se dio, ahora solo se tratadeuna re-nivelación.</p>

## Capítulo V

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Descripción del impacto	Relevancia
4	Deshierbe y desmonte /abundancia de flora	Disminución del número de ejemplares de flora silvestre	<p>Existe ya una remoción de árboles y arbustos de manera lícita, sin embargo, existen dos manchones de regeneración y revegetación existentes en el predio, un remanente de selva baja caducifolia de 3,296 m<sup>2</sup> y otro de tular con 2,201 m<sup>2</sup>. Ahora se habla de deshierbe toda vez que existen individuos de especies herbáceas oportunistas como lo son las gramíneas <i>Distichlis spicata</i> y <i>Chloris inflata</i>, que resultaron ser las especies más dominantes y que han crecido en las áreas que fueron previamente afectadas para el desplante de las obras. El crecimiento de este tipo de individuos es parte de un proceso de sucesión ecológica natural que se encuentra en los inicios del proceso. Se trata, por lo general, de especies de rápido crecimiento e indicadores de un proceso de alteración previo; posteriormente, estos individuos van desapareciendo para dar origen a otras especies arbóreas y arbustivas.</p> <p>Se clasifica como un impacto ambiental adverso, puntual, de largo plazo, permanente e irreversible</p>	<p>Tiene una relevancia moderada, y no severa, debido a que el impacto es local, en el 54.20% del predio, esto incluyendo el área para jardines.</p> <p>En cuanto a la diversidad, los estratos de vegetación del área de desplante de obras presentaron los siguientes valores: el estrato herbáceo resultó con 1.43, el arbustivo presentó un valor de 1.98 y el arbóreo 1.10, estos datos corresponden a un nivel bajo debido a que se encuentran por debajo de 2, por lo tanto, en términos de diversidad esta porción del terreno es baja.</p>
5	Deshierbe y desmonte / cobertura vegetal	Incremento del área terrestre sincobertura vegetal	El desmonte y deshierbe conlleva a la pérdida de cobertura vegetal del suelo, lo que implica reducción de la protección contra los efectos de la lluvia y el viento, propiciando la pérdida de suelo del horizonte superior, reducción del aporte de materia orgánica y la disminución de la calidad del suelo en general. En	Tiene una relevancia moderada por los efectos que tiene sobre la degradación y pérdida de suelo, sin embargo, dado que el terreno desprotegido sería rápidamente cubierto por las obras del

## Capítulo V

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Descripción del impacto	Relevancia
			<p>el caso que nos ocupa, si bien se trata de un impacto ambiental adverso, también es de considerar de que se trata de un impacto puntual, de corto plazo y temporal, ya que la superficie de suelo desprotegida sería cubierta, y protegida, por las obras del proyecto.</p> <p>Se clasifica como un impacto ambiental adverso, puntual, de largo plazo, permanente e irreversible.</p>	<p>proyecto, el impacto sobre otros componentes ambientales sería rápidamente mitigado.</p>
6	Desmonte y Deshierbe/ calidad estético - paisajística	Pérdida de la uniformidad escénica de la cobertura vegetal	<p>Conforme al SAR, se cuenta con alteraciones de geofomas y paisajes fragmentados, así como áreas naturales. A nivel de predio se cuenta con intervenciones cambian la calidad estético – paisajística en contraste con la zona de vegetación que se forma al oeste y la playa al este, con vistas al mar caribe. A nivel de terreno, al ocurrir el deshierbe sobre las áreas con baja cobertura y porte, implicaría un cambio perceptual y colorido del paisaje, poco significativo a nivel regional.</p> <p>Sin embargo, a nivel escénico en el 54.20% del predio; este impacto se clasifica como adverso de manera local, ya que se considera a largo plazo y, permanente.</p>	<p>Se considera como moderado dado de que se trata de un impacto ambiental que es seguro que se tendría que dar, siendo permanente, pero local y parcialmente reversible con medidas como la conservación y mejoramiento de áreas con vegetación (45.8%) y creación de jardines con especies nativas de los tres estratos (12.24%).</p>
<b>Construcción</b>				

## Capítulo V

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Descripción del impacto	Relevancia
7	Transporte/ confort sonoro	Alteración del confort sonoro	<p>El ambiente sonoro está conformado por las ondas que constituyen el sonido y ruido generado por diversas fuentes en un punto y tiempo dado. Sonido y ruido algunas veces se utilizan indistintamente, como sinónimos, sin embargo, existe una diferencia entre ellos. Mientras sonido se refiere, en sentido general, al efecto auditivo que es agradable para el oído, como sentido del ser humano, el ruido hace referencia a las ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido o sonidos que interfieren con uno de interés. Bajo este entendido, el ruido que emiten los automotores, en este caso los vehículos que transportan los diversos materiales requeridos para la construcción y retiro de residuos, así como del transporte del personal, alteraría el ambiente sonoro en el predio del proyecto, teniendo como principal fuente emisora los vehículos que circulan por el boulevard El Cid, en la parte opuesta a la zona federal marítimo terrestre.</p> <p>La operación de los vehículos automotores y de la maquinaria emitirán una intensidad de ruido que va de los 70 a 90 dB(A) para los vehículos, y de entre 78 y 107 dB(A) para la maquinaria que operaría en las actividades de recolección y disposición final de residuos, así como en la recuperación y almacenamiento temporal del suelo.</p>	<p>Su relevancia se considera moderada dado que es un impacto que es probable que se dé y a que se presente a nivel regional al nivel que se considerade afectación. Lo que ayuda a que no se considere como severo es que es intermitente (corta duración) y totalmente reversible.</p>

## Capítulo V

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Descripción del impacto	Relevancia
			<p>Este impacto se clasifica como adverso por el nivel de disturbio que se llega a alcanzar con el paso de algunos vehículos pesados, regional, por las distancias que tienen que recorrer para dar servicio al proyecto, pero de corto plazo (intermitente), acumulativo, no es sinérgico y temporal, solo durante la etapa de construcción del proyecto.</p>	
8	Hincado de pilotes / confort sonoro	Alteración del confort sonoro	<p>Tomando en cuenta que el proceso de hincado de estas estructuras será con un martillo hidráulico, se tienen dos fuentes emisoras de ondas acústicas que llegan a clasificarse como ruido y no sonido, considerando la diferencia descrita arriba. La primera fuente emisora es la operación de la maquinaria (martillo hidráulico), que es una fuente constante durante el tiempo de la operación. Y, la segunda, es el impacto del martillo sobre el pilote para enterrarlo, que es intermitente pero constante durante el tiempo de trabajo. En suma, se tiene un efecto aditivo en las ondas acústicas de las dos fuentes emisoras durante el tiempo de operación afectando el confort o ambiente sonoro.</p> <p>Este impacto se clasifica como adverso, local y a veces puntual, de corto plazo, acumulativo, sinérgico, ya que llega a afectar a la fauna silvestre también, y temporal.</p>	<p>Este impacto llega a considerarse moderado debido a que la perturbación e importancia que llega a alcanzar se considera regular o media, por el efecto que tendría en la fauna silvestre y en los trabajadores, además, de ser un impacto que es seguro que se tendría a nivel de predio, por corto tiempo, siendo totalmente reversible</p>

## Capítulo V

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Descripción del impacto	Relevancia
9	Colocación de plataforma/ disponibilidad de agua	Incremento del consumo de agua para la realización de la actividad	<p>La demanda de agua para esta actividad se divide en dos, la requerida por el personal, que es mínima, y la necesaria para la preparación del montado de las plataformas, la más demandante. Considerando que durante la construcción el proyecto no tendrá su fuente de abastecimiento de agua, esta será obtenida de la disponible a nivel municipal, lo que no implica reducción de la demanda.</p> <p>Es un impacto ambiental adverso, por lo que implica la demanda misma de agua, regional, por la fuente misma de agua, de corto plazo, acumulativo y que no es sinérgico.</p>	Lo que llevó a clasificar a este impacto con moderada relevancia es la extensión del impacto, ya que el consumo de agua impacta a nivel regional ya que es un impacto que se da por sí mismo como parte del proceso constructivo.
10	Colocación de plataforma/ modificación de flujo superficial de agua	Cambios en el patrón de escorrentía del agua de lluvia	<p>La colocación de la plataforma como parte del proceso constructivo para las obras del proyecto hotelero, funcionará como una cobertura para la superficie que impedirá que el agua de lluvia, y la escorrentía que forma, siga el proceso natural</p> <p>dado por la topografía en el terreno. En este caso, el agua sería direccionada hacia sitios definidos durante el proceso constructivo, pero no interrumpe el drenaje superficial natural, considerando que los edificios implican un diseño constructivo sobre una losa suspendida sobre pilas que sobresalen 3.2 msnm, aunado a que se deja el 45.8% de áreas naturales. Al final, el agua de lluvia llega al manto</p>	Surelevanciaes moderada considerando que es un impacto que se da comoparte el proceso constructivo del proyecto, es permanente, pero de manera localy parcialmente reversible.



## Capítulo V

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Descripción del impacto	Relevancia
			<p>freático o corre a otros sitios, dentro o fuera del predio o se pierde por evapotranspiración.</p> <p>Este es un impacto adverso, local, de largo plazo, simple y permanente.</p>	
11	Colocación de plataforma / calidad estético - paisajística	Pérdida de armonía paisajística	<p>Como se explicó anteriormente, se puede ver que el paisaje, a nivel de sistema ambiental, está conformado por un mosaico de componentes y colores. Por un lado, hay infraestructura hotelera y condominal en las colindancias norte y sur del predio y, en la parte oeste se tiene una serie de vías de comunicación que impactan y cambian la calidad estético – paisajística y, al este el área de playa sin vegetación. Durante la etapa de preparación, un primer cambio de la calidad paisajística del predio se daría con el deshierbe sobre las áreas con vegetación de bajo porte y con baja cobertura, lo que conlleva a un cambio perceptual y colorido del paisaje a nivel de predio. El siguiente sería la etapa constructiva por las estructuras artificiales con gradientes de alturas que varían de 3 a 14 m máximo, generando un mayor contraste estético entre los componentes escénicos del predio. En conjunto, toda la infraestructura del proyecto constituiría un paisaje que se integra con el sistema ambiental que se desarrolla en la zona.</p> <p>Este impacto se clasifica como adverso, por la instalación de estructuras artificiales y lo que ello</p>	<p>Es uno de los tres impactos ambientales clasificado con una relevancia severa. Para ello se tomó en consideración que sería un impacto ambiental que es muy probable que se dé, es permanente e irreversible, pero de impacto local y con perturbación regular, dado el nivel de afectación en el sistema ambiental.</p>

## Capítulo V

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Descripción del impacto	Relevancia
			<p>implica en el paisaje; local, porque estaría distribuido solo en áreas de desplante de obras del proyecto; acumulativo, de largo plazo y, permanente. Este impacto se clasifica como adverso, por la instalación de estructuras artificiales y lo que ello implica en el paisaje; local, porque estaría distribuido solo en áreas de desplante de obras del proyecto; acumulativo, de largo plazo y, permanente.</p>	
12	<p>Conformación de obra civil / contaminación del suelo por residuos</p>	<p>Cambio de las propiedades del suelo y contaminación ambiental</p>	<p>Derivado de las actividades constructivas, el personal y los materiales usados, es en esta etapa y en este proceso donde se genera una mayor cantidad de residuos de manejo especial, peligrosos y, en menor grado, sólidos urbanos. Los residuos de manejo especial que se producen están directamente asociados al proceso constructivo: cascajo, corte de madera usada para cimbrar y chatarra producto de los cortes de varillas, alambre, alambrón y lámina, principalmente. Por otro lado, entre los residuos peligrosos que más se generan en esta etapa es el suelo contaminado por fugas y derrames de hidrocarburos (aceite, grasas y combustibles), y sustancias químicas (desmoldantes, principalmente). Además, del mantenimiento a la maquinaria, equipos y vehículos también se genera aceite quemado y filtros y trapos contaminados con hidrocarburos, pero esto será realizado en talleres mecánicos especializados que tienen su propio manejo de residuos. Por último, están los residuos</p>	<p>Se considera un impacto de relevancia moderada por su característica de darse a nivel local, de mediana duración y por ser uno de los impactos que se da derivado del proceso constructivo.</p>

## Capítulo V

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Descripción del impacto	Relevancia
			<p>sólidos urbanos que se generarán por el personal que laborará en el proyecto, quienes llevarían sus alimentos y bebidas refrescantes al sitio de trabajo.</p> <p>La degradación química del suelo está dada por diversas causas, como la pérdida de nutrientes y materia orgánica, salinización, acidificación y la contaminación. En este caso, la degradación química está dada por la dispersión de residuos sólidos en diversas áreas del predio. El mal manejo en su recolección, almacenaje temporal y transporte podría ocasionar que dispersen en el predio convirtiéndose en un problema de contaminación ambiental y, por lo tanto, en alteración de las propiedades químicas del suelo de acuerdo con lo mencionado por Oldeman et al. (1991).</p> <p>Este impacto se clasifica adverso, por la contaminación ambiental que representa, local, de mediano plazo, no sinérgico y temporal.</p>	
13	Conformación de obra civil / disponibilidad de agua	Incremento del consumo de agua para la realización de la actividad	La demanda de agua para esta actividad se divide en dos, la requerida por el personal, que es mínima, y la necesaria para los procesos constructivos de la obra civil, la más demandante. Considerando que durante la construcción del proyecto no se tendría su fuente de abastecimiento propia de agua, esta sería obtenida de la disponible a nivel municipal.	Lo que llevó a clasificar a este impacto como moderado es la extensión del impacto, ya que el consumo de agua impacta a nivel regional ya que es un impacto que se da por sí mismo como parte del

## Capítulo V

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Descripción del impacto	Relevancia
			Es un impacto ambiental adverso, por lo que implica la demanda misma de agua, regional, por la fuente misma de agua, de mediano plazo y que no es sinérgico.	proceso constructivo de la obra civil.
14	Conformación de obra civil / calidad estético – paisajística	Pérdida de armonía paisajística	<p>Siguiendo el proceso constructivo, se tiene que la primera afectación a este atributo ambiental se da durante el deshierbe, seguido por el hincado de pilotes y después por el montado de la plataforma como elemento artificial, después le sigue el levantamiento de la obra civil. Las dos primeras tienen un impacto más a nivel de mosaico estructural dentro del predio visto desde una vista aérea o dentro del predio mismo; y, el levantamiento de la obra representa un impacto más visible desde la perspectiva horizontal del escenario. Este impacto se reducirá considerando que se trata de construcciones que serán espaciadas, no una obra continua de componentes estructurales, y que tendrá una altura de 14 m (4 niveles), como lo establece el PDUCCPM y corresponde a la altura promedio del dosel en la región.</p> <p>Se considera un impacto ambiental adverso, local, de largo plazo, sin sinergia, y permanente.</p>	Este es otro de los impactos ambientales clasificados como severos, dado que se trata de una afectación irreversible, permanente, muy probable que suceda, pero que se da a nivel local y su perturbación se considera como regular, básicamente.

## Capítulo V

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Descripción del impacto	Relevancia
15	Conformación de obra civil / impacto visual	Disminución la capacidad contemplativa del paisaje	<p>El levantamiento vertical, y la altura que alcanzan, representarían una barrera que impediría contemplar el paisaje que se tendría frente a los observadores a nivel de suelo. Sin embargo, esta barrera no sería continua de acuerdo con la distribución de las obras (edificios) en el predio del proyecto.</p> <p>Se considera un impacto ambiental adverso, local, de largo plazo, simple y permanente.</p>	Este es el tercer impacto ambiental que se clasifica con una relevancia severa, debido a que se trata de un impacto que se da debido al tipo de proyecto, es irreversible y permanente, aunque sea a manera local.
16	Instalación de servicios en obra civil/ contaminación del suelo por residuos	Cambio de las propiedades del suelo y contaminación ambiental	<p>Una vez construida la obra civil tiene que ser dotada de servicios, como, luz, agua, aire acondicionado, telefonía, sistema contra incendios, entre otros, y todas estas obras son generadoras de residuos de manejo especial y, en menor grado, de sólidos urbanos, sin esperarse o siendo mínimos, los residuos peligrosos. Si estos no se manejan apropiadamente pueden llegar a convertirse en contaminantes ambientales y del suelo, directamente.</p> <p>Se considera un impacto adverso, local, de corto plazo, acumulativo, y temporal.</p>	Se consideró moderado debido a su muy probable ocurrencia, como parte inherente del proceso constructivo, reversible, que es local y de corta duración.
17	Acabados de obra civil / contaminación	Cambio de las propiedades del suelo y	De manera similar al impacto ambiental anteriormente descrito, se da una vez que se termina el proceso constructivo de las obras del proyecto y se acondicionan las habitaciones y áreas de servicio;	Se clasificó como moderado por su muy probable ocurrencia, como parte inherente del proceso

## Capítulo V

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Descripción del impacto	Relevancia
	del suelo por residuos	contaminación ambiental	<p>con la instalación de ventanas, puertas, muebles, pintura, entre otros. Todo ello genera residuos de manejo especial, peligrosos (ejemplo: botes de pintura, latas de barniz, y trapos, guantes, brochas y otros utensilios impregnados de estas sustancias), y, en baja escala, residuos sólidos urbanos. Si estos no se manejan apropiadamente pueden llegar a convertirse en contaminantes ambientales y del suelo, directamente.</p> <p>Es considerado un impacto adverso, local, de corto plazo, no sinérgico y temporal.</p>	constructivo, reversible, que es local y de corta duración.
18	Uso de maquinaria, vehículos y equipos automotores/contaminación del suelo por residuos	Cambio de las propiedades del suelo y contaminación ambiental	<p>El uso de maquinaria pesada, como trascabos, motoconformadoras, grúas fijas o móviles, bobcats; vehículos pesados, ollas de concreto, camiones bomba para mezcla y camiones de volteo; vehículos pequeños del personal que labora en el proyecto; así como equipo que se usa</p> <p>en actividades constructivas, como maxilights, soldadoras, fuentes de energía, bombas de agua, etc., llegan a tener fallas mecánicas o accidentes que implican derrame o fuga de hidrocarburos que contaminan el suelo. De hecho, este tipo de contaminación en el suelo es de los problemas ambientales más comunes que se tienen en proyectos civiles de este tipo durante la etapa de construcción. Los accidentes que mayormente se presentan son por</p>	Lo que llevó a clasificar a este impacto como moderado es su muy probable ocurrencia, como parte inherente del proceso constructivo, reversible, que es puntual, baja perturbación y de corta duración.

## Capítulo V

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Descripción del impacto	Relevancia
			<p>derrames de combustible o aceite de transmisión al momento de recargar la maquinaria pesada o equipos, por rompimiento de mangueras accidentalmente durante horas de trabajo, y por fugas de partes mal selladas. El impacto es más relevante porque el material que es contaminado con estos compuestos se convierte automáticamente en un residuo peligroso, implicando que tenga que atender de manera inmediata y dar un manejo más cuidadoso al residuo rescatado.</p> <p>Este es un impacto que se clasifica como adverso, local, de mediano plazo, simple y temporal.</p>	
19	Uso de maquinaria, vehículos y equipos automotores / confort sonoro	Alteración del confort sonoro	<p>El ruido que emiten los automotores aquí considerados alteraría el ambiente sonoro en el predio del proyecto, teniendo como principal fuente emisora el movimiento del agua marina al este del predio, y, en la parte oeste, los vehículos que circulan por el boulevard El Cid.</p> <p>Este impacto se clasifica como adverso por el nivel de disturbio que se llega a alcanzar por la operación de la maquinaria y equipo dentro del predio, local, porque estos operarán directamente en las obras dentro del predio, pero de mediano plazo, simple, no es sinérgico y temporal, solo durante la etapa de construcción del proyecto.</p>	Su relevancia se considera moderada dado que es un impacto que es muy probable que se dé a nivel local. Lo que ayuda a que no se considere como severo es que es intermitente (corta duración) y totalmente reversible.

## Capítulo V

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Descripción del impacto	Relevancia
<b>Operación y mantenimiento</b>				
<b>20</b>	Aprovechamiento de agua salobre / Disponibilidad de agua	Disminución del volumen de agua del acuífero	<p>Como parte de la operación del proyecto se va a demandar agua para el servicio de los trabajadores, huéspedes y mantenimiento en general de las instalaciones y áreas verdes. Para cubrir la demanda de agua se tendrán dos fuentes de abastecimiento, cada fuente se usará dependiendo del uso que se le vaya a dar.</p> <p>Por un lado, está el agua extraída del manto acuífero por medio de los dos pozos de aprovechamiento considerados construir y que será tratada en la POI. Está se utilizaría para cubrir lada demanda de agua para de los trabajadores y huéspedes, principalmente. El volumen de agua estimado a solicitar es de 324,347.76 m3 año-1 de cada pozo, a extraer de un acuífero que tiene una disponibilidad de agua de 2,842.72 Mm3 anuales, lo que representa el 0.023% del volumen de agua total anual disponible, que a nivel del SAR este impacto se puede considerar como adverso, regional, de largo plazo, acumulativo y permanente.</p> <p>Y, por otro lado, se tiene el agua tratada proveniente de la PTAR a construir como parte de los componentes del proyecto, siendo esta agua tratada la generada por los trabajadores y huéspedes del proyecto. Parte de esta agua tratada se reutilizaría</p>	Se consideró como un impacto de relevancia moderada considerando su extensión, ya que el consumo de agua impactaa nivel regional y a que es un impacto que se da en proyectos de este tipo por la demanda de este recurso natural no renovable del sistema.



## Capítulo V

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Descripción del impacto	Relevancia
			<p>para riego de las áreas verdes del proyecto y para el mantenimiento de la infraestructura del proyecto, como el lavado de banquetas, caminos internos revestidos y otras</p> <p>áreas que requieran de limpieza. El agua tratada excedente se enviaría al manto acuífero a través de uno de los pozos de absorción considerados habilitar, cercano a la PTAR.</p> <p>Este impacto se puede considerar como adverso, regional, de largo plazo, acumulativo y permanente.</p>	
21	Actividad turística / contaminación por residuos	Contaminación ambiental	<p>Durante la operación del proyecto, los residuos sólidos urbanos serán los que se generen mayoritariamente por la actividad turística. Estos provendrán, en su mayoría, de los restaurantes y los que se generen en los cuartos hoteleros. Los residuos de manejo especial y peligrosos serán en cantidad baja por las actividades de mantenimiento de las instalaciones.</p> <p>Se clasifica como un impacto adverso, local, de largo plazo, simple, no sinérgico y permanente.</p>	<p>Aunque es un impacto que se presenta en este tipo de proyecto permanentemente, se clasificó como de relevancia moderada por ser un impacto reversible que se presenta localmente con escasa perturbación por el manejo que se tiene planeado darles.</p>
22	Actividad turística/ confort sonoro	Alteración del confort sonoro	El movimiento vehicular y las actividades de entretenimiento que llevan a cabo en lugares comunes y determinados del hotel son emisoras de sonido que puede llegar a tonarse molesto para cierto	De relevancia moderada por su muy probable generación de ruido a lo largo de operación del proyecto, es reversible con un

## Capítulo V

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Descripción del impacto	Relevancia
			<p>sector de la población, más si se llegan a rebasar los límites máximos establecidos en el “ACUERDO por el que se modifica el numeral 5.4 de la Norma Oficial Mexicana NOM-081- SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición”.</p> <p>Por la forma de presentarse esta afectación ambiental se considera como adverso, puntual, intermitente, temporal, ni sinérgico y acumulativo.</p>	<p>grado bajo de perturbación e importancia baja por la intensidad que se podría llegar a alcanzar.</p>

#### V.4. Impactos residuales

Los impactos ambientales residuales están definidos en el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en su artículo 3, fracción X, como aquel impacto que persiste después de la aplicación de medidas ambientales ejecutadas para mitigarlo. La persistencia del impacto ambiental después de haber cesado la actividad que lo origina y haber implementado la medida o conjunto de medidas ambientales para prevenirlo o mitigarlo puede tener tres causas: que la medida no haya sido implementada correctamente; que no haya sido la apropiada o, que el impacto no cuente con una medida o medidas ambientales que sean capaces de mitigarlo, por lo que se tendrían que implementar otro tipo de medidas.

Para señalar los impactos ambientales potenciales a generarse por el desarrollo del proyecto, se retoma el listado de impactos ambientales descritos en la Tabla 86. Como parte de la descripción, se ha hecho referencia a su persistencia, entendida esta como la permanencia del impacto.

La persistencia es un criterio que tiene dos categorías para evaluarse, siendo temporal o permanente. En este caso, la permanencia se refiere a aquel impacto que aún se puede identificar aún después de haber cesado el agente que le dio origen, por muchos años después, es decir es un impacto residual.

Bajo las consideraciones antes mencionadas, en la Tabla 87 se incluye el listado de impactos ambientales residuales potenciales a generarse, por etapa de ejecución del proyecto.

De los 22 impactos ambientales relevantes, adversos, moderados y severos (aquellos con valoración  $\geq 10$ ), obtenidas del análisis semicuantitativo realizado, descritos en la Tabla 86 y Tabla 87 se consideran residuales. De estos 12 impactos ambientales, seis se originan en la etapa de preparación del sitio, cuatro en la etapa de construcción y dos en la operación y mantenimiento del proyecto.

## Capítulo V

Tabla 87 Listado de impactos ambientales residuales potenciales a presentarse por el desarrollo del proyecto "NINE".

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Descripción del impacto
<b>Preparación del sitio</b>			
<b>1</b>	Re-nivelación/ relieve	Modificación de la topografía del sitio	<p>Es un impacto ambiental que se considera puntual, solo en el área del donde se planea el desplante de las obras que constituyen el planteamiento del proyecto. Una vez que se genere el impacto no se implementará medida para mitigarlo, ya que se trata de un cambio mínimo en el relieve pero que es necesario para asentar las obras, las cuales cubrirán el terreno actual y, al final tomarían relieves y formas distintas. La medida se da en el diseño del proyecto con el planteamiento constructivo que tiene el propósito de minimizar el área de afectación, lo cual se logró con una losa elevada del suelo sobre pilotes.</p> <p>En este caso, el diseño de las obras se encamina a ser operativas para el uso de los huéspedes y el personal, pero también para que desempeñen una función ambiental sin interrumpir procesos básicos, como bloqueo de escorrentías superficiales, la recarga de agua del manto freático, pérdida de suelo, entre otros.</p>
<b>2</b>	Re-nivelación/ erosión de suelo	Pérdida de suelo del horizonte orgánico	<p>La construcción de la losa sobre pilotes reduce la superficie que se tiene que acondicionar para la construcción. Esta forma de construir reduce grandemente el área de impacto, no obstante, no limita el uso del área cubierta para otras actividades.</p> <p>El área de desplante de obras, en este caso de los pilotes, requiere</p>

<b>Interacción (No.)</b>	<b>Relación</b>	<b>Impacto ambiental identificado</b>	<b>Descripción del impacto</b>
			<p>exista una nivelación para poder proceder con el hincado de las estructuras. Esta nivelación va acompañada de una mínima remoción de la capa superficial de suelo para poder realizar la actividad. Si bien el suelo es rescatado y reutilizado en otras áreas del proyecto o áreas a rehabilitar, la pérdida de suelo en el área de desplante se da para dar paso a las obras, por lo que se considera que es un impacto residual.</p>
<p>3</p>	<p>Re-nivelación/ modificación del flujo superficial</p>	<p>Modificación del patrón de escurrimientodel agua de lluvia</p>	<p>Es un impacto ambiental que se considera puntual, solo en el área del donde se planea el desplante de las obras que constituyen el planteamiento del proyecto. Una vez que se genere el impacto no se implementará medida para mitigarlo, ya que se trata de un cambio mínimo en el relieve pero que es necesario para asentar las obras, las cuales cubrirán el terreno actual y, al final tomarían relieves y formas distintas.</p> <p>En este caso, el diseño de las obras se encamina a ser operativas para el uso de los huéspedes y el personal, pero también para que desempeñen una función ambiental sin interrumpir procesos básicos, como bloqueo de escorrentías superficiales, la recarga de agua del manto freático, pérdida de suelo, entre otros.</p>
<p>4</p>	<p>Desmante y Deshierbe/ abundancia de flora</p>	<p>Disminución del número de ejemplares de flora silvestre</p>	<p>El desmante y deshierbe a realizar en el área de desplante de las obras implica la remoción de todos los ejemplares de flora silvestre que crecen en dicha área. Dicha remoción solo implica el área de desplante de</p>

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Descripción del impacto
			<p>las obras, por lo que solo se afectará la variable abundancia de las especies que crecen el predio, no la diversidad de flora silvestre. Además, como se pudo demostrar con los muestreos de vegetación realizados y descritos en el capítulo IV de esta MIA-R, todas las especies presentes en el predio se encuentran distribuidas en el SAR, lo que indica que tampoco se perdería la diversidad de especies de flora en la región delimitada.</p> <p>La construcción de las obras impediría el crecimiento o rebrote de los ejemplares removidos para la instalación de la plataforma, o el crecimiento de nuevas plántulas, por lo que la recuperación de la abundancia de las especies que crecen en el predio no se daría en el corto o mediano plazo.</p>
5	Desmante y deshierbe/ cobertura vegetal	Incremento del área terrestre sin cobertura vegetal	En la actualidad el predio presenta una cobertura vegetal irregular debido a las afectaciones que ya se dieron con base a las autorizaciones otorgadas para el desarrollo de los proyectos “El Cid de Cancún” y “Caribbean Reef Village”. No obstante, dicha afectación, en el área de desplante crece especies de duna costera, tular, selva baja y matorral costero la cual tendrá que ser removida para construir las obras del proyecto. Si bien, en las áreas ajardinadas se plantarán especies de herbáceas y arbustivas, principalmente, en general la construcción de las obras impediría el crecimiento o rebrote de nuevas plántulas, por lo que la recuperación de la cobertura vegetal y paisaje existente actualmente en el predio
6	Desmante y deshierbe/ calidad estético-paisajística	Pérdida de la uniformidad escénica de la cobertura vegetal	

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Descripción del impacto
			no se daría en el corto o mediano plazo.
<b>Construcción</b>			
7	Colocación de plataforma/ modificación de flujo superficial de agua	Cambios en el patrón de escorrentía del agua de lluvia	Es importante aclarar que este impacto ambiental es sobre el cambio del patrón de escorrentía, no sobre la interrupción de flujos de agua, impacto que no se generaría por las obras o actividades a realizar. En este caso la plataforma que es sobre pilotes a una altura de 3.2 msnm, captará el agua de lluvia la que será dirigida al suelo por pendiente para la captación pluvial. Una vez construidas las obras, edificios o áreas impermeables, éstos captarían el agua pluvial y correría por medio del sistema de captación de agua construido exprofeso para este tipo de agua y ser descargada al manto freático. Este sistema de captación, conducción y descarga de agua representaría un cambio en el patrón de la escorrentía exclusivamente en el área de desplante de las obras del proyecto.
8	Colocación de plataforma/ calidad estético-paisajística	Pérdida de armonía paisajística	La región donde se asentará el proyecto “NINE” enfrenta una problemática de modificación del entorno por perturbación por complejos turísticos y el desarrollo de la zona urbana de Puerto Morelos, obras de ingeniería para corredores turísticos, deforestación, modificación de la cobertura vegetal, tanto antrópica como por efectos hidrometeorológicos, y relleno de áreas inundables para la construcción de vialidades. Sin embargo, y para evitar que el proyecto se convierta en un factor de incremento a dicha
9	Conformación de obra civil/ calidad estético-paisajística	Pérdida de armonía paisajística	
10	Conformación de obra civil/ impacto visual	Disminución de la capacidad contemplativa del paisaje	

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Descripción del impacto
			<p>problemática, su diseño se ha hecho acorde con los lineamientos ambientales establecidos en los instrumentos de desarrollo urbano y ordenamiento ecológico vigentes y aplicables en la región:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sus dimensiones implican el aprovechamiento únicamente del 54.20% de la superficie del terreno y se respeta la altura de construcción definida en el PDUCCPM.</li> <li>• Conservación del 45.89% de la superficie del terreno.</li> <li>• Conservación de patrones de escurrimiento y establecimiento de un sistema de captación, conducción y descarga de agua pluvial al manto freático.</li> <li>• Establecimiento de medidas de prevención contra impactos sobre el acuífero.</li> </ul> <p>Pese a estas consideraciones ambientales, se sobreentiende como un impacto residual del proyecto a la afectación del paisaje, esto en función de la permanencia (99 años) que tendrá el área construida (edificios, restaurantes, POI, PTAR, etc.), dentro del predio. Debido a esta permanencia se hizo una valoración más detallada del que se ha considerado como un impacto residual del proyecto en cuestión.</p>
<b>Operación y mantenimiento</b>			
<b>11</b>	Aprovechamiento de agua salobre/ Disponibilidad de agua	Disminución del volumen de agua del acuífero	Como parte de la operación del proyecto se va a demandar agua Para abastecerse de ella se tendrán las aguas provenientes de la planta de ósmosis, para el servicio de los



<b>Interacción (No.)</b>	<b>Relación</b>	<b>Impacto ambiental identificado</b>	<b>Descripción del impacto</b>
			<p>trabajadores, huéspedes y el agua tratada proveniente de la PTAR, la cual se reusará como agua de riego en los jardines y para lavar banquetas y caminos de comunicación. Lo antes previa concesión de los pozos de aprovechamiento y rechazo que emite el órgano rector de a la CONAGUA. El volumen de agua estimado a solicitar es de 324,347.76 m<sup>3</sup> año-1 de cada pozo, a extraer de un acuífero que tiene una disponibilidad de agua de 2,842.72 Mm<sup>3</sup> anuales, lo que representa el 0.023% del volumen de agua total anual disponible.</p> <p>El tratamiento y reúso del agua residual es una medida ambiental que mitiga el impacto ambiental al manto acuífero por el consumo de agua del proyecto, la cual se considera que es una medida apropiada y funcional para la mitigación del impacto. Sin embargo, la demanda de agua del proyecto rebasa la cantidad y calidad del agua tratada, por lo que durante toda la etapa de operación y mantenimiento se necesitará aprovechar agua del manto acuífero para que el proyecto pueda operar.</p> <p>En este caso se trata de un impacto ambiental originado por un agente que es continuo o permanente durante la operación y, al mismo tiempo se implementan las medidas ambientales para mitigarlo. No se trata de un impacto ambiental que se origine, para el agente que lo ocasiona, y continúe después de implementar la medida ambiental para mitigarlo, como lo indica la</p>

<b>Interacción (No.)</b>	<b>Relación</b>	<b>Impacto ambiental identificado</b>	<b>Descripción del impacto</b>
			definición de impacto residual. No obstante que no cumple a cabalidad con las características de un impacto residual, se decidió considerarlo como tal tomando en cuenta que el impacto se genera toda la etapa de operación del proyecto.
12	Actividad turística / confort sonoro	Alteración del confort sonoro	<p>El movimiento vehicular continuo que implica el traslado de personal y clientes, así como algunas actividades de entretenimiento que se llevan a cabo en lugares comunes y determinados del hotel son emisoras de sonido que puede llegar a tornarse molesto para cierto sector de la población y ahuyentar individuos de fauna silvestre, más si se llegaran a rebasar los límites máximos establecidos en el “ACUERDO por el que se modifica el numeral 5.4 de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición”.</p> <p>El comportamiento de este impacto ambiental es similar al explicado anteriormente, ya que se trata de un impacto que se genera de manera continua durante toda la etapa de operación del proyecto, es decir que el agente generador está activo durante toda la etapa, y, al mismo tiempo, se establecen las medidas ambientales para mitigar su efecto adverso.</p>

Los impactos ambientales antes descritos se consideran residuales, sin embargo, para ello existen medidas ambientales que ayudan a mitigar su efecto en el medio ambiente y en la sociedad, o se pensó en su mitigación en el planteamiento del proyecto. Como

parte de su desarrollo, se han seleccionado aquellas medidas ambientales que han tenido una mejor respuesta en la mitigación de los efectos adversos en el ambiente. La propuesta de medidas ambientales a implementar se presenta para consideración de la autoridad en el siguiente capítulo de esta MIA-R.

### V.5. Impactos acumulativos

Los impactos ambientales acumulativos están definidos en el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en su artículo 3, fracción VII, como aquellos impactos que son resultado del incremento de impactos de acciones particulares que interactúan con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente. Este tipo de impacto se presentan cuando se analizan los impactos ambientales a generarse por un proyecto en particular dentro de un sistema ambiental regional, en el cual convergen otros proyectos.

Este análisis cobra mayor relevancia cuando se trata de proyectos convergentes en la misma región y tienen el mismo objetivo porque puede haber mayor similitud de los impactos ambientales a generarse. No obstante, pueden converger proyectos con diferentes objetivos y generar impactos ambientales coincidentes, lo que no los hace excluyentes, sino aditivos.

La identificación de este tipo de impactos potenciales a generarse durante las etapas de desarrollo del proyecto se realiza de igual manera a la efectuada con los impactos ambientales residuales. Es decir, se retoma el listado de impactos ambientales descritos en la Tabla 86, en la que, como parte de la descripción, se ha hecho referencia a la acumulabilidad del impacto.

Bajo las consideraciones antes mencionadas, en la Tabla 88 se incluye el listado de impactos ambientales acumulativos potenciales a generarse, por etapa de ejecución del proyecto.

De los 22 impactos ambientales relevantes, adversos, moderados y severos (aquellos con valoración  $\geq 10$ ), obtenidas del análisis semicuantitativo realizado, descritos en la Tabla 86, siete se consideran acumulativos. De estos siete impactos ambientales, tres se

Capítulo V

originan en la etapa de preparación del sitio, dos en la etapa de construcción y mismo número en la operación y mantenimiento del proyecto.

Tabla 88 Listado de impactos ambientales acumulativos potenciales a presentarse por el desarrollo del proyecto "NINE"

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Descripción del impacto
<b>Preparación del sitio</b>			
1	Desmante y deshierre / abundancia de flora	Disminución del número de ejemplares de flora silvestre.	<p>El desmante y deshierre a ejecutarse para la construcción de las obras del proyecto reducirá el número de ejemplares de flora silvestre que crece en el predio del proyecto. Como es un área que será cubierta con obras artificiales no habrá la posibilidad de recuperar esta variable que describe a la vegetación de un área determina, independientemente del tipo de vegetación de que se trate.</p> <p>Este mismo impacto se ha tenido en el desarrollo de cada uno de los desarrollos turísticos, la zona urbana y las vialidades construidas dentro del área definida como SAR para el desarrollo del proyecto, por lo que es un impacto que se acumula a medida que se requiere efectuar el cambio de uso de suelo de terrenos forestales para la ejecución de obras y/o actividades diferentes a la conservación de los ecosistemas.</p>
2	Desmante y deshierre/ cobertura vegetal	Incremento del área terrestre sin cobertura vegetal	<p>El desmante y deshierre conlleva a la pérdida de cobertura vegetal del suelo, lo que implica reducción de la protección contra los efectos de la lluvia y el viento, propiciando la pérdida parcial de suelo del horizonte superior, reducción del aporte de materia orgánica y la disminución de la calidad del suelo en general.</p> <p>La cobertura vegetal es otra de las variables de la vegetación que se ve afectada cuando se lleva a cabo el cambio de uso de suelos forestales</p>

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Descripción del impacto
			<p>para la realización de obras y/o actividades diferentes a la conservación de ecosistemas.</p> <p>En el polígono del SAR del proyecto que nos ocupa los cambios de uso de suelo de terrenos forestales han estado enfocados para el desarrollo de zonas habitacionales y servicios, desarrollos turísticos y vialidades; esto implica que el área con cobertura vegetal ha cedido espacio para cubrirse con material artificial a base de materiales pétreos, como pavimento y concreto, en detrimento de la cobertura vegetal.</p>
3	Desmonte y deshierbe / calidad estético - paisajística	Pérdida de armonía paisajística	<p>La pérdida de la cobertura vegetal que provoca la remoción de la vegetación genera un cambio de la realidad física y la forma de percibir el ambiente, siendo en este caso la percepción visual del ambiental el cambio más visible por los observadores y, en algunos casos, el cambio de la percepción olfativa. En esta etapa, la percepción auditiva no estaría en riesgo, debido al grado de afectación existente en el predio y la dominancia de sonidos naturales que se escuchan en el predio, entendiéndolo como el efecto auditivo agradable al oído.</p> <p>Este cambio que genera el deshierbe en el paisaje del litoral es el primer paso para el cambio mayor en este factor ambiental, el cual se acumula al cambio que ya ha ocasionado el desarrollo de otros proyectos turísticos, urbanos y de vías de comunicación.</p>
<b>Construcción</b>			
4	Colocación de plataforma /	Pérdida de armonía paisajística	La instalación de la infraestructura hotelera y urbana a lo largo del litoral del mar Caribe en el área que

<b>Interacción (No.)</b>	<b>Relación</b>	<b>Impacto ambiental identificado</b>	<b>Descripción del impacto</b>
	calidad estético - paisajística		comprende el SAR ha implicado la remoción de la vegetación forestal. La construcción de esta infraestructura reemplaza a la cobertura vegetal generando un contraste del paisaje y rompimiento de la armonía natural de la vegetación por la instalación de estructuras artificiales.
5	Conformación de obra civil / calidad estético – paisajística	Pérdida de armonía paisajística	<p>Siguiendo el proceso constructivo, se tiene que la primera afectación a este atributo ambiental se da durante el deshierbe, seguido después por el montado de la plataforma como primer elemento artificial, después le sigue el levantamiento de la obra civil. Las dos primeras tienen un impacto más a nivel de mosaico estructural dentro del predio visto desde una vista aérea o dentro del predio mismo; y, el levantamiento de la obra representa un impacto más visual desde la perspectiva horizontal del escenario.</p> <p>Existen medidas ambientales que ayudan a mitigar este impacto, como la instalación de áreas verdes y sembrado de especies arbóreas en áreas estratégicas dentro de los predios, ayudando a cubrir o mimetizar las estructuras artificiales, además la conformación de las obras del proyecto ayuda a mitigar el efecto visual.</p> <p>Este impacto se reducirá considerando que se trata de construcciones que serán espaciadas, no una obra continua de componentes estructurales, y que tendrá un gradiente altitudinal de 3 a un máximo de 14 m, como lo establece el PDUCCPM y corresponde a la altura promedio del dosel en la región.</p>

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Descripción del impacto
6	Aprovechamiento de agua salobre /Disponibilidad de agua	Disminución del volumen de agua del acuífero	<p>Como parte de la operación del proyecto se va a demandar agua para el servicio de los trabajadores, huéspedes y mantenimiento de los jardines, al igual que se demanda en otros proyectos turísticos, además del agua que se consume para los habitantes de Puerto Morelos. En el SAR definido para el proyecto, el manto acuífero es la única fuente abastecedora de este recurso, por lo que cada nuevo proyecto que se lleva a cabo y cada extensión de la zona urbana de la localidad se suma a la presión que se hace al acuífero en el mantenimiento de su nivel estático y balance del recurso.</p> <p>El volumen de agua estimado a solicitar es de 324,347.76 m<sup>3</sup> año-1 de cada pozo, a extraer de un acuífero que tiene una disponibilidad de agua de 2,842.72 Mm<sup>3</sup> anuales, lo que representa el 0.023% del volumen de agua total anual disponible. Además, para reducir el aprovechamiento del agua subterránea, se reutilizará el agua tratada en el riego de jardines y lavado de exteriores. El agua tratada excedente se descargará al manto freático para ayudar a recarga.</p> <p>No obstante, la implementación de las medidas ambientales antes descritas, el aprovechamiento del recurso solo se vería mitigado, más no se evitaría, sumándose a la demanda de aguas de otros proyecto turísticos y urbanos en la región.</p>
7	Actividad turística / confort sonoro	Alteración del confort sonoro	<p>El movimiento vehicular continuo y las actividades de entretenimiento que llevan a cabo en lugares comunes y determinados del hotel son emisoras de sonido que puede llegar a tonarse molesto para cierto sector de</p>

<b>Interacción (No.)</b>	<b>Relación</b>	<b>Impacto ambiental identificado</b>	<b>Descripción del impacto</b>
			<p>la población. Estas emisiones originadas por la operación del proyecto, principalmente las relacionadas con la operación vehicular, se suman a las que se emiten actualmente en el SAR por las diferentes actividades que se llevan actualmente a cabo.</p> <p>En este caso, las emisiones que se generen dentro del predio durante la operación no tendrían impacto a nivel SAR, ya que las actividades no se consideran emisoras de una gran intensidad de ruido, siendo dispersadas perceptibles en un radio que no excedería los límites del predio.</p> <p>El área de conservación del predio, colindante con la avenida Boulevard El Cid, funcionaría como barrera contra la dispersión del ruido que se genere en el predio, y, por el otro lado se tiene el mar Caribe que sonido natural ayuda a mitigar el impacto.</p>

## V.6.Conclusiones

Del análisis integrado mostrado anteriormente, en el que se revisó el conjunto de impactos ambientales por la ejecución de las obras y actividades que comprenden el proyecto sobre cada componente e indicador ambiental, de manera global, se desprenden las siguientes conclusiones:

- De la interacción de 25 obras y actividades que involucran la ejecución del proyecto con 20 subfactores ambientales, se identificaron 118 relaciones susceptibles de recibir un cambio. De estas 118 interacciones, 51 se consideran benéficas y 67 adversas. De estas últimas, 47 se presentan en la etapa de operación, 16 en la etapa de preparación del sitio y mismo número en la etapa de operación.



## Capítulo V

- De las 67 interacciones adversas, solo tres se valoraron como severas, 21 moderadas y 43 como compatibles.
- Las tres interacciones adversas valoradas como severas están relacionadas con la cualidad estético - paisajística del predio. Además, de que estos impactos se consideran como residuales y acumulativos dentro del SAR.
- En este mismo sentido, de las 67 interacciones adversas, solo 22 se clasificaron como moderadas y severas. De estas 22, 12 se consideran impactos ambientales residuales y siete acumulativos.

Todos impactos ambientales descritos en este capítulo, incluyendo los residuales y acumulativos, cuentan con medidas ambientales que ayudan a mitigar su efecto en el medio ambiente y en la sociedad. Como parte del desarrollo del proyecto se han seleccionado aquellas medidas ambientales que han tenido una mejor respuesta en la mitigación de los efectos adversos en el ambiente. La propuesta de estas medidas ambientales a implementar se presenta para consideración de la autoridad en el siguiente capítulo de esta MIA-R.

### V.7.Referencias

Arpacik, A., Sari, A., Gündogdu, E., y Baskaya, S., 2016. Effects of roads on wildlife in Azdavay / Kartdag wildlife reserve area. 1st International Symposium of forest Engineering and Technologies (FETEC2016). Bursa, Turquía.

Canter, L. W., 1998. Manual de evaluación de impacto ambiental: técnica para la elaboración de estudios de impacto. 2ª. Edición. Edt. McGraw-Hill – Interamericana. Madrid, España. 841 p.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), 2012. Estimación de los factores y funciones de la demanda de agua potable en el sector doméstico en México: Informe final. En: [www.researchgate.net/profile/Gloria\\_Soto2/publication/274053633](http://www.researchgate.net/profile/Gloria_Soto2/publication/274053633). Consultado: Octubre, 2018.

## Capítulo V

Espinoza, G., 2002. Gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo – Centro de Estudios para el Desarrollo. Santiago, Chile. 259 p.

Forcada D., E., 2000. El impacto ambiental en la agricultura: metodologías y procedimientos. Edt. Analistas Económicos de Andalucía. 323 p.

Francis, C. D., Ortega, C. P., y Cruz, A., 2009. Noise pollution changes avian communities and species interactions. *Current Biology* 19: 1415 – 1419 p.

Francis, C. D., y Barber, J. R., 2013. A framework for understanding noise impacts on wildlife: an urgent conservation priority. *Front Ecol Environ* 11 (6): 305 – 313 p.

Gómez – Orea., D., 1999. Evaluación de impacto ambiental: Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. 1ª. Edición. Edt. Mundi – prensa. Madrid, España. 718 p.

Mestre S., V., S/F. Contaminación por ruido. Escuela de Organización Industrial. En. <https://www.eoi.es/es/file/18609/download?token=mNmUGNpP>. Consultado: Abril, 2017.

Oldeman, L. R., Hakkeling, R. T. A., y Sombroek, W. G., 1991. World map of the status of human-induced soil degradation: An explanatory note. *Global Assessment of Soil Degradation (GLASOD)*. En: [http://www.the-eis.com/data/literature/World%20map%20of%20the%20status%20of%20human-induced%20soil%20degradation\\_1991.pdf](http://www.the-eis.com/data/literature/World%20map%20of%20the%20status%20of%20human-induced%20soil%20degradation_1991.pdf). Consultado: Agosto, 2018.

Peris, S. J., y Pescador, M., 2004. Effects of traffic noise on passerine populations in mediterranean wooden pastures. *Applied Acoustics* 65: 357 – 366 p.

Müller, F., y Lenz, R., 2006. Ecological indicators: Theoretical fundamentals of consistent applications in environmental management. *Ecological Indicators* 6: 1 – 5 p.

Von Schiller C., D., S. Ballester E., J. Martínez D., A. Delgado N., M.L. Vivas N. y S. Fernández B. 2003. Indicadores ambientales en el contexto europeo. *El Portal de Biología y Ciencias de la Salud*: [http:// www.biologia.org](http://www.biologia.org). p. 10.

## Capítulo V

Warren, P. S., Katti, M., Ermann, M., y Brazel, A., 2006. Urban bioacoustic: it's not just noise. *Animal Behaviour* 71: 491 – 502 pp.

***NINE***

**MANIFESTACIÓN DE  
IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD REGIONAL**

**CAPÍTULO  
VI**

**ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y  
MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES,  
ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL  
SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL**

PROMOVENTE:  
**Banco Ve Por Mas, S.A., Fideicomiso 321**

## FUNDAMENTO JURÍDICO

El presente capítulo tiene por objeto el establecer las acciones que permitan prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales acumulativos y residuales identificados por el desarrollo de las obras y actividades que integran el proyecto, en el contexto del SAR, a efecto de dar cumplimiento con lo dispuesto por el artículo 13, fracción VI, del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el cual dispone que la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional deberá incluir:

“Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional”

El objetivo principal es proponer las medidas ambientales que permitan reducir al mínimo los efectos que se han previsto sobre los componentes al ambiente, o a los procesos ecológicos de los ecosistemas, producto de las acciones del proyecto, o, en su caso, evitar su ocurrencia de tal manera que se proporcionen los elementos. Esto con la finalidad de darle a la autoridad ambiental los elementos técnicos ambientales para que pueda dictaminar la procedencia del proyecto validando las medidas ambientales propuestas, o bien estableciendo las medidas preventivas y mitigación que considere pertinentes. Esto último, sustentado en lo indicado en el artículo 44, fracción III, del REIA, mismo que dispone que:

“III. En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente”.

Ahora bien, para efecto de atender de forma armónica las disposiciones normativas antes invocadas, de acuerdo con el artículo 3, fracciones XIII y XIV, del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, se consideran para tal efecto las siguientes definiciones:

“XIII. Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente”.

## Capítulo VI

“XIV. Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas”.

Es importante considerar que ante la ocurrencia de impactos ambientales residuales se podrán llevar a cabo la aplicación de medidas que tiendan a compensarlos, estas medidas normalmente buscan o tienen como finalidad el contribuir a mejorar la calidad ambiental de los ecosistemas o aumentar los valores de las factores ambientales y se presentan como una oportunidad para mejorar o revertir los procesos de deterioro ambiental que están ocurriendo a nivel del sistema ambiental regional, suponiendo una ganancia ambiental de manera espacial y temporal sobre todo cual en su planteamiento se maneja a través de la compensación ambiental en suficiencia

## VI. Capítulo VI

### Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional

El planteamiento del proyecto es el resultado del trabajo efectuado por un equipo de especialistas en diversos temas, entre ellos los relacionados con planeación y desarrollo urbano, arquitectura, legislación ambiental, manejo de flora y fauna silvestre y evaluación de impacto ambiental. Cada uno contribuyó, en el ámbito de su conocimiento, en el diseño y planteamiento de alternativas para el desarrollo del proyecto siempre pensando en las opciones más viables social, económica y ambientalmente.

Las opiniones estuvieron basadas en revisiones de la reglamentación ambiental, urbana y de ordenamiento ecológico vigentes y aplicables en la región y predio del proyecto, lo cual se ve reflejado en la vinculación jurídica – ambiental presentada en el capítulo III de este documento, en la cual se incluye el análisis detallado de la trazabilidad ambiental del plan maestro que rige en el predio. A este le siguió el análisis de las

## Capítulo VI

especificaciones aplicables de los diversos instrumentos jurídicos aplicables, los cuales fueron considerados en el diseño presentado a evaluación.

Además, la sustentabilidad ambiental dada al planteamiento del proyecto es el resultado de estudios de campo realizados para conocer el estado que guardan los componentes ambientales previo a su ejecución. Complementando la revisión de literatura llevada a cabo para conocer la información oficial y científica del comportamiento y estado de los componentes ambientales, se efectuó un trabajo de campo particular para conocer a detalle el estado de los componentes ambientales, como su grado de deterioro o conservación, calidad ambiental, funcionalidad, capacidad de aprovechamiento, entre otros.

Como resultado del análisis realizado por el grupo de trabajo se tiene la propuesta que se somete al procedimiento de evaluación. Esta consiste en la construcción y operación de un hotel todo incluido con 407 habitaciones, distribuidas en un conjunto modular de 4 niveles cada uno, el hotel contará con áreas techadas y no techadas. Las áreas techas (impermeables) estarán conformadas por el área de habitaciones, áreas comunes, de servicios y administrativas (para el personal). Y, por otro lado, las no techadas que se constituyen por áreas exteriores y áreas permeables, aquí incluidas el área de jardines, además de las áreas de conservación.

Los edificios fueron resueltos en un diseño constructivo que implica una losa elevada sobre pilas que sobresalen 3.2 msnm, ocupando una superficie de aprovechamiento de 4.41 ha y una superficie de conservación de 3.73 ha.

El predio ha sido afectado para la construcción de caminos, uno que cruza longitudinalmente en dirección suroeste-noreste y dos de acceso que cruzan de oeste a este del predio. Sobre estos dos últimos se han hincado postes y un tendido eléctrico, mismo que estuvo a cargo y fue realizado por la Comisión Federal de Electricidad. En este mismo sentido, cuenta con áreas compactadas y con desarrollo de pasto cortadera, pioneras o vegetación rastrera y matorral costero ubicadas al oeste en la parte media del terreno hacia el este. Estas afectaciones, incluyendo la remoción de la vegetación existente en dicha superficie, fueron realizadas lícitamente, tal y como ha sido indicado a lo largo de ésta MIA-R.

## Capítulo VI

Es de resaltar que en el predio propuesto para la realización del proyecto existe vegetación de manglar que se distribuye al oeste del predio, abarcando un 40.16% de la superficie total del lote, misma que está considerada como área de conservación

Además de tomar en cuenta la condición ambiental del predio, y su SAR, para el planteamiento del proyecto, se tomaron en cuenta las restricciones y especificaciones establecidas en los diferentes ordenamientos ecológicos aplicas y muy estrictamente los establecidos en la actualización del PDUCPPM. Entre estos cabe traer a colación el cumplimiento de las áreas de modificación, ocupación y utilización permitida, incluso quedando por debajo de lo autorizado en el programa de desarrollo urbano.

Un análisis detallado del contexto ambiental, incluyendo una revisión del planteamiento y desempeño ambiental de proyectos de este tipo ejecutados en región y el conocimiento de diversos proyectos similares al pretendido por parte de los miembros del equipo de trabajo permite afirmar que este proyecto no presenta situaciones fuera de lo común. Del análisis hecho, se llegó a la conclusión de que, para el tipo de obras y actividades a ejecutar, no se requerirían medidas especiales o tecnológicas distintas a las que actualmente se utilizan en el sector.

Es importante destacar que, para los efectos ambientales adversos que se prevén, se cuenta con medidas de prevención, mitigación o compensación claramente identificadas y se cuenta con la capacidad para su implementación. En el caso de los impactos residuales, aunque no son susceptibles de prevención, dada su naturaleza, se cuenta con acciones de mitigación que han demostrado ser eficientes.

Algunas de las medidas identificadas tienen aplicación general, es decir, poseen efectos favorables para la prevención o mitigación de impactos en más de un factor ambiental; otras, en cambio, son específicas a un solo factor ambiental, algún componente u obra del proyecto, o alguna de sus etapas.

Adicionalmente, se incluyen medidas orientadas a la prevención o mitigación de efectos asociados con actividades que, aunque no fueron consideradas relevantes en la evaluación por no generar impactos ambientales considerados moderados o severos, acumulativos o residuales, se integran al conjunto de acciones previstas por la empresa



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

El conjunto de medidas ambientales que se proponen implementar tiene su origen en el resultado del proceso implementado para la identificación de impactos ambientales, el cual estuvo constituido por la aplicación de un conjunto de técnicas que incluyó una revisión de matrices causa – efecto genéricas realizadas en proyectos del mismo tipo desarrollados en la región, sobreposición de mapas, lista de chequeo, la realización de una matriz de relación causa – efecto y, con la finalidad de poder jerarquizar los impactos, se realizó un análisis semicuantitativo con la metodología de escala de niveles de impactos propuesta por Espinoza (2002).

La identificación de los impactos ambientales potenciales y su valorización arrojó la generación de tres impactos ambientales clasificados como adversos severos, 21 moderados y 43 compatibles. El establecimiento de las medidas ambientales se enfocó en prevenir y mitigar aquellos impactos más significativos, en este caso se consideraron como tal los severos y moderados. No obstante que los 43 impactos compatibles no fueron descritos detalladamente, sí se contempla la implementación de medidas ambientales para prevenirlos o mitigarlos como se indicó en el capítulo VI de esta MIA-R.

Es importante mencionar que el impacto del proyecto sobre la superficie del terreno es directo y que los principales aspectos para la mitigación de los impactos identificados se basan ampliamente en lo considerado en el programa de vigilancia ambiental que la empresa ha elaborado y presenta más adelante.

Es preciso referir que, de ser necesario, se contratará un equipo de asesores especializados en temas ambientales y de seguridad, quienes serán los encargados de vigilar el cumplimiento de las medidas ambientales y de la elaboración de los reportes e informes de los resultados obtenidos.

En la Tabla 89 se presentan las medidas ambientales según la etapa de desarrollo del proyecto. El orden de su inclusión y descripción sigue el de la presentación de los impactos ambientales potenciales relevantes (moderados y severos), identificados según el resultado del proceso de cribado de impactos del capítulo V. Cuando en una misma etapa de desarrollo se encontró el mismo impacto, solo que ocasionado por obra o

## Capítulo VI

actividad diferente, se juntaron para presentar la medida o medidas ambientales a implementar para prevenirlo, mitigarlo o compensarlo.

Posterior a la presentación de las medidas ambientales para los impactos ambientales relevantes (moderados y severos), se presenta en la Tabla 90 el conjunto de medidas ambientales para prevenir y mitigar impactos ambientales evaluados como compatible o de baja relevancia, todo en concordancia o vinculados con los resultados obtenidos en el análisis realizado en el capítulo V

Tabla 89 Medidas ambientales propuestas para impactos ambientales moderados y severos identificados durante la etapa de identificación y evaluación de impactos, por etapa de desarrollo del proyecto, incluyendo las medidas para impactos acumulativos.

<b>Interacción (No.)</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medida ambiental</b>
1	Modificación de la topografía del sitio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La actividad de re-nivelación será paulatina, conforme se avance en el plan constructivo de las obras para evitar tener áreas desprotegidas por un periodo largo de tiempo</li> </ul>
2	Pérdida de suelo del horizonte orgánico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La actividad de re-nivelación será paulatina, conforme se avance en el plan constructivo de las obras para evitar tener áreas desprotegidas por un periodo largo de tiempo.</li> <li>• Los edificios estarán ubicados en un paisaje conformado por áreas verdes y conectados entre sí por medio de andadores al aire libre, siempre respetando la morfología general del sitio. Esto significa que, el concepto modular del proyecto se llevará a cabo respetando la morfología del sitio, por lo que la afectación en esta etapa se hará solo en las áreas que se tienen asignadas para el desplante de las obras, limitándose a las áreas de desplante de los pilotes.</li> <li>• El hotel se construirá sobre una plataforma de concreto elevada a 3.2 msnm de la superficie del suelo soportada sobre pilas de concreto, lo que evitará la manipulación de toda el área de desplante de las obras que conforman el proyecto.</li> <li>• La capa de suelo superior, que incluye los horizontes orgánico y aluvial, se rescatará para ser usada en las áreas verdes del proyecto que más lo demanden, así como en el vivero temporal que se habilitará para manejar los ejemplares de</li> </ul>

Interacción (No.)	Impacto ambiental	Medida ambiental
		<p>flora rescatados de los sitios de afectación, o en el proceso de reproducción de aquellas especies que no tengan individuos viables para el rescate pero que se consideran representativas de la vegetación presente en el predio.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Solo se nivelará y rescatará el suelo de aquellas áreas en las que se tiene proyectado realizar el desplante de obras. Por ningún motivo se nivelarán sitios dentro del área del lote que se asignó para conservación.</li> </ul>
3	Modificación del patrón de escurrimiento de agua de lluvia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El hotel se construirá sobre una plataforma de concreto elevada a 3.2 msnm soportada sobre pilas de concreto para mantener el flujo geohidrológico natural, así como para cuidar la calidad del manglar que crece aledaño al área general de construcción.</li> <li>• En esta etapa de desarrollo del proyecto, y en caso de que se dé durante la época de lluvias, las aguas pluviales serán encauzadas al manto freático de manera natural, siendo asistida y dirigida por caídas pluviales siguiendo la pendiente y escurrimiento natural del agua hacia sitios específicos de no afectación</li> </ul>
4	Disminución del número de ejemplares de flora silvestre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se rescatarán aquellos individuos susceptibles de trasplante y que correspondan a vegetación primaria de selva baja.</li> <li>• Se rescatará la totalidad de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que sean susceptibles de rescate; en caso de no poder rescatarse se realizará la colecta de germoplasma y se repondrán en proporción 1 a 5.</li> <li>• Se solicitará el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales para las poligonales con presencia de Tular y Selva Baja.</li> <li>• Los residuos vegetales generados por las actividades de deshierbe deberán ser triturados o picados, mezclados y aprovechados para que sean esparcidos y actúen como mejoradores de suelos.</li> <li>• La remoción de la vegetación se realizará de manera manual, solo con ayuda de herramientas, como machetes, azadones, cortadoras manuales, entre otros de este tipo. No</li> </ul>

Interacción (No.)	Impacto ambiental	Medida ambiental
		<p>se efectuará la aplicación de herbicidas desecantes o retardadores del crecimiento, fuego o algún otro de este tipo de métodos para llevar a cabo el deshierbe.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Previo a la remoción de la cobertura vegetal se revisarán las áreas a afectar para verificar la presencia de individuos susceptibles de ser rescatados y reubicados. Entre estos individuos tendrán prioridad los pertenecientes a especies listadas en alguna categoría de riesgo de acuerdo con el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Entre los criterios a considerar para seleccionar los individuos a rescatar para su reubicación se considerarán, además de su categoría de riesgo: representatividad de la especie, estado de madurez del individuo y condición física del ejemplar (salud: que esté libre de plagas, enfermedades y que tenga una buena condición nutrimental).</li> <li>• En caso de no poder rescatar ejemplares para su reubicación, se colectará germoplasma para su reproducción, ya sea sexual o asexual. Esta actividad podrá llevarse a cabo en el vivero temporal que se habilitará en una de las áreas afectadas dentro del predio, que tendrá como finalidad manejar los ejemplares rescatados y reproducir aquellas especies en las que no sea posible rescatar los ejemplares presentes en las áreas de afectación.</li> </ul>
5	Incremento del área terrestre sin cobertura vegetal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para compensar la pérdida de cobertura vegetal de las áreas de desplante de las obras del proyecto, se llevará a cabo un programa de manejo de flora en el área de conservación del predio, en el que, para ello, se utilizarán los ejemplares rescatados de las áreas de afectación, los reproducidos o, como otra opción, adquiridos en viveros legalmente establecidos en la región. Aclarando que, únicamente se utilizarán individuos de las especies presentes en el predio del proyecto y de aquellas especies que sean representantes de las comunidades vegetales presentes en la región. NO se utilizarán especies exóticas ni invasoras como parte del programa de manejo de flora a implementar.</li> </ul>
6	Pérdida de la uniformidad escénica de la cobertura vegetal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para compensar la pérdida de cobertura vegetal de las áreas de desplante de las obras del proyecto, se llevará a cabo un programa de manejo de flora en el área de conservación del predio, en el que, para ello, se utilizarán los ejemplares rescatados de las áreas de afectación, los reproducidos o, como otra opción, adquiridos en viveros legalmente establecidos en la región. Aclarando que, únicamente se utilizarán individuos de las especies presentes en el predio del proyecto y de aquellas especies que sean representantes de las comunidades vegetales presentes en la región. NO se utilizarán especies exóticas ni invasoras como parte del programa de manejo de flora a implementar.</li> </ul>

<b>Interacción (No.)</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medida ambiental</b>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Entre los módulos del proyecto se tendrán jardines (9,981.67 m<sup>2</sup>) en los que se sembrarán especies características de zonas tropicales, no exóticas ni invasoras, para mitigar la pérdida del valor paisajístico en la zona de desarrollo. Además, se tendrán 1,239.82 m<sup>2</sup> de circulación con adopasto que ayudarán a mitigar el impacto visual que tendrá la infraestructura de desarrollo en el predio</li> </ul>
7	Alteración del confort sonoro por la operación de equipos automotores	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para mitigar este impacto generado por la operación de la maquinaria, vehículos y equipos automotores que se usen para el transporte de materiales (que en esta etapa es menor que para la construcción, pero que se pueden dar al mismo tiempo, por áreas del proyecto), acondicionamiento de caminos internos, re-nivelación, levantamiento de estructuras, hincado de pilotes, colados, transporte de personal, y otras actividades, serán sometidos a un programa estricto de mantenimiento preventivo para evitar las fallas mecánicas. Además, se supervisará que la maquinaria y vehículos cuenten con silenciadores para reducir las emisiones sonoras durante su operación. Para ello, se verificará que no se rebasen los límites máximos permisibles de emisión de ruido para vehículos automotores establecidos en la NOM-080-SEMARNAT- 1994, los cuales son: 86 dB(A) para vehículos de hasta 3,000 kg de peso bruto; 92 dB(A) para vehículos con un peso bruto mayor de 3,000 kg y menor a 10,000 kg y, 99 dB(A) para vehículos automotores con peso bruto superior a los 10,000 kg.</li> </ul>
<p align="center"><b>Características específicas y efectivas de las medidas propuestas:</b></p> <p>Las medidas ambientales propuestas mitigan los impactos ambientales que pudieran ser ocasionados por la preparación de las áreas donde se desplantarían las obras del proyecto. Ello, tomando en cuenta las condiciones actuales del predio del proyecto y las actividades que se llevarían a cabo en esta etapa del proyecto.</p> <p>Las medidas propuestas van encaminadas a mantener el patrón de escurrimiento de agua hacia el manto freático, rescatar el suelo orgánico para ser reusado, en caso de que se encuentre, prevenir la contaminación del suelo y agua por la aplicación de agentes químicos para el deshierbe y mitigar el impacto por la contaminación del aire por la suspensión de</p>		

Capítulo VI

Interacción (No.)	Impacto ambiental	Medida ambiental
partículas en aire, principalmente, que fueron valorados como los impactos ambientales moderados o severos a generarse en esta etapa.		
<b>Construcción</b>		
8	Alteración del confort sonoro por el hincado de pilotes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para evitar alterar en menor grado la actividad diurna de la fauna silvestre, así como a los pobladores y visitantes de áreas aledañas al predio, esta actividad se realizará preferentemente entre las 7 am y las 6 pm. En ningún caso se realizará entre las 10 pm y 6 am.</li> <li>• Para la protección de los trabajadores, en caso de que las emisiones sonoras que se generen durante el proceso de hincado de pilotes lleguen a rebasar los 90 dB(A), por más de ocho horas de exposición continua, deberán usar su equipo de protección especial como medida preventiva de afectaciones a su salud.</li> </ul>
9	Incremento del consumo de agua para la realización de la actividad de conformación de la plataforma.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tomando en cuenta que durante esta etapa aún no estará en operación la POI para el abastecimiento de agua del proyecto, el agua necesaria para la construcción se obtendrá mediante pipas. No se abastecerá el agua de pozos no autorizados por la CONAGUA ni de otras fuentes de agua superficial o subterránea sin autorización para su aprovechamiento.</li> </ul>
13	Incremento del consumo de agua para la realización de las actividades de la obra civil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El agua para el consumo humano será abastecida por una empresa abastecedora de agua potable para consumo humano de la región</li> </ul>
10	Cambios en el patrón de escorrentía del agua de lluvia por la conformación de la plataforma (obras)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El desarrollo turístico se construirá sobre una plataforma de concreto elevada a 3.2 msnm soportada sobre pilas de concreto para mantener el flujo geohidrológico natural, así como para cuidar la calidad del manglar presente cerca de las áreas de construcción.</li> <li>• Los escurrimientos de agua de lluvia serán conducidos al subsuelo, ya que la permeabilidad actual se mantendrá en el 60.88% de la propiedad, más a permeabilidad que ofrecerá el proceso constructivo por la losa elevada. Por otro lado, el agua de lluvia captada en las zonas de azoteas se conducirá mediante un sistema aislado de otros de conducción de agua hacia el manto acuífero mediante pozos de absorción. En el sistema de conducción del agua hacia el</li> </ul>

Interacción (No.)	Impacto ambiental	Medida ambiental
		<p>acuífero se instalarán coladeras y trampas con canastas para sólidos, la cual descargara al pozo de absorción para pasar al manto acuífero. Este proceso implica que en ningún momento el agua pluvial tendría contacto con aguas servidas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En las obras se instalará un drenaje pluvial separado del drenaje sanitario que favorecerá la infiltración natural al subsuelo de las aguas pluviales, colocando coladeras y trampas en el sistema de drenaje pluvial. Las aguas pluviales serán trasladadas al manto freático de manera natural, siendo asistida, en sitios específicos, por pozos de absorción autorizados por la CONAGUA, operando como se describió anteriormente.</li> <li>• Se privilegiará el uso de materiales permeables en área de banquetas, vialidades internas, patios, andadores y, en general, áreas abiertas</li> </ul>
11	Pérdida de armonía paisajística por la plataforma	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como medidas de mitigación a implementar para mitigar la pérdida de armonía paisajística se consideró el diseño modular del conjunto de obras del proyecto, dejando entre ellas jardines y otras áreas que ayuden a combinar con el tipo de vegetación presente en la región y en el área de conservación ubicada en la parte opuesta a la zona de playa.</li> </ul>
14	Pérdida de armonía paisajística por la obra civil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se implementará un programa de manejo de flora en la zona de conservación con especies representes de los tipos de vegetación presentes en el SAR: manglar, tular, duna costera y de selva mediana subperennifolia</li> </ul>
12	Cambio de las propiedades del suelo y contaminación ambiental por la conformación de la obra civil	<p>Considerando que las principales fuentes contaminantes del suelo por esta actividad son los derrames de sustancias químicas, residuos de mezcla, dispersión de residuos de los tres tipos, para prevenir y mitigar este impacto ambiental se implementarán las siguientes medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para evitar la creación de diversos sitios de disposición de residuos de mezcla y de lavado de ollas, se habilitarán fosas de lavado y disposición de mezcla residual. Las fosas serán construidas con una capa plástica para evitar la infiltración de lixiviados al subsuelo y manto acuífero y, una vez llena, el material dispuesto</li> </ul>

<b>Interacción (No.)</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medida ambiental</b>
		<p>se dispondrá como residuos de manejo especial donde la autoridad lo dictamine.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se habilitarán áreas específicas para la disposición separada de los residuos de manejo especial que se generen: pedazos de madera, chatarra y cascajo, principalmente, para su posterior disposición final. Estas áreas estarán debidamente acondicionadas y señalizadas. Estarán en área de futura construcción, quedando fuera del área de conservación.</li> <li>• Para la disposición de los residuos sólidos urbanos se habilitarán contenedores en cada frente de trabajo. El manejo estará a cargo de una empresa contratada para ello, la cual deberá contar con la autorización emitida por la autoridad respectiva para el manejo y disposición de este tipo de residuos.</li> <li>• En caso de generarse residuos peligrosos, lo más común por uso de desmoldantes, se acondicionará un almacén temporal para su disposición, en tanto se concentran en el almacén temporal de residuos peligrosos. Estas áreas tendrán una capa aislante o base de concreto con bordo contenedor de derrames y estarán techados.</li> <li>• En caso de recarga de combustibles y lubricantes en el predio, se establecerá un procedimiento que contemple la prevención de derrames de hidrocarburos sobre el suelo poniendo un recipiente para la captación o su realización en un área protegida y acondicionada contra fugas y derrames</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>16</b></p>	<p>Cambio de las propiedades del suelo y contaminación ambiental por la instalación de servicios en obra civil</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esta actividad es generadora de residuos de manejo especial, en su mayoría. Por lo que, para su manejo se actuará de manera similar a la descrita para el manejo de estos residuos durante la construcción de la obra civil. Es decir, se habilitarán áreas para la concentración temporal de los diferentes tipos de residuos de manejo especial que se generen. Estas obras estarán fuera del área de conservación, en áreas de afectación. Al final de la etapa no quedará ningún residuo de este tipo disperso en el predio del proyecto</li> </ul>



Interacción (No.)	Impacto ambiental	Medida ambiental
17	Cambio de las propiedades del suelo y contaminación ambiental por los acabados en la obra civil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La generación de residuos de manejo especial como pedacería de fierro y aluminio, vidrio, plásticos, fibra de vidrio y material de construcción, se manejarán por separado en áreas habilitadas específicamente para cada tipo de residuo dentro de las áreas de afectación. Una vez que se terminen de retirar cada uno de los residuos, por empresas autorizadas por la autoridad competente, estas áreas serán rehabilitadas y usadas para el uso asignado en el diseño del proyecto.</li> <li>• Los residuos peligrosos que se generen, principalmente en el proceso de pintado, como botes, brochas, trapos y suelo contaminado por derrames accidentales, serán concentrados y dispuestos en el almacén temporal de residuos peligrosos. Una vez que se tenga un volumen considerado de este tipo de residuos o una vez que se cumplan los seis meses de almacenamiento, como lo marca el artículo 56 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, se retirarán por una empresa autorizada por la SEMARNAT para el manejo, traslado y disposición final de residuos peligrosos.</li> </ul>
18	Cambio de las propiedades del suelo y contaminación ambiental por el uso de maquinaria, vehículos y equipos automotores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las áreas compactadas por el movimiento constante de maquinaria y vehicular en procesos de maniobra y estacionamiento serán estrictamente delimitadas, solo a aquellas áreas que serán destinadas a desplante de obras, quedando estrictamente prohibido usar el área de conservación para su circulación o ser usado como estacionamiento.</li> <li>• La maquinaria, volteos y todo vehículo que circule dentro del predio como parte del proceso constructivo recibirán el mantenimiento preventivo básico para evitar la fuga de hidrocarburos y la contaminación del suelo.</li> <li>• Se establecerá un procedimiento de carga de combustible y de relleno de aceites en campo para prevenir los derrames y contaminación del suelo.</li> <li>• Toda maquinaria pesada, grúas, camiones y equipo que tenga depósitos con hidrocarburos</li> </ul>

Interacción (No.)	Impacto ambiental	Medida ambiental
		que estén estacionados por periodos prolongados deberán tener una protección contra fugas para evitar contaminar el suelo
15	Disminución de la capacidad contemplativa del paisaje por la conformación de obra civil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se respetará la altura máxima de construcción permitida por el PDUCPPM, que es de 4 niveles o 14 m, altura que fue definida para mitigar el impacto que pudieran ocasionar alturas mayores al paisaje de la región y la capacidad de carga del ecosistema.</li> <li>• El diseño modular de las obras y el establecimiento de áreas verdes intercaladas mitigará el impacto que pudiera ocasionar una sola construcción continua de tales dimensiones en el predio contra el paisaje en general.</li> </ul>
19	Alteración del confort sonoro por maquinaria, vehículos y equipos automotores	Para mitigar este impacto generado por la operación de la maquinaria, vehículos y equipo automotor que se usen para el transporte de materiales (tanto en la etapa de preparación del sitio como en la construcción), acondicionamiento de caminos internos, re-nivelación, levantamiento de estructuras, hincado de pilotes, colados, y otras actividades, serán sometidos a un programa estricto de mantenimiento preventivo para evitar las fallas mecánicas. Además, se supervisará que la maquinaria y vehículos cuenten con silenciadores para reducir las emisiones sonoras durante su operación. Para ello, se verificará que no se rebasen los límites máximos permisibles de emisión de ruido para vehículos automotores establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994, los cuales son: 86 dB(A) para vehículos de hasta 3,000 kg de peso bruto; 92 dB(A) para vehículos con un peso bruto mayor de 3,000 kg y menor a 10,000 kg y, 99 dB(A) para vehículos automotores con peso bruto superior a los 10,000 kg.
<p style="text-align: center;">Características específicas y efectivas de las medidas propuestas:</p> <p>Las medidas ambientales propuestas han sido efectivas en prevenir y mitigar los impactos ambientales que se presentan en proyectos en construcción de este tipo. Estas están orientadas en prevenir los impactos que se tiene en el ambiente por el mal manejo de los residuos, de diversos tipos, que se generan en esta etapa. También, se incluyen medidas efectivas para prevenir y mitigar el impacto que se tiene a la fauna silvestre, y al ser humano, por las emisiones de partículas de polvo y de ruido al medio ambiente.</p>		

Interacción (No.)	Impacto ambiental	Medida ambiental
<p>En este caso, también se tienen efectos adversos al medio ambiente que son difíciles de evitar que se presenten, como el ocasionado al paisaje, los cuales son residuales, sin embargo, se incluyen medidas que ayudan a mitigar en cierto nivel la severidad del impacto.</p>		
<p><b>Operación y mantenimiento</b></p>		
<p>20</p>	<p>Disminución del volumen de agua del acuífero</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para mitigar el impacto que se pudiera ocasionar al manto acuífero por el aprovechamiento de agua de dos pozos, se construirá y operará una PTAR, todo esto previa tramitación y autorización ante la CONAGUA. Toda el agua residual que se genere como parte de los servicios del hotel se conducirá a través de una red hidrosanitaria que será colocada por debajo de las losas piloteadas hacia la PTAR para su tratamiento. Las aguas tratadas servirán para riego de áreas verdes, lavado de banquetas y áreas exteriores y, las aguas tratadas excedentes se descargarán en el subsuelo. Para las descargas de agua al manto acuífero se tramitará la autorización para la perforación de un pozo de rechazo para enviar los excedentes. Lo anterior en concordancia con las normas oficiales mexicanas aplicables y bajo las regulaciones correspondientes aplicadas por la CONAGUA.</li> <li>• En los cuartos de los módulos, baños, restaurantes y oficinas, se instalarán equipos ahorradores de agua, ampliamente comercializados en las casas expendedoras de este tipo de equipos. De esta forma se reducirá el consumo de agua en las regaderas, descargas de baños y fregaderos.</li> <li>• La conservación de vegetación nativa más el aumento en forestación y jardinería del proyecto, minimizan el impacto que se pueda causar a la permeabilidad del suelo, aunado a que el diseño constructivo permite la continuidad de la permeabilidad del suelo.</li> <li>• En los jardines se plantarán especies comunes y adaptadas a las condiciones climáticas prevalecientes en la región, evitando especies vegetales que sean altamente demandantes de agua.</li> </ul>
<p>21</p>	<p>Contaminación ambiental con</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los residuos que se generan como parte de la actividad turística son, en su gran mayoría, los</li> </ul>

<b>Interacción (No.)</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medida ambiental</b>
	residuos sólidos urbanos por la actividad turística	sólidos urbanos. Para evitar su dispersión y se conviertan en un problema de contaminación ambiental, se instalarán contenedores en diversas áreas estratégicas dentro del predio para su colecta. Los residuos dispuestos en estos colectores por los empleados y clientes serán concentrados en unos colectores de mayor capacidad que estarán ubicados en un área de fácil acceso para el personal del servicio de limpieza municipal, quienes se encargarán de su transporte y disposición final.
22	Alteración del confort sonoro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El efecto del ruido que se generará por el movimiento vehicular de los empleados, servicios, huéspedes, así como por actividades recreativas en áreas específicas del hotel, se mitigarán con la conformación de las áreas verdes, ya que la vegetación funciona como una barrera contra luz, viento y dispersión de las ondas acústicas.</li> <li>• La mayor actividad vehicular se dará entre las 6 am y las 10 pm, periodo en el que se permite una mayor emisión de ruido [55 vs 50 dB (A), en zonas residenciales (exteriores)].</li> <li>• En caso de tenerse actividades nocturnas, se respetará el límite máximo permitido de ruido establecido para fuentes fijas, de acuerdo con lo establecido en el acuerdo por el que se modifica el numeral 5.4 de la norma oficial mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, adecuando las instalaciones para reducir la dispersión del ruido que se genere en las instalaciones destinadas a eventos.</li> </ul>
<p style="text-align: center;">Características específicas y efectivas de las medidas propuestas:</p> <p>En estas etapas del proyecto, los impactos ambientales adversos más significativos y diversos ya se ocasionaron, y los que se generan tienen medidas ambientales eficientes para mitigarlos. Estas medidas ambientales se consideran de acción rutinaria, por lo que, se facilita su implementación, como lo es el manejo de los residuos, la operación de la PTAR para tratar las aguas residuales y así evitar la contaminación del manto acuífero, y controlar las emisiones de ruido en las fuentes generadoras del hotel</p>		

## Capítulo VI

### VI.1.1. Medidas ambientales complementarias

En la identificación, evaluación y descripción de impactos ambientales potenciales a generarse como parte del proceso de desarrollo del proyecto se identificaron 43 evaluados como compatibles: siete en preparación del sitio, 32 durante la construcción y cuatro en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto. Como parte del proceso de cribado de impactos, en el que se puso énfasis en los impactos que resultaron ser moderados y severos, no se describieron y ni se incluyeron en la Tabla 89, en la cual se presentaron las medidas ambientales para prevenirlos o mitigarlos. Sin embargo, con la finalidad de no dejarlos fuera de consideración, en la Tabla 90 se presenta un listado de estos impactos y las medidas ambientales que se implementarán para prevenir y/o mitigar su incidencia. En este caso, se presentará el impacto, las obras y actividades que lo ocasionan y la medida ambiental propuesta.

Tabla 90 Medidas ambientales propuestas para impactos ambientales compatibles identificados durante la etapa de identificación y evaluación de impactos, por etapa de desarrollo del proyecto

Impacto ambiental	Fuente	Medida ambiental
<p>Afectación de la calidad del aire por la emisión de partículas contaminantes.</p>	<p>Uso de automotores en la re-nivelación.</p> <p>Transporte de materiales.</p> <p>Operación de maquinaria, vehículos y equipos automotores.</p>	<p>Durante la operación de maquinaria en la re-nivelación se aplicarán riegos en las áreas de trabajo con la finalidad de mitigar la suspensión de partículas de polvo.</p> <p>Los vehículos que transporte material suelto que pueda ocasionar su dispersión durante el traslado deberán cubrirlo con una lona.</p>
<p><i>(Explicación: Este impacto se consideró compatible porque su perturbación e Importancia se consideró baja dada las características ambientales de la región; y porque es reversible, de corta duración y de impacto local).</i></p>		<p>Todos los frentes de trabajo en los que haya material suelto y vehículos en movimiento deberán permanecer se aplicarán riegos de acuerdo con la demanda del lugar.</p> <p>Toda la maquinaria y vehículos que se encuentren operando serán sometidos a un programa de servicio</p>

Capítulo VI

Impacto ambiental	Fuente	Medida ambiental
		y mantenimiento preventivo para evitar altas emisiones de gases con partículas contaminantes.
		Se preservará intacta la vegetación adyacente a la avenida boulevard El Cid, adyacente a los sitios de construcción, de manera que funcione como cortina vegetal y mitigue la dispersión de partículas.
<p>Afectación a especies de flora silvestre en categoría de riesgo.</p> <p><i>(Explicación: Este impacto se evaluó como compatible dado las áreas de desplante ya fueron afectadas en su mayor parte, con previa autorización ambiental, y los manchones de vegetación remanentes corresponden a espacios de revegetación con especies secundarios que han crecido durante el tiempo que ha estado parado el proceso constructivo).</i></p>	<p>Remoción de individuos de especies en categoría de riesgo.</p>	<p>En caso de que se llegaran a encontrar rebrotes o plántulas de palma chit (<i>Thrinax radiata</i>), o de alguna otra especie en categoría de riesgo según el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010 que no haya sido identificada durante el muestreo realizado, serán rescatados y reubicados en el área de conservación del predio como parte del programa manejo de flora y jardinería.</p> <p>Además, se rescatarán aquellas especies correspondientes a vegetación primaria de selva baja y se les dará el mismo tratamiento.</p> <p>Se implementará medidas en el área de conservación como el aumento de la cobertura vegetal y la calidad</p>

Capítulo VI

Impacto ambiental	Fuente	Medida ambiental
		<p>ambiental del sitio, incluyendo individuos de especies en categoría de riesgo pertenecientes al tipo de vegetación presente en el predio.</p> <p>Estará estrictamente prohibido la extracción de individuos de flora silvestre del predio para uso personal o comercialización.</p>
<p>Disminución de la presencia de individuos de fauna silvestre.</p> <p>Reducción de la movilidad de la faunasilvestre en el predio.</p> <p>Afectación de la disponibilidad y calidad de hábitat para la fauna silvestre.</p> <p><i>(Explicación: El impacto ambiental ocasionado a los atributos de la fauna silvestre resultaron moderados por la baja presencia de fauna silvestre en el predio).</i></p>	<p>Transporte de materiales.</p> <p>Deshierbe.</p> <p>Hincado de pilotes.</p> <p>Conformación de estructuras temporales, plataforma y obra civil.</p> <p>Operación de maquinaria y vehículos.</p>	<p>Previamente al retiro de la vegetación, se desarrollarán actividades de rescate de fauna silvestre en toda la superficie de ocupación del proyecto. El ahuyentamiento y rescate se enfocará en ejemplares de vertebrados terrestres del grupo de los reptiles y mamíferos, a través de técnicas de ahuyentamiento que favorezcan el desplazamiento autónomo de los ejemplares; únicamente en ejemplares de lento desplazamiento se emplearán métodos de captura. En el caso de las aves solo se aplicarán actividades de ahuyentamiento cuando sea necesario, ya que se trata de especies de fácil y rápida movilidad.</p> <p>Se implementará el programa de manejo de fauna silvestre, incluyendo individuos de especies en categoría de riesgo como el pelicano (<i>Pelicanus occidentalis</i>) y la</p>

Impacto ambiental	Fuente	Medida ambiental
		<p>iguana gris (<i>Ctenosaura similis</i>), o individuos de alguna otra especie en categoría de riesgo no identificados durante los muestreos, en caso de que se llegaran a encontrar en las áreas de afectación.</p> <p>Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, la actividad de la maquinaria, vehículos y equipos automotores estará restringida entre las 10 pm y 6 am, para evitar afectaciones a individuos de especies diurnas.</p> <p>Se favorecerá la permanencia de los hábitats presentes, de su conectividad y de las poblaciones animales que los habitan.</p> <p>Ya en la etapa de operación y mantenimiento, se compensará la reducción de hábitat por la construcción del desarrollo turístico mediante implementación del programa de manejo de jardinería para mejorar sus condiciones. A esta área se le agrega el acondicionamiento de las áreas de jardines dentro del predio que ayudará a desempeñar esta función.</p>



Capítulo VI

Impacto ambiental	Fuente	Medida ambiental
<p>Afectación a la calidad del agua.</p>	<p>Contaminación del agua por descarga de aguas residuales al mantofreático.</p>	<p>Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se habilitarán sanitarios semifijos conectados a un biodigestor con capacidades diferenciadas de 1,300y 7,000 L. Se elige este sistema porque tiene un alto control de los efluentes al contar con una válvula de extracción de lodos, lo que facilita su mantenimiento dado por empresas especializadas. Estas instalaciones son de carácter temporal y serán retiradas al momento en que inicie operaciones la PTAR. Además, de que se utilizarán baños portátiles para los frentes de trabajo que lo requieran.</p> <p>Para la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, se construirá y operará una PTAR, previa tramitación y autorización por parte de la CONAGUA.</p> <p>Las descargas de agua residual se conducirán a través de una red hidrosanitaria que será colocada por debajo de las losas piloteadas. Las descargas serán conducidas por gravedad hacia la PTAR con que contará el proyecto. Por la naturaleza del proyecto, las aguas residuales serán de tipo doméstico, es decir, serán aquellas servidas en sanitarios, duchas y cocinas. Las aguas tratadas servirán para riego</p>

Capítulo VI

Impacto ambiental	Fuente	Medida ambiental
		de áreas verdes, lavado de banquetas y áreas exteriores y, las aguas tratadas excedentes se descargarán en el subsuelo. Para las descargas se tramitará la autorización para la perforación de un pozo de rechazo para enviar los excedentes. Lo anterior en concordancia con las normas oficiales mexicanas aplicables y bajo las regulaciones correspondientes aplicadas por la CONAGUA.

La Figura 141 presenta ejemplos fotográficos de los impactos ambientales mencionados y de las medidas ambientales preventivas y de mitigación propuestas:



Contaminación del suelo por fuga de hidrocarburo en maquinaria con falla mecánica.



Protección contra fugas de hidrocarburos de maquinaria estacionada.

## Capítulo VI



Protección de equipos contra fuga de hidrocarburos



Recolección de suelo contaminado por derrame de hidrocarburos para disposición en el almacén temporal de residuos peligrosos



Habilitado de un almacén para la concentración momentánea de residuos peligrosos y sustancias químicas en un frente de trabajo.



Retiro y transporte de residuos peligrosos por una empresa autorizada para su manejo y disposición final.



Contaminación de suelo por derrame de concreto durante el colado.



Protección de suelo contra derrames de concreto al momento de colados.

## Capítulo VI



Contaminación de suelo por disposición incorrecta de residuos de mezcla y lavado de ollas.



Habilitado de área para la disposición temporal de residuos de mezcla.



Contaminación por dispersión de residuos sólidos urbanos en los frentes de trabajo.



Instalación de contenedores para la colecta temporal de residuos sólidos urbanos.



Retiro de residuos sólidos urbanos por personal de una empresa autorizada para su transporte, manejo y disposición final.



Retiro de residuos sólidos urbanos por personal de una empresa autorizada para su transporte, manejo y disposición final.

## Capítulo VI



Disposición sin separar de residuos de manejo especial.



Área delimitada para la disposición temporal de pedacería de madera.



Área delimitada para la disposición temporal de chatarra.



Retiro de residuos de madera de su sitio de disposición temporal.



Suspensión de partículas de polvo en un camino de terracería por donde se transporta material de construcción.



Aplicación de riegos para reducir la suspensión de partículas de polvo en el aire en los frentes de trabajo y circulación vehicular.



Mantenimiento de fosa séptica temporal por personal de una empresa especializada.



Mantenimiento a baños portátiles en un frente de trabajo por personal de una empresa especializada.

Figura 141 Ejemplo de impactos ambientales valorizados como compatibles y su medida ambiental a implementar para prevenirlos o mitigarlos.

#### VI.1.2. Medida de compensación en apego a la NOM-022-SEMARNAT-2003

Considerando que la vegetación de manglar con respecto a las obras que se proponen se encuentra a menos de 100 m de distancia, contraviniendo lo establecido en la especificación 4.16 de la norma oficial mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, se propone la implementación de una medida de compensación ambiental en los términos indicados en la especificación 4.43 de la norma en cuestión. Como medida de compensación se propone implementar la medida propuesta dentro del SAR, pero fuera de los límites del predio. Bajo esta consideración, está propuesta, de ser aprobada por la autoridad ambiental, su ejecución debe ser gestionada con las autoridades encargadas del manejo del área en que se propone y los términos bajo los cuales se lleve a cabo.

La medida ambiental de compensación propuesta consiste en implementar acciones de conservación en 3,000 m<sup>2</sup> dentro de la zona de conservación existente entre la carretera Federal Cancún – Tulum y las zonas con uso de suelo “Turístico Hotelero”, “Desarrollo industrial-portuario” y “Actividades turísticas náuticas”, de acuerdo con lo indicado en la actualización del PDDUCPPM (Figura VI-2). El área indicada está considerada como área de protección, según el programa director de desarrollo urbano, y predominan los tipos de vegetación manglar mixto y manglar chaparro, además de tener pequeñas áreas con selva mediana subperennifolia, selva baja subcaducifolia y pantanos de zacate.



Fuente: Adaptada del “Actualización del Programa Director de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos”, carta “Condiciones locales”, clave 04.

Figura 1 Clasificación del uso del suelo y condiciones locales entre la carretera federal Cancún – Tulum y la zona federal marítimo terrestre en Puerto Morelos.

El manglar que se desarrolla en la zona de conservación está clasificado como degradado, no solo por la actualización del Programa Director de Desarrollo Urbano (Figura 3), sino también por los resultados obtenidos por Elizondo et al. (2011). Los autores antes referidos describen al sistema de humedales de Puerto Morelos como la única laguna costera estacional dulceacuícola, la cual interacciona con el área natural protegida Parque Nacional Arrecifes de Puerto Morelos.



Fuente: Adaptada del “Actualización del Programa Director de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos”, carta “Problemática ambiental”, clave 06.

Figura 2 Clasificación del grado de conservación de la vegetación que se desarrolla en el área aledaña al predio del plan maestro El Cid, en Puerto Morelos, de acuerdo con lo indicado en la actualización del Programa Director de Desarrollo Urbano.

El manglar que se desarrolla en la zona de conservación está clasificado como “SEVERAMENTE DEGRADADO”, no solo por la actualización del Programa Director de Desarrollo Urbano, sino también por los resultados obtenidos por Elizondo et al. (2011). Los autores antes referidos describen al sistema de humedales de Puerto Morelos como la única laguna costera estacional dulceacuícola, la cual interacciona con el área natural protegida Parque Nacional Arrecifes de Puerto Morelos. Esta zona también se encuentra dentro de la UGA 23 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, fracción aplicable al Municipio de Puerto Morelos, donde se asigna a la zona política de protección.

Aunado a lo anterior, el sitio donde se propone implementar acciones de conservación en 3,000 m<sup>2</sup>, se localiza dentro de los bienes del Patrimonio Estatal, donde actualmente el Instituto de Biodiversidad y Áreas Naturales Protegidas del Estado de Quintana Roo, ha realizado el Estudio Previo Justificativo para Declarar una nueva Área Natural Protegida Estatal, con el propósito de salvaguardar, frenar y restaurar los humedales y manglares en una superficie de 624 hectáreas.





Figura 3 En cuadro verde se indica la localización de la superficie de 3000 m<sup>2</sup> donde se propone implementar acciones de compensación ambiental dentro de la propuesta de Área Natural Protegida Estatal que promueve el Gobierno del Estado de Quintana Roo.

Es bien sabido el papel que juegan los humedales en el medio ambiente como hábitat para avifauna, fauna acuática, recarga de agua de los mantos acuíferos, barreras protectoras contra los impactos de los fenómenos meteorológicos, entre otros. Además de la relevancia antes mencionada, Elizondo et al. (2011) mencionaron que el humedal de Puerto Morelos juega un papel importante en el aporte de nutrientes al ecosistema marino del Parque Nacional por medio de la descomposición de material vegetal en el humedal, los cuales posteriormente llegan al mar y son aprovechados por diversas especies de fauna acuática. Sin embargo, estas funciones han venido deteriorándose conforme se ha afectado el humedal de Puerto Morelos, en el que se incluye el fuerte impacto que representó para ellos el huracán Wilma en 2006.

## Capítulo VI

El área indicada es descrita por Elizondo et al. (2011) como un humedal que tiene una variación estructural con áreas con dominancia de alguna de las tres especies de mangle: rojo (*Rizophora mangle*), botoncillo (*Conocarpus erectus*) y blanco (*Laguncularia racemosa*); áreas con condiciones de degradación y probables necesidades de restauración, especialmente detrás del predio del plan maestro El Cid, y áreas con superficies inundadas y parches de vegetación.

Por las características antes descritas, se propone llevar a cabo las actividades de conservación dentro del área del humedal de Puerto Morelos en 3,000 m<sup>2</sup> de la zona de protección (Figura VI-4). En dicha zona se pueden observar áreas que aún muestran signos de la afectación ocasionada, pudiendo deberse a diversos factores, incluyendo los físicos, biológicos y antropogénicos. Sin embargo, una de las áreas que muestra mayor afectación es la parte del humedal más cercana a la carretera federal Cancún – Tulum, en la que predomina manglar chaparro.



Figura 4 Vista general de la zona de protección de acuerdo con el "entorno de la propuesta de Área Natural Protegida Estatal que promueve el Gobierno del Estado de Quintana Roo." y su ubicación con respecto al predio del proyecto.

## Capítulo VI

El área donde se implementaría la medida de compensación se propone en la mostrada en la Figura 4, dentro de la zonificación de la actualización del PDDUCPPM correspondiente a manglar con síntomas de degradación (Figura 3).

**Objetivo:** La zona propuesta para efectuar la medida compensatoria ocupa una superficie de 3,000 m<sup>2</sup>. Debido a la existencia de un elevado nivel de agua imposibilita el establecimiento de propágulos de mangle rojo; por lo antes se propone desarrollar acciones como acondicionamiento de microambientes edáficos donde se sembrarán las plantas de mangle que tengan mayores posibilidades de establecerse y desarrollarse. Las acciones implican dispersar 200 propágulos de mangle rojo (*Rizophora mangle*) en el sitio acondicionado edáficamente. Se establecerá un sistema de monitoreo biológico que permita evaluar el éxito de la medida en mediano y largo plazo.

**Metodología:** El acondicionamiento edáfico consistirá en colocar en el área a compensar, 20 huacales de madera que contendrán en su interior sustrato orgánico así como propágulos para su regeneración natural. Posteriormente a la plantación a los 30, 60, 120 y 360 días se realizarán mediciones de altura y número de hojas al 10% de los individuos de la población sembrada en la zona de acondicionamiento propuesta como medida compensatoria. Paralelo a los trabajos se realizarán monitoreos de calidad física del agua utilizando como parámetros la temperatura, salinidad, oxígeno, sólidos disueltos totales y nivel de inundación. Estos parámetros serán medidos con una sonda de Hanna y los resultados serán analizados para describir el T0 y posterior al acondicionamiento.

**Metas:** Acondicionar edáficamente 3,000 m<sup>2</sup> formando microambientes distribuidos en el área indicada. Sembrar 500 propágulos de mangle rojo en la zona de rehabilitación, lo que representa una densidad de 1,667 plantas ha<sup>-1</sup> considerando solamente los ejemplares plantados. Solicitar los permisos correspondientes a la Dirección de Vida Silvestre.

**Monitoreo de ejemplares:** El monitoreo que se realice reflejará el desempeño de las actividades efectuadas para la conservación del manglar. La acción de esta medida y su eficiencia quedará reflejada a través de los reportes de los resultados del indicador en la bitácora de obra, donde se integrará el análisis de los resultados del trabajo de campo

Capitulo VI

y fotografías que evidencien las actividades realizadas y la condición de los ejemplares. Los reportes serán la evidencia de la evolución de las actividades realizadas en cada una de las etapas contempladas. La periodicidad para la entrega de reportes será la siguiente: Informe inicial una vez finalizada la etapa de establecimiento, y los resultados de las mediciones bimestrales se incluirán en los informes de cumplimiento de términos y condicionantes con la periodicidad que la autoridad determine.

Tabla 91 Indicadores de seguimiento y eficiencia de la medida de compensación propuesta para el desarrollo del proyecto.

Indicador	Eficiencia de la medida
$\sum_{d=x}^n d = d_1 + d_2 + \dots + d_n$ <p>Donde:                      d = Plantas utilizadas para la reforestación (densidad) (No).                      d1 = Plantas utilizadas para la reforestación en el sitio (No).                      dn= Plantas utilizadas para la reforestación en el sitio (No).</p>	$\sum_{d=x}^n d = 1,667 \text{ plantas/ha}$
$cm = \left(\frac{em}{k}\right)$ <p>Donde:                      cm = Periodicidad anual en la que se realiza el control de maleza (No. de veces al año).                      em = periodicidad anual en la que se realiza la eliminación de maleza (No. de veces al año).                      k = ≥1</p>	$cm = 1$
$sa = \left(\frac{oe}{ov}\right) \times 100$ <p>Donde:                      sa= Sanidad (vigor).                      oe = Organismos enfermos de una muestra determinada (No).</p>	$sa = 95\%$

Indicador	Eficiencia de la medida
<p>ov = Organismos vivos de una muestra determinada (No).</p>	
<p style="text-align: center;"><math>sp = \left(\frac{ov}{op_t}\right) \times 100</math></p> <p>Donde:                      sp= Sanidad (vigor).                      ov = Organismos enfermos de una muestra determinada (No).                      op<sub>t</sub> = Organismos vivos de una muestra determinada (No).</p>	<p><math>Sp=80\%</math></p>
<p style="text-align: center;"><math>h_n = h_{n-1} + ch</math></p> <p>Donde:                      hn= Altura de la planta en el tiempo n (cm).                      hn-1= Altura de la planta en el tiempo anterior al de la altura n (cm).                      ch= Crecimiento en altura que manifestó la planta en el tiempo n (cm).</p>	<p style="text-align: center;"><math>h_n = + c</math></p> <p>Se considerará que se tuvo éxito cuando se registre crecimiento positivo en la altura de los organismos rescatados.</p>
<p style="text-align: center;"><math>d_n = d_{n-1} + cd</math></p> <p>Donde:                      dn= Diámetro de la planta en el tiempo n (cm).                      dn-1= Diámetro de la planta en el tiempo anterior al del diámetro n (cm).                      cd= crecimiento del diámetro que manifestó la planta en el tiempo n (cm).</p>	<p style="text-align: center;"><math>d_n = +d</math></p> <p>Se considerará que se tuvo éxito cuando se registre crecimiento positivo en el diámetro de los organismos rescatados.</p>

**Acciones en caso de desviaciones de las variables bajo control**

De llegarse a detectar que la superficie de terreno a conservar es menor a la establecida en el indicador, el supervisor ambiental dará aviso al encargado de las actividades con el fin de que se procedan a realizar las actividades de reforestación correspondientes y en los sitios indicados. En dicha actividad se deberán respetar las técnicas y procedimientos establecidos para efectuar la actividad con la finalidad de garantizar el alcance de los indicadores de éxito del programa. La importancia de la medida deberá

## Capítulo VI

incluirse en pláticas de inducción con el fin de que se respete cabalmente. En este mismo sentido, se llevará un registro de las eventuales causas que ocasionen pérdida o daño, generando programas de reposición en caso de ser necesario. Asimismo, se realizará un análisis de dichas causas, a partir de las cuales se propondrán medidas correctivas a ser aplicadas con la consecuente revisión del éxito de estas medidas.

### VI.2. Impactos residuales

Resulta relevante que todos los impactos ambientales considerados como residuales en el análisis realizado en el capítulo previo cuenten con una o más medidas ambientales para mitigar el impacto que estos tendrían en el ecosistema, tanto a nivel ambiental como en la sociedad. Las medidas ambientales que se presentan a consideración de la autoridad ya están mencionadas en la Tabla 89, no obstante para mayor claridad en la Tabla 93 se presentan de manera particular los impactos residuales con sus medidas ambientales.

Tabla 92 Listado de impactos ambientales potenciales a generarse por el desarrollo del proyecto y las medidas ambientales a implementar.

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Medida ambiental
<b>Preparación del sitio</b>			
1	Re-nivelación/ relieve	Modificación de la topografía del sitio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La actividad de re-nivelación se va ir dando paulatinamente conforme se diseñe el plan constructivo de las obras para evitar tener áreas desprotegidas por un periodo largo de tiempo.</li> <li>• Los edificios estarán ubicados en un paisaje conformado por áreas verdes y conectados entre sí por medio de andadores al aire libre, siempre respetando la morfología general del sitio. Esto significa que, el concepto modular del proyecto se llevará a cabo respetando la morfología del sitio, por lo que la afectación</li> </ul>
2	Re-nivelación/ erosión de suelo	Pérdida de suelo del horizonte orgánico	

Capítulo VI

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Medida ambiental
			<p>en esta etapa se hará solo en las áreas que se tienen asignadas para el desplanta de las obras.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La capa de suelo vegetal se rescatará para ser usada en las áreas verdes del proyecto que más lo demanden, así como en el vivero temporal que se habilitará para manejar los ejemplares de flora rescatados de los sitios de afectación, o en el proceso de reproducción de aquellas especies que no tengan individuos viables para el rescate pero que se consideran representativas de la vegetación presente en el predio.</li> <li>• Solo se nivelará y rescatará el suelo de aquellas áreas en las que se tiene proyectado realizar el desplante de obras, por ningún motivo se nivelarán sitios dentro del área de conservación.</li> </ul>
3	Re-nivelación / modificación del flujo superficial	Modificación del patrón de escurrimiento del agua de lluvia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El hotel se construirá sobre una plataforma de concreto elevada a 3.2 m de la superficie del suelo soportada sobre pilas de concreto para mantener el flujo geohidrológico natural, así como para cuidar la calidad del manglar que crece aledaño al área general de construcción.</li> <li>• En esta etapa de desarrollo del proyecto, y en caso de que se dé durante la época de lluvias, las aguas pluviales serán trasladadas al mantofreático de manera natural, siendo asistida siguiendo la pendiente y escurrimiento natural del agua hacia sitios específicos de no</li> </ul>

Capítulo VI

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Medida ambiental
4	Desmonte y deshierbe / abundancia de flora	Disminución del número de ejemplares de flora silvestre	<p>afectación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los residuos vegetales generados por las actividades de deshierbe deberán ser triturados o picados, mezclados y enviados a algún sitio cercano para que sean esparcidos y actúen como mejoradores de suelos.</li> <li>• La remoción de la vegetación se realizará de manera manual, solo con ayuda de herramientas, como machetes, azadones, cortadoras manuales, entre otros de este tipo. No se usará la aplicación de herbicidas desecantes o retardadores del crecimiento, fuego o algún otro de este tipo para el deshierbe.</li> <li>• Previo a la remoción de la cobertura vegetal se revisarán las áreas a afectar para verificar la presencia de individuos susceptibles de ser rescatados y reubicados. Entre estos individuos tendrán prioridad los pertenecientes a especies listadas en alguna categoría de riesgo de acuerdo con el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellos pertenecientes a vegetación primaria de selva baja. Entre los criterios a considerar para seleccionar los individuos a rescatar para su reubicación se considerarán, además de su categoría de riesgo: representatividad de la especie, estado de madurez del individuo y condición física del</li> </ul>



Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Medida ambiental
			<p>ejemplar (salud: que esté libre de plagas, enfermedades y que tenga una buena condición nutrimental).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En caso de no poder rescatar ejemplares para su reubicación, se colectará germoplasma para su reproducción, ya sea sexual o asexual. Esta actividad podrá llevarse a cabo en el vivero temporal que se habilitará en una de las áreas afectadas dentro del predio, que tendrá como finalidad manejar los ejemplares rescatados y reproducir aquellas especies en las que no sea posible rescatar los ejemplares presentes en las áreas de afectación.</li> </ul>
5	Desmorte y Deshierbe/ cobertura vegetal	Incremento del área terrestre sin cobertura vegetal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para compensar la pérdida de cobertura vegetal de las áreas de desplante de las obras del proyecto, se llevará a cabo un programa de manejo de flora en el área de conservación del predio, en el que, para ello, se utilizarán los ejemplares rescatados de las áreas de afectación, los reproducidos o, como otra opción, adquiridos en viveros legalmente establecidos en la región. Aclarando que, únicamente se utilizarán individuos de las especies presentes en el predio del proyecto y de aquellas especies que sean representantes de las comunidades vegetales presentes en la región. NO se utilizarán especies exóticas ni invasoras como parte del programa de manejo de flora a implementar.</li> </ul>
6	Desmorte y Deshierbe / calidad estético - paisajística	Pérdida de la uniformidad escénica de la cobertura vegetal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para compensar la pérdida de cobertura vegetal de las áreas de desplante de las obras del proyecto, se llevará a cabo un programa de manejo de flora en el área de conservación del predio, en el que, para ello, se utilizarán los ejemplares rescatados de las áreas de afectación, los reproducidos o, como otra opción, adquiridos en viveros legalmente establecidos en la región. Aclarando que, únicamente se utilizarán individuos de las especies presentes en el predio del proyecto y de aquellas especies que sean representantes de las comunidades vegetales presentes en la región. NO se utilizarán especies exóticas ni invasoras como parte del programa de manejo de flora a implementar.</li> </ul>

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Medida ambiental
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Entre los módulos del proyecto se tendrán jardines, sumando un total de 9,981.67 m<sup>2</sup> de los 81,461.85 m<sup>2</sup> totales del predio, en los que se sembrarán especies características de zonas tropicales, no exóticas ni invasoras, para mitigar la pérdida del valor paisajístico en la zona de desarrollo. Además, se tendrán 1,239.82 m<sup>2</sup> de circulación con adopasto que ayudarán a mitigar el impacto visual que tendrá la infraestructura de desarrollo en el predio.</li> </ul>
<b>Construcción</b>			
7	Colocación de plataforma / modificación de flujo superficial de agua	Cambios en el patrón de escorrentía del agua de lluvia	<ul style="list-style-type: none"> <li>El hotel se construirá sobre una plataforma de concreto elevada a 3.2 m de la superficie del suelo soportada sobre pilas de concreto para mantener el flujo geohidrológico natural, así como para cuidar la calidad del manglar presente cerca de las áreas de construcción.</li> <li>Los escurrimientos de agua de lluvia serán conducidos al subsuelo, ya que la permeabilidad actual se mantendrá en el 60.55% de la propiedad. Por otro lado, el agua de lluvia captada en las zonas de azoteas se conducirá mediante un sistema aislado de otros de conducción de agua hacia el manto acuífero mediante pozos de absorción. En el sistema de conducción del agua hacia el acuífero se instalarán coladeras y trampas</li> </ul>

Capítulo VI

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Medida ambiental
			<p>con canastas para sólidos, la cual descargara al pozo de absorción para pasar al manto acuífero. Este proceso implica que en ningún momento el agua pluvial tendría contacto con aguas servidas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En las obras se instalará un drenaje pluvial separado del drenaje sanitario que favorecerá la infiltración natural al subsuelo de las aguas pluviales, colocando coladeras y trampas en el sistema de drenaje pluvial. Las aguas pluviales serán trasladadas al manto freático de manera natural, siendo asistida, en sitios específicos, por pozos de absorción autorizados por la CONAGUA, operando como se describió anteriormente.</li> <li>• Se privilegiará el uso de materiales permeables en área de banquetas, vialidades internas, patios, andadores y, en general, áreas abiertas.</li> </ul>
8	Colocación de plataforma / calidad estético - paisajística	Pérdida de armonía paisajística	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como medidas de mitigación a implementar para mitigar la pérdida de armonía paisajística se consideró el diseño modular del conjunto de obras del proyecto, dejando entre ellas jardines y otras áreas que ayuden a combinar con el tipo de vegetación presente en la región y en el área de conservación ubicada en la parte opuesta a la zona de playa.</li> <li>• Se implementará un programa de manejo de flora en la zona de</li> </ul>
9	Conformación de obra civil / calidad estético – paisajística	Pérdida de armonía paisajística	
10	Conformación de obra civil / impacto visual	Disminución la capacidad contemplativa del paisaje	

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Medida ambiental
			<p>conservación con especies representes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se respetará la altura máxima de construcción permitida por el PDUCPPM, que es de 4 niveles o 14 m, altura que fue definida para mitigar el impacto que pudieran ocasionar alturas mayores al paisaje de la región.</li> <li>• El diseño modular de las obras y el establecimiento de áreas verdes intercaladas mitigará el impacto que pudiera ocasionar una sola construcción continua de tales dimensiones en el predio contra el paisaje en general.</li> </ul>
<b>Operación y mantenimiento</b>			
11	Aprovechamiento de agua salobre / Disponibilidad de agua	Disminución del volumen de agua del acuífero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para mitigar el impacto que se pudiera ocasionar al manto acuífero por el aprovechamiento de agua de dos pozos (POI), se construirá y operará una PTAR, todo esto previa tramitación y autorización ante la CONAGUA. Toda el agua residual que se genere como parte de los servicios del hotel se conducirá a través de una red hidrosanitaria que será colocada por debajo de las losas piloteadas hacia la PTAR para su tratamiento. Las aguas tratadas servirán para riego de áreas verdes, lavado de banquetas y áreas exteriores y, las aguas tratadas excedentes se descargarán en el subsuelo. Para las descargas de agua al manto acuífero se tramitará la autorización para la perforación</li> </ul>

Capítulo VI

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Medida ambiental
			<p>de un pozo de rechazo para enviar los excedentes. Lo anterior en concordancia con las normas oficiales mexicanas aplicables y bajo las regulaciones correspondientes aplicadas por la CONAGUA.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En los cuartos de los módulos, baños, restaurantes y oficinas, se instalarán equipos ahorradores de agua, ampliamente comercializados en las casas expendedoras de este tipo de equipos. De esta forma se reducirá el consumo de agua en las regaderas, descargas de baños y fregaderos.</li> <li>• La conservación de vegetación nativa más el aumento en forestación y jardinería y la los del proyecto, minimizan el impacto que se pueda causar a la permeabilidad del suelo, aunado a que el diseño constructivo elevado sobre pilas permite la continuidad de la permeabilidad del suelo.</li> <li>• En los jardines se plantarán especies comunes y adaptadas a las condiciones climáticas prevalecientes en la región, evitando especies vegetales que sean altamente demandantes de agua.</li> </ul>
<p><b>12</b></p>	<p>Actividad turística / confort sonoro</p>	<p>Alteración del confort sonoro</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El efecto del ruido que se generará por el movimiento vehicular de los empleados, servicios, huéspedes, así como por actividades recreativas en áreas específicas del hotel, se mitigarán con la conformación de las áreas verdes, ya que la</li> </ul>

Interacción (No.)	Relación	Impacto ambiental identificado	Medida ambiental
			<p>vegetación funciona como una barrera contra luz, viento y dispersión de las ondas acústicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La mayor actividad vehicular se dará entre las 6 am y las 10 pm, periodo en el que se permite una mayor emisión de ruido [55 vs 50 dB (A), en zonas residenciales (exteriores)].</li> <li>• En caso de tenerse actividades nocturnas, se respetará el límite máximo permitido de ruido establecido para fuentes fijas, de acuerdo con lo establecido en el acuerdo por el que se modifica el numeral 5.4 de la norma oficial mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, adecuando las instalaciones para reducir la dispersión del ruido que se genere en las instalaciones destinadas a eventos.</li> </ul>

Si bien, estos impactos ambientales se consideran como residuales, hay que mencionar que todos tienen medidas ambientales que mitigan el impacto ocasionado en el medio ambiente.

### VI.3. Programa de manejo ambiental

Todo programa de vigilancia ambiental (PVA) tiene por objetivo establecer los lineamientos para garantizar la ejecución y seguimiento de las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales propuestas en los estudios de impacto ambiental sometidos al procedimiento de evaluación en materia. En este caso específico, se habla de las medidas ambientales propuestas anteriormente.

## Capítulo VI

En este apartado se describe el PVA que permitirá dar seguimiento a las actuaciones indicando la frecuencia y tipo de los informes que habrán de mostrar los alcances y eficacia de las medidas adoptadas.

El PVA tiene los siguientes objetivos:

- Definir una estrategia para la implementación de los programas específicos de gestión ambiental propuestos a implementar.
- Asegurar y documentar su ejecución.
- Verificar estándares de calidad de los insumos (tierra, agua, plantas, entre otros).
- Comprobar la eficiencia y eficacia de las medidas establecidas durante su ejecución.
- Detectar en momentos tempranos impactos ambientales adversos no previstos.
- Establecer límites en los casos que sea aplicable, los niveles o límites que definan cuando se requieran acciones emergentes de modificación, corrección o compensación a las acciones realizadas para evitar la afectación ambiental.
- Generar formatos para verificar los impactos ambientales potenciales analizados en este estudio, así como de las condicionantes que la autoridad establezca por su desarrollo, de ser el caso, a fin de corroborar la validez del modelo y ecuación utilizados.

Se parte de criterios y lineamientos ambientales básicos para el control de la obra, tales como:

- La obra deberá estar limpia y ordenada en todo momento
- Se controlará y evitará la dispersión de residuos sólidos urbanos, la disposición incorrecta de los residuos de manejo especial y se pondrá énfasis en el manejo, disposición temporal y final de los residuos peligrosos generados por el desarrollo del proyecto. Se tendrá como premisa que éstos no deberán ser mezclados entre

## Capítulo VI

ellos y se implementarán los medios necesarios para hacer del conocimiento de los trabajadores la forma correcta de su manejo, disposición y reutilización.

- Se implementará la política de disminuir la generación de residuos. Se reutilizarán y reciclarán todos los elementos que se puedan reutilizar o reciclar las veces que sea posible, evitando su prematura eliminación o vertido en todos los casos posibles.
- Se tendrá una programación de la aplicación de riegos para prevenir la generación de polvos, con base a las áreas a trabajar, intensidad de trabajo y humedad del suelo.
- Toda actividad del personal, maquinaria y equipos se realizará dentro de las áreas de desplante de obra y caminos construidos para evitar la afectación de áreas aledañas y del área de conservación.
- Situar las instalaciones de apoyo (caseta de vigilancia, almacenes y bodegas) en áreas de desplante de obras futuras, preferentemente sin vegetación, a fin de proteger el suelo y la cubierta vegetal.
- Para evitar la emisión de gases a la atmósfera por parte de la maquinaria y vehículos, se implementará un estricto programa preventivo de mantenimiento. El cambio de aceite y filtros de la maquinaria deberá hacerse en talleres especializados y acondicionado para ello. Si fuese necesario cambiar el aceite en la obra, por casos de emergencia (accidentes), se deberá evitar el vertido de hidrocarburos al suelo.
- No se permitirá hacer fogatas ni incinerar desperdicios.
- Se instalarán baños portátiles para el uso de los trabajadores de los frentes de trabajo alejados de los sanitarios temporales que se construirán, los que estarán conectados a un biodigestor, para evitar las defecaciones al aire libre y la contaminación del suelo, cuerpos de agua, aire y prevenir afectaciones a la salud de los trabajadores. Para ello, se utilizará una proporción de una letrina por cada 15 trabajadores o una letrina cada 150 m, lo que aplique en los frentes de trabajo.



## Capítulo VI

- En todo momento le estará prohibido a todos los trabajadores capturar, cazar o dañar la fauna silvestre y extraer flora silvestre para su uso o comercialización.
- Lo anterior será implementado complementándolo con las condicionantes y medidas establecidas como parte del proceso de evaluación en materia de impacto ambiental realizado por la autoridad ambiental.

Los resultados de la implementación de este programa serán informados de acuerdo con la periodicidad que la autoridad considere pertinente, de ser el caso.

Este PVA engloba seis programas, incluyendo éste, siendo estos:

- Programa de manejo de flora.
- Programa de manejo de fauna.
- Programa de manejo de tortugas.
- Programa de manejo de jardinería.
- Programa de manejo de conservación de manglar.
- Programa integral de manejo de residuos.

Cada uno de estos programas se plantea con el objetivo de que la integración ambiental de la construcción y operación del desarrollo turístico se defina y realice bajo términos de referencia que permitan, por una parte, el seguimiento de su cumplimiento y, adicionalmente, medir el desempeño de éstos. Como resultado de su ejecución, seguimiento y análisis se definirán estrategias en su implementación, lo que, de ser necesario, se mejorarán si así lo indica el análisis realizado a los indicadores establecidos.

El alcance de estos programas está definido en cada uno de ellos, los cuales se presentan adjunto al presente documento. No obstante, en la Tabla 94 se presenta un resumen de las acciones que éstos implican.

Tabla 93 Subprogramas que constituyen el Programa de Vigilancia Ambiental a implementar como parte del proyecto.

Programa	Objetivo	Principales técnicas	Indicadores de desempeño	Periodicidad del informe
<b>Etapas de preparación del sitio y construcción</b>				
<p><b>Programa de manejo de flora.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevenir, atenuar, rehabilitar y compensar el deterioro del ambiente producto de las actividades del proyecto turístico.</li> <li>• Establecer estrategias para evitar el deterioro de la vegetación aun existente en el predio del proyecto.</li> <li>• Supervisar y documentar los procesos de rescate, manejo, reintroducción y recuperación de individuos trasplantados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recorridos previos en el proyecto para la identificación de las especies susceptibles a ser rescatadas.</li> <li>• Técnica adecuada de rescate, en función de la especie identificada.</li> <li>• Las técnicas por emplear son convencionales con herramientas como pala, pico etc.</li> <li>• Cuidado del cepellón, raíz.</li> <li>• Traslado de los organismos banqueado al vivero temporal.</li> <li>• Instalación y operación de un vivero temporal acondicionado para el mantenimiento de las especies rescatadas.</li> </ul> <p>Ubicación de sitios para el trasplante de los ejemplares rescatados con sus respectivas condiciones ecológicas de los sitios en donde se instalarán.</p>	<p>El indicador definido es la supervivencia de individuos trasplantados, el cual no deberá ser menor al 80%.</p>	<p>Un año después del trasplante, verificando de manera directa el estado que guarda la reubicación. Entre los datos levantados en campo destacan los siguientes: supervivencia (%), crecimiento en altura (cm), crecimiento en diámetro (cm) y estado sanitario.</p>
<p><b>Programa de manejo de fauna.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer las prácticas más adecuadas para ahuyentarlos de manera temporal del área de influencia del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de las especies que serán rescatadas y ahuyentadas.</li> <li>• Técnicas de ahuyentamiento, tales como simulaciones de llamados de los depredadores (generalmente</li> </ul>	<p>El indicador de éxito del programa de rescate y reubicación de fauna silvestre será la ausencia de individuos en el momento previo al</p>	<p>Durante el desarrollo de la obra se realizará la supervisión y se reportará a la autoridad ambiental con una periodicidad</p>

Programa	Objetivo	Principales técnicas	Indicadores de desempeño	Periodicidad del informe
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detallar las técnicas de captura y traslado seguros para cada una de las especies de organismos.</li> <li>• Identificar áreas libres de afectación y con condiciones propicias para la liberación de los individuos rescatados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>aves rapaces), de dolor o agonía de otras aves.</li> <li>• Recorridos por los frentes de trabajo para el rescate de especies que se pudieran encontrar.</li> <li>• Reubicación de especies en casos de captura y liberación en condiciones de acuerdo con su hábitat.</li> </ul>	<p>deshierbe, re-nivelación y construcción de la obra civil. Para tal efecto, se continuará con los recorridos en campo para la búsqueda de registros directos e indirectos de la presencia de fauna, tales como huellas, excretas y pelo, así como con actividades de trampeo, en caso de ser necesario, esperando que las tasas de captura y registros sean nulas.</p> <p>La supervivencia de los individuos rescatados deberá ser <math>\geq 95\%</math>, en caso de que caiga de este valor las actividades serán detenidas para analizar los procedimientos.</p>	<p>que ésta determine. (Se lleva una bitácora de campo para ir anotando las actividades realizadas para la protección de la fauna silvestre).</p>
<p><b>Programa de manejo de fauna.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer las prácticas más adecuadas para ahuyentarlos de manera temporal del área de influencia del proyecto.</li> <li>• Detallar las técnicas de captura y traslado seguros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de las especies que serán rescatadas y ahuyentadas.</li> <li>• Técnicas de ahuyentamiento, tales como simulaciones de llamados de los depredadores (generalmente aves rapaces), de dolor o agonía de otras aves.</li> </ul>	<p>El indicador de éxito del programa de rescate y reubicación de fauna silvestre será la ausencia de individuos en el momento previo al deshierbe, re-nivelación y construcción de la obra</p>	<p>Durante el desarrollo de la obra se realizará la supervisión y se reportará a la autoridad ambiental con una periodicidad que ésta determine. (Se lleva una bitácora</p>

Programa	Objetivo	Principales técnicas	Indicadores de desempeño	Periodicidad del informe
	<p>para cada una de las especies de organismos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar áreas libres de afectación y con condiciones propicias para la liberación de los individuos rescatados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recorridos por los frentes de trabajo para el rescate de especies que se pudieran encontrar.</li> <li>• Reubicación de especies en casos de captura y liberación en condiciones de acuerdo con su hábitat</li> </ul>	<p>civil. Para tal efecto, se continuará con los recorridos en campo para la búsqueda de registros directos e indirectos de la presencia de fauna, tales como huellas, excretas y pelo, así como con actividades de trampeo, en caso de ser necesario, esperando que las tasas de captura y registros sean nulas.</p> <p>La supervivencia de los individuos rescatados deberá ser <math>\geq 95\%</math>, en caso de que caiga de este valor las actividades serán detenidas para analizar los procedimientos.</p>	<p>de campo para ir anotando las actividades realizadas para la protección de la fauna silvestre).</p>
<p><b>Programa de manejo de jardinería.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compensar el impacto ambiental por la construcción del proyecto.</li> <li>• Establecer los lineamientos para la conservación de las 3.73 ha reservadas para este objetivo, con especies nativas de la región.</li> <li>• Lograr el establecimiento de especies nativas de la</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubicación de los sitios susceptibles a reforestar.</li> <li>• Selección de las especies nativas que se emplearán para la reforestación.</li> <li>• Determinar características particulares de las plantas, tales como tamaño, que estén sanas, buena proporción de raíces, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crecimiento en altura de las plantas conservadas.</li> <li>• Diámetro del tallo principal de las plantas conservadas.</li> <li>• Porcentaje de supervivencia (mínimo aceptable 80%).</li> </ul>	<p>Las actividades de monitoreo de las variables serán bimestrales, en el primer año de establecimiento y, semestralmente en los siguientes cuatro años. El reporte de los resultados obtenidos a</p>

Programa	Objetivo	Principales técnicas	Indicadores de desempeño	Periodicidad del informe
	región.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El traslado de las plantas a los sitios que fueron seleccionados para dicho fin.</li> <li>• Determinación de las densidades. Metodología o técnica de reforestación, tanto la distribución espacial en el terreno, construcción de las cepas, y método de colocación de la planta en la cepa.</li> <li>• Las técnicas por emplear son: palas con punta redondeada, barreta, carretilla.</li> <li>• Mantenimiento de la reforestación, tales como deshierbes, fertilizaciones, prevención y control de plagas y enfermedades.</li> </ul>		la autoridad ambiental será en el plazo que ésta defina.
<p><b>Programa de manejo de conservación de manglar</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer los métodos y técnicas que serán empleadas para la implementación de las acciones de restauración y de las actividades a llevar a cabo para la conservación y mantenimiento específico de las 3.27 ha de mangle a conservar en el predio del proyecto.</li> <li>• Definir las especies que serán utilizadas como parte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquisición de plantas nativas y presentes en el área de conservación en viveros locales autorizados.</li> <li>• Selección de los ejemplares a utilizar en reforestación en el área de conservación con base a su estado sanitario, salud y condición física, tanto aérea como de raíces.</li> <li>• Definir las prácticas de manejo adecuadas al área de conservación para incrementar la probabilidad de supervivencia (riegos, carga,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficie conservada y reforestada.</li> <li>• Crecimiento en altura de las plantas.</li> <li>• Diámetro del tallo principal de las plantas conservadas.</li> <li>• Porcentaje de supervivencia (mínimo aceptable 80%).</li> </ul>	Un año después del trasplante, verificando de manera directa el estado que guarda la reubicación. Entre los datos levantados en campo destacan los siguientes: supervivencia (%), crecimiento en altura (cm), crecimiento en diámetro (cm) y estado sanitario.

Programa	Objetivo	Principales técnicas	Indicadores de desempeño	Periodicidad del informe
	<p>de las acciones de reforestación y cercos vivos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer las prácticas más apropiadas para las acciones de reforestación.</li> <li>• Establecer los indicadores de éxito para las acciones de reforestación.</li> <li>• Detallar los recursos necesarios para ejecutar las acciones de reforestación.</li> <li>• Definir las actividades para implementar el mantenimiento general del área para garantizar su conservación</li> </ul>	<p>protección y descarga.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir las actividades para el trasplante de los ejemplares: herramienta requerida, densidad, diseño, ubicación y construcción de cepas y plantado de individuos.</li> <li>• Actividades de monitoreo de ejemplares post-plantado, seguimiento a sobrevivencia, estado sanitario y crecimiento.</li> </ul>		
<b>Etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento</b>				
<p><b>Programa integral de manejo de residuos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El objetivo general es el de prevenir y mitigar la contaminación ambiental y degradación del suelo por la acumulación de los residuos que se generen por el desarrollo del proyecto.</li> <li>• Promover la prevención de la generación, valorización y manejo integral de los residuos peligrosos, de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnósticos de fuentes generadoras.</li> <li>• Definición de estrategias para prevenir la generación de residuos.</li> <li>• Establecimiento de procesos para el manejo integral de residuos por fuentes generadoras y tipos de residuos.</li> <li>• Apertura para el registro de información de la bitácora sobre la generación y manejo de residuos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volúmenes de residuos generados, por tipo.</li> <li>• Número de eventos de contingencia por derrames o fugas de sustancias químicas o residuos peligrosos con volúmenes de reporte.</li> </ul>	<p>Durante el desarrollo de la obra se realizará la supervisión y se reportará a la autoridad ambiental con una periodicidad que ésta determine.</p>

Programa	Objetivo	Principales técnicas	Indicadores de desempeño	Periodicidad del informe
	<p>manejo especial y sólidos urbanos que se generen como resultado del desarrollo del proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer las modalidades de manejo integral según el tipo de residuos generados.</li> <li>• Definir esquemas de manejo donde se promueva la responsabilidad de la generación de residuos, su disminución, clasificación y reciclado.</li> </ul>			

#### VI.4. Seguimiento y control

En proyectos de gran dimensión, como el del caso que nos ocupa, se requiere del trabajo de un gran equipo de personas especialistas para el desempeño de las diversas actividades que se tienen que llevar a cabo para hacerlos realidad en los términos planteados. El cumplimiento de sus tareas muchas veces lleva a los trabajadores a solo poner atención en el cumplimiento de sus objetivos y se olvidan o no ponen atención al cumplimiento de otros objetivos de aplicación general y cumplimiento obligatorio para su conclusión.

Entre estos temas generales, resaltan los temas de seguridad y riesgo en el trabajo, que regula las metodologías para garantizar el desempeño de cada una de las actividades de una forma segura sin que existan riesgo para la integridad física de los trabajadores. Y, por otro lado, está el cumplimiento de la reglamentación ambiental que se tiene que llevar a cabo para prevenir y mitigar los impactos adversos al medio ambiente.

Con la finalidad de vigilar que se cumpla con las medidas ambientales propuestas y las condicionantes establecidas por la autoridad ambiental para el desarrollo del proyecto, es importante que se cuente con un equipo de trabajo conformado por personal capacitado, con conocimiento probado, en el desempeño y supervisión ambiental. Todos los trabajadores son los responsables de cumplir con las medidas definidas para prevenir y mitigar los impactos ambientales, pero el equipo de supervisión ambiental es el responsable de que vigilar que estas se lleven en los términos manifestados.

El personal que constituye este equipo de trabajo, que involucra a un responsable ambiental del proyecto, además de verificar el cumplimiento de las medidas ambientales, debe ser capaz de analizar los resultados obtenidos, tomar decisiones en casos de emergencia, definir nuevas estrategias cuando las medidas implementadas no estén dando resultados, transmitir la información a los diferentes equipos de trabajo, elaborar informes y reportes de resultados, entre otros. Este trabajo se debe ver reflejado y servir para el cumplimiento de los siguientes compromisos:

- Comprobar la correcta implementación de las medidas ambientales propuestas y las condicionantes establecidas por la autoridad ambiental.



## Capítulo VI

- Verificar las predicciones de impactos ambientales y detectar la ocurrencia de situaciones ambientales contingentes.

Verificar la elaboración y difusión de un plan de educación ambiental a todo el personal que labore en el proyecto desde el inicio de sus actividades, en el que se resalten las obligaciones y responsabilidades del proyecto con las autoridades y de los trabajadores con el proyecto.

- Contar con información veraz respecto de la calidad, oportunidad y efectividad de las medidas ambientales establecidas para el proyecto.
- Elaborar e implementar un plan de acciones y eventualidades que pudieran ocasionar un riesgo social y ambiental, como incendios, inundaciones, temblores, paros laborales prolongados, entre otros.
- Definir planes alternativos de acción ante un pobre resultado de las medidas ambientales implementadas.
- Verificar el registro, análisis y difusión de los resultados obtenidos sobre el desempeño ambiental del proyecto con la implementación de las medidas ambientales.
- Asegurarse de que el desarrollo del proyecto se ajuste a los estándares ambientales que establece la normatividad ambiental y las regulaciones particulares establecidas por las normas oficiales mexicanas en materia ambiental.
- Apoyar en las visitas de supervisión ambiental que realicen las autoridades ambientales en el ámbito de su competencia, así como probar lo realizado para el cumplimiento de las obligaciones a las que haya quedado sujeto el desarrollo del proyecto.

Se espera que, a través del debido cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales, el desarrollo del proyecto se enmarque satisfactoriamente dentro de los límites establecidos por las normas oficiales

## Capítulo VI

mexicanas de protección ambiental que le son aplicables y en apego a los criterios establecidos en la legislación ambiental.

La supervisión ambiental propuesta se estructura en cinco ejes principales:

- a) Vigilar la implementación de las medidas ambientales establecidas para el proyecto y las condicionantes indicadas por la autoridad ambiental en todas las etapas de ejecución.
- b) Dar seguimiento y establecer los mecanismos de control de impactos ambientales en todas las etapas de ejecución del Proyecto.
- c) Verificar regularmente el estado del medio ambiente.
- d) Constatar el cumplimiento de los estándares que establece la normatividad ambiental.
- e) Elaborar, difundir y presentar los informes de los resultados obtenidos con la implementación de las medidas y condicionantes ambientales.

La atención de cada eje se realizará simultáneamente, para lo cual el responsable ambiental del proyecto programará visitas y estancias regulares en el sitio de actividades, esto en conjunto con su grupo técnico de apoyo, a efecto de realizar las supervisiones respectivas.

En el caso de la verificación del estado del medio ambiente, el responsable ambiental del proyecto trabajará coordinadamente con los especialistas encargados de realizar los estudios específicos que integren un monitoreo ambiental. Durante las supervisiones se levantarán bitácoras de campo en las que se recabará la información necesaria para documentar los resultados correspondientes.

Las supervisiones, para comprobar la aplicación de las medidas ambientales y condicionantes establecidas para el proyecto, se ajustarán al cumplimiento de los objetivos, y particularidades del PVA.

### VI.4.1. Seguimiento y control de impactos ambientales

El seguimiento y control de los impactos ambientales que se tengan durante el desarrollo del proyecto se registrarán a través de formatos de reporte de incidentes ambientales, el cual será diseñado y aprobado por el equipo de supervisión ambiental. Estos formatos deben incluir la información básica para poderle dar seguimiento a los incidentes y verificar la atención del problema, además, podrán adaptarse para ser usados en cada una de las etapas, con base en el programa de trabajo y avances de las actividades. La información capturada en estos formatos podrá pasar a ser parte de las bitácoras de campo, las cuales serán la base para el análisis de resultados.

El seguimiento de los efectos negativos se realizará al mismo tiempo que la supervisión de la aplicación de las medidas ambientales y condicionantes del proyecto, registrando en bitácoras de campo cualquier dato e información que identifique, para cada uno de los impactos potenciales:

- a) Si se observa manifestación alguna del efecto.
- b) Momento de ocurrencia o manifestación.
- c) Localización o extensión del efecto.
- d) Duración o persistencia.
- e) Causas probables o actividades que dieron origen a la manifestación del impacto.
- f) Existencia de fenómenos naturales o causas externas al proyecto para la ocurrencia del impacto.

Los reportes de incidentes ambientales contendrán registros fotográficos de los incidentes identificados y de las condiciones en que se encuentra el factor ambiental afectado al momento de la supervisión.

### VI.4.2. Verificación de la condición del medio ambiente

## Capítulo VI

El seguimiento de la calidad ambiental se realizará a través del monitoreo ambiental. Los resultados de la evaluación de las variables ambientales que serán analizadas en cada evento de monitoreo y su comparación con los valores normados, los cuales están indicados en la normatividad oficial mexicana y referencias científicas, se indican a continuación:

a) Calidad del aire por la emisión de gases y partículas sólidas: Este subfactor ambiental se verá afectado por la emisión de polvos y gases de combustión, siendo las principales fuentes emisoras los vehículos y equipos automotores empleados en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto. Las fuentes emisoras y el grado de afectación estará en función de:

- Distancia de acarreo y transporte de materiales e insumos para la realización del proyecto.
- Tiempo de operación y número de fuentes emisoras en operación.

El indicador numérico y procedimiento por seguir está determinado por las normas oficiales mexicanas:

- NOM-041-SEMARNAT-1999. Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
- NOM-042-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape de vehículos automotores.
- NOM-045-SEMARNAT-1996. Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.

## Capítulo VI

b) Confort sonoro (generación de ruido): La operación de maquinaria, vehículos y equipo para la preparación del sitio y construcción del proyecto serán los principales agentes que ocasionarán la afectación a este subfactor ambiental, así como durante la operación y mantenimiento del proyecto. La afectación ambiental dependerá de la frecuencia e intensidad de las ondas sonoras, así como el patrón de tiempo y el timbre de sonido que se emita, lo cual estará en función de:

- Número, tiempo de operación, ubicación e intensidad de las emisiones de las ondas sonoras de los agentes generadores de ruido operando.

El indicador numérico y procedimiento por seguir está determinado por las normas oficiales mexicanas:

- NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.
- NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.
- ACUERDO por el que se modifica el numeral 5.4 de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

c) Suelo: Con el desarrollo del proyecto, el suelo será otro de los componentes ambientales que sufrirá impactos ambientales directos. Estos irán desde la alteración de su perfil de desarrollo, hasta la contaminación del suelo por la dispersión, derrame y fugas de residuos; ambas afectaciones en áreas muy puntuales. La determinación del nivel de afectación y recuperación del componente ambiental en cuestión estará determinada por los siguientes indicadores ambientales:

## Capítulo VI

- Superficie contaminada por dispersión, derrames y fugas de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos.
- Superficie de suelo afectada por el desplante de las obras.

El indicador numérico y procedimiento por seguir está determinado por las unidades de superficie afectadas.

La degradación química del suelo está fuertemente relacionada con la generación y mal manejo de los residuos que se producen durante el desarrollo del proyecto. Así que en este caso se evaluará este variable a través de la eficiencia del manejo y disposición final que se haga de ellos. Para evaluarlo se utilizarán los indicadores mencionados por Perevochtchikova (2013), quien indicó que el indicador ambiental para la evaluación del impacto de los residuos, tanto de los que denomina como industriales como de los orgánicos, es su producción ( $m^3$ ), así como su reciclaje (proporción del volumen que es generado que es reciclado, %). En este caso el volumen de residuos, por tipo, se considera que será el indicador principal. Sin embargo, no se puede considerar el reciclaje como un indicador a evaluar ya que en el predio solo realizará la separación primaria, siendo en el siguiente paso, fuera del predio, donde se realiza la separación final de los residuos para reciclaje.

Bajo esta consideración, los indicadores para evaluar esta variable son:

- Producción: Volumen ( $m^3$ ) o cantidad (kg) de residuos generados, por tipo, con respecto al volumen o cantidad total.
- Instalación de kit de contenedores: Relación de frentes de trabajo operando y frentes de trabajo que cuentan con contenedores para la disposición de residuos.
- Eficiencia de la separación de residuos: Relación del número de kits de contenedores habilitados y número de kits que no llevan a cabo la separación de residuos.

Como referencia cuantitativa para evaluar el nivel de cumplimiento o eficiencia de las medidas ambientales se utilizará la escala de evaluación propuesta por Loaiza (2011) indicada en la Tabla 94

Capítulo VI

Tabla 94 Escala para la evaluación del nivel de cumplimiento o eficiencia de las medidas ambientales

<b>Nivel de cumplimiento (%)</b>	<b>Referencia cualitativa</b>	<b>Acción por implementar</b>
<b>0 - 25</b>	Cumplimiento muy deficiente	Se paran actividades en las áreas generadoras del problema, se analizan las causas y se establecen nuevas acciones.
<b>26 - 50</b>	Cumplimiento deficiente	Se realizan cambios en la implementación de la medida involucrando a los encargados de las diferentes áreas en el análisis del problema.
<b>51 - 70</b>	Cumplimiento medio	Se realizan ajustes internos entre los encargados ambientales en la implementación de la medida ambiental.
<b>71 - 90</b>	Buen cumplimiento	Se continúa con la implementación de la medida ambiental en los términos establecidos.
<b>91 - 100</b>	Excelente cumplimiento	

El nivel de cumplimiento aquí expresado en porcentaje puede también expresarse de manera similar para una relación en la escala 0.0 a 1.0 sin implicar ningún cambio

d) Hidrología subterránea: El aprovechamiento de agua para abastecimiento de la demanda de agua que genere el desarrollo del proyecto. Los principales indicadores para evaluar el impacto ambiental en este componente ambiental serán:

- Volumen de agua aprovechada.
- Nivel de contaminación y contaminantes descargados al manto freático.

El indicador numérico y procedimiento por seguir está determinado por las normas oficiales mexicanas:

## Capítulo VI

- Consumo de agua contra en consumo promedio estimado por la CONAGUA (2012) tomando como valores de referencia los estimados para regiones cálido - húmedas y para una población con poder adquisitivo alto, el cual es de 28 m<sup>3</sup> por toma mensualmente o 243 L por habitante diariamente.
  - NOM-001-SEMARNAT-1996: Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales en aguas y Bienes Nacionales.
  - NOM-003-SERMARNAT-1997: Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.
  - NOM-004-SEMARNAT-2002: Protección ambiental.- Lodos y biosólidos.- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.
- e) Abundancia de especies de flora silvestre y cobertura vegetal: Estos subfactores ambientales sufrirían mayor impacto ambiental durante la etapa de preparación del sitio, ocasionado por el deshierbe de las áreas destinadas para el desplante de las obras que conforman la construcción del proyecto. Con la remoción de la vegetación se afectarían principalmente los subfactores ambientales abundancia y cobertura vegetal, dado la extensión de las asociaciones vegetales y la distribución de las especies en el sistema ambiental. Los principales indicadores para evaluar el impacto ambiental en este subfactor serán:
- Tipos y proporción de asociaciones vegetales por afectar.
  - Superficie por afectar por tipo de asociación vegetal presente en el predio.
  - Especies e individuos por afectar en categoría de riesgo.
  - Densidad (individuos ha<sup>-1</sup>) y diversidad (número de especies), por asociación vegetal a afectar por el desarrollo del proyecto.



## Capítulo VI

El indicador numérico y procedimiento por seguir está determinado por la norma oficial mexicana:

- NOM-059-SEMARNAT-2010: MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010. Las especies en riesgo y su abundancia se determinan con base a los resultados de los muestreos realizados para la caracterización del componente en cuestión, incluido en el apartado de la presente manifestación de impacto ambiental.
  - La proporción de asociaciones vegetales a afectar, así como la diversidad y abundancia se determina a partir de los muestreos realizados para caracterizar el componente ambiental en cuestión.
- f) Abundancia, riqueza y movilidad de especies de fauna silvestre: Derivado del incremento del movimiento de gente y vehicular en el área del proyecto, la fauna silvestre se puede ver desplazada hacia sitios con menor alteración y mejores condiciones de hábitat. Los indicadores potenciales para evaluar el impacto ambiental en este componente ambiental serán:
- Número de especies e individuos a rescatar y reubicar, totales y en categoría de riesgo.

El indicador numérico y procedimiento por seguir está determinado por la norma oficial mexicana:

- NOM-059-SEMARNAT-2001: MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010. Las especies en riesgo y su abundancia se

determinan con base a los resultados de los muestreos realizados para la caracterización del componente en cuestión, incluido en el apartado de la presente manifestación de impacto ambiental.

g) Calidad estética del paisaje e impacto visual: Estos subfactores ambientales se verán afectados por la instalación de la infraestructura dentro del sitio del proyecto. Los indicadores de evaluación del impacto a considerar son:

- Número, dimensiones, características constructivas y ubicaciones de las obras del proyecto.

El indicador numérico y procedimiento por seguir está determinado por:

- Superficie total por afectar, en proporción a la superficie total del predio.

### VI.4.3. Cumplimiento de los estándares que establece la normatividad ambiental

A través de las labores de supervisión y seguimiento, se deberá garantizar que el desarrollo del proyecto y de las diferentes actividades que se realizarán (como parte de los programas ambientales, de las medidas de prevención, mitigación y compensación, y de las condicionantes establecidas por la autoridad), cumplan con las especificaciones y límites establecidos por las normas mexicanas que les son aplicables; así como aquellas que sin ser vinculantes hayan sido establecidas como normas de referencia.

La implementación de la supervisión ambiental referida en este apartado deberá documentarse en todas las etapas de ejecución del proyecto.

En caso de presentarse incidencias ambientales, desviaciones de los estándares de calidad ambiental esperados o situaciones contingentes, el equipo de vigilancia ambiental preparará un informe que describa la situación para ser informada a la dirección de la empresa, de modo que se determinen las medidas correctivas extraordinarias que se ameriten.

### VI.5. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

El impulso al desarrollo económico mediante el fomento al desarrollo de actividades productivas muchas veces trae consigo efectos negativos a los ecosistemas y la degradación del medio ambiente. De ahí que mediante la evaluación del impacto ambiental se busca un punto de equilibrio en el que se puedan desarrollar las actividades económicas, en beneficio de la sociedad, pero sin poner en riesgo la funcionalidad ambiental de los ecosistemas, y sus componentes ambientales.

En la actualidad es reconocido a nivel global, tanto por los gobiernos de países desarrollados, de los países en vías de desarrollo y por organismos multilaterales financiadores, que los proyectos de desarrollo pueden generar importantes impactos ambientales, mismos que pueden expresarse en términos de costos ambientales y otros tipos de costos indirectos para la sociedad. No obstante, también es importante tener en cuenta que, para mejorar la calidad de vida de las sociedades de estos países, es imprescindible el desarrollo de este tipo de proyectos, por lo que, desde el punto de vista de los gobiernos como entidades reguladoras, debe analizarse con suficiente cuidado.

La evaluación de impacto ambiental tiene la finalidad de darle certeza y viabilidad ambiental al desarrollo de los proyectos que se someten al procedimiento de evaluación. Ello no descarta que no se vayan a presentar impactos ambientales negativos al ambiente, sino lo que se garantiza es que se establezcan las medidas ambientales para prevenir, mitigar, compensar y, en su caso, restaurar los impactos ambientales que se generen por el desarrollo de los proyectos evaluados.

Además, la ley le otorga a la autoridad la facultad de solicitar un instrumento económico para que los promoventes de los proyectos asuman la responsabilidad de los costos ambientales que generen el desarrollo de sus obras y/o actividades. Sin embargo, para poder hacer la reparación correcta de los daños ambientales, es indispensable tener una correcta identificación y evaluación de la afectación, para que, con base en ello determinar la compensación adecuada. Para ello, se han establecido los seguros o fianzas ambientales, entre otros mecanismos que tratan de prevenir de manera eventual, la insolvencia del agente para el pago de los daños causados.

## Capítulo VI

Con el propósito de incentivar el cumplimiento de los objetivos de la política ambiental nacional, la LGEEPA, en su artículo 21 prevé la aplicación de instrumentos económicos con el objetivo de:

*I.- Promover un cambio en la conducta de las personas que realicen actividades*

*industriales, comerciales y de servicios,...;*

*II.- Fomentar la incorporación de información confiable y suficiente sobre las consecuencias, beneficios y costos ambientales al sistema de precios de la economía;*

*III.- ...procurar que quienes dañen el ambiente, hagan un uso indebido de recursos naturales o alteren los ecosistemas, asuman los costos respectivos;*

*IV.- Promover una mayor equidad social en la distribución de costos y beneficios asociados a los objetivos de la política ambiental, y*

*V.- Procurar su utilización conjunta con otros instrumentos de política ambiental, en especial cuando se trate de observar umbrales o límites en la utilización de ecosistemas, de tal manera que se garantice su integridad y equilibrio, la salud y el bienestar de la población.*

En este mismo sentido, el REIA, en su artículo 51, establece que la autoridad ambiental podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantía para el cumplimiento de las condicionantes a las que hayan quedado sujetas las autorizaciones emitidas para el desarrollo de proyectos en materia de impacto ambiental, cuando se puedan ocasionar daños graves a los ecosistemas. En este caso, en este mismo artículo se indica el listado de los daños graves a los ecosistemas, siendo estos:

- La liberación de sustancias que al contacto con el ambiente se transformen en tóxicas, persistentes y bioacumulables;
- Existan cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;

## Capítulo VI

- Se vayan a realizar actividades consideradas altamente riesgosas conforme con la legislación ambiental respectiva, y
- El proyecto se vaya a ejecutar dentro del área de influencia de un área natural protegida.

En el caso que nos ocupa, tres de los cuatro supuestos anteriores son evidentemente inaplicables, toda vez que:

- Las actividades pretendidas no involucran el uso de sustancias que al contacto con el ambiente puedan transformarse en tóxicas, persistentes o bioacumulables;
- El Proyecto no implica la realización de actividades consideradas por la ley vigente como altamente riesgosas, y
- Las actividades no incursionan en ningún Área Natural Protegida.

Respecto del supuesto de la presencia de especies de flora y fauna silvestre endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial, (así como los cuerpos de agua, en este caso la zona inundable de manglar), tal como ha sido indicado en el capítulo IV de esta MIA-R, en el sitio donde pretenden realizarse las actividades solo se identificaron una especie de flora y dos de fauna consideradas en la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

No obstante, tal como ha sido expuesto en el capítulo V dedicado a la evaluación de los impactos ambientales del proyecto, el efecto de las actividades del proyecto sobre los individuos vegetales y animales pertenecientes a especies en riesgo se ha valorado con una magnitud compatible o mínima. Dicha valorización significa que, aunque el impacto es potencial, su probabilidad efectiva de ocurrencia es prácticamente nula, ya que la promotora considera la implementación de acciones preventivas que evitarán la afectación de los ejemplares de dichas especies.

El mismo REIA, en su artículo 52, determina que el monto del seguro y garantía se debe fijar considerando el monto estimado de la reparación de los daños que pudieran ocasionarse por el cumplimiento de las condicionantes impuestas.

## Capítulo VI

La información necesaria para determinar el valor de las medidas de prevención y mitigación establecidas en esta MIA-R parten específicamente de la integración del Programa de Vigilancia Ambiental, así como de los términos y condicionantes que en momento dado se incluyan en el oficio resolutorio que para tal efecto expida la autoridad ambiental.

Partiendo de lo anterior, el monto de la garantía financiera se realizaría una vez que haya sido aprobado el proyecto en materia de impacto ambiental, para de este modo, poder integrar los montos asociados al cumplimiento de los Términos y Condicionantes que se establezcan por parte de la autoridad ambiental.

### VI.6. Estimación del costo de las actividades de restauración

El proyecto que se propone conlleva aprovechar 4.41 ha (44,149.18 m<sup>2</sup>), lo que implica afectar la vegetación secundaria que actualmente se desarrolla en una parte de esta superficie, debido a que la remoción de la vegetación nativa presente en el área de desplante de las obras del proyecto se efectuó años atrás, por lo que, actualmente se tiene crecimiento de especies oportunistas dominadas por las gramíneas *Distichlis spicata* y *Chloris inflata*, así como en áreas sin vegetación aparente. El resto de las 8.15 ha del predio se mantendrían como áreas verdes.

Tabla 95 División de la superficie del predio del proyecto en área de aprovechamiento y conservación

<b>Concepto</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Aprovechamiento proyecto</b>	44,149.18	54.20
<b>Vegetación nativa por conservar (sin intervención)</b>	37,312.67	45.80
<b>Total</b>	81,461.85	100

La vegetación que actualmente se desarrolla en el predio cuenta con una estructura prácticamente homogénea, ya que se observa una distribución normal que es característica de una comunidad vegetal que ha sido afectada y se encuentra en la fase inicial del proceso de recuperación, solo interrumpida por pequeñas áreas sin vegetación

## Capítulo VI

como resultado de las actividades antrópicas llevadas años atrás. Estas actividades, que incluyeron la remoción de vegetación presente en su momento, se llevaron a cabo con el respaldo que otorgaba las autorizaciones emitidas en materia ambiental para los proyectos “El Cid de Cancún” y “Caribbean Reef Village”.



Figura 142 Condición de la cobertura vegetal en el predio del proyecto

Se puede observar la ausencia de arbolado, dominando una cobertura vegetal baja dominada por especies herbáceas a excepción de dos poligonales, una conteniendo especies de tular y la otra un manchón de selva baja. A nivel de especie, se pueden observar comportamientos diferentes en la mayoría de las especies; condición que no se refleja en la estructura del predio, debido al número de individuos presentes. No se considera que se encuentre en buen estado.

## Capítulo VI

El tipo de vegetación presente, y su condición, no representa un nicho único ya que es derivado de actividades antrópicas en el pasado, por lo que no mantiene su funcionalidad en el adecuado equilibrio de los componentes bióticos y abióticos. En los componentes bióticos se encuentran organismos vegetales considerados como exóticos invasores, animales asociados a la actividad humana y sitios perturbados. En los componentes abióticos se encuentran el suelo con el horizonte orgánico alterado, un acuífero en explotación y la calidad del aire alterada por emisiones de ondas acústicas provenientes de automotores. Por efecto de los desarrollos turísticos actualmente construidos y en construcción y la zona urbana en el SAR, se tiene un paisaje alterado, principalmente la percepción visual de éste.

### VI.6.1. Escenarios para la restauración

Partiendo del supuesto que la vegetación forestal nativa que existía en el área de aprovechamiento del predio del proyecto ya fue removida, limpiando el área con la ayuda de maquinaria pesada. Esta forma de trabajar implicó la remoción del horizonte superficial del suelo dejando la roca madre desnuda en diversas áreas debido a que el horizonte del suelo es muy delgado.

Dada las condiciones antes descritas, implica que en la ausencia de suelo no se puede esperar un proceso de restauración pasiva. Por lo tanto, para lograr promover la restauración de las condiciones de la vegetación y de los servicios ambientales que de ella emanan, en esta premisa se consideran diversas actividades tendientes a promover dicho proceso, en áreas que no vayan a ser desplantadas por obras del proyecto (jardines).

#### A. Escenario 1: Corto plazo (1 a 2 años)

Una vez avanzada la restauración y preparación del suelo para la reforestación, se está en posibilidad de favorecer la sucesión secundaria, así como la inducción de especies arbóreas de rápida regeneración como chaká (*Bursera simaruba*) que es una especie local que tolera el corte y se regenera velozmente después de talado. La CONABIO la clasifica como una especie con potencial para reforestación productiva en zonas



## Capítulo VI

degradadas, la cual adicionalmente ofrece recursos de nutrición para la vida silvestre ya que sus frutos son consumidos por aves y algunos mamíferos pequeños, ayudando ellos mismos a la dispersión de las semillas. Posteriormente se fortalece la siembra utilizando uva de playa (*Coccoloba spicata*) y palma chit (*T. radiata*).

En este momento puede plantearse el escenario en el corto plazo, uno a tres años, en el cual el terreno permite la absorción natural del agua pluvial y se restablecen, de manera natural o parcialmente asistida, las escorrentías menores formadas por la lluvia hacia el oeste que corresponde a las partes más bajas del predio.

Habiendo comenzado el proceso de sucesión secundaria se opta por acelerarlo para llevarlo a una comunidad arbustiva rica en especies propia de la duna. Lo anterior es posible favoreciendo en esta etapa la siembra de especies no pioneras. En los espacios donde se determine una sucesión detenida se recurre a la inducción de una mezcla de especies pioneras y no-pioneras.

Se favorece la reintroducción de uva de playa (*C. uvifera*) y katzin ek (*P. keyense*); se reponen o refuerza, de ser necesario, la siembra de árboles de la primera etapa chaká (*B. simaruba*), siricote de playa (*C. sebestena*) y palma chit (*T. radiata*).

### B. Escenario 2: Mediano plazo (3 a 10 años)

Este escenario intermedio de tres a 10 años determina la regeneración de condiciones favorables de luz y humedad, situación que habrá de favorecer la instalación natural del matorral propio de duna costero en combinación con especies arbóreas tolerantes a la sal como chaká (*B. simaruba*) y la reintroducción de palma chit (*T. radiata*). Se observa, de nuevo, la presencia de aves como el ceniztonle tropical (*Mimus gilvus*) y la calandria dorso negro (*Icterus cucullatus*). Algunos mamíferos que toleran la perturbación pueden ser avistados nuevamente como algunos ratones de campo y prociénidos.

El ambiente, en este nivel de restauración, admite un esquema de manejo dirigido a la recuperación de una estructura y funcionalidad semejantes al ensamble original. Se va en camino de alcanzar la comunidad clímax, en el que las aves trasladan al sitio semillas obtenidas en otros lugares y el suelo empieza a recuperar sus propiedades

fisicoquímicas. Paulatinamente se incrementa el horizonte húmico que a su vez soporta una mayor carga biológica.

### C. Escenario 3: Largo plazo (10 a 15 años en adelante)

El tercer escenario, y último escenario, comprende un periodo de entre 10 y 15 años basándose en resultados previos obtenidos en el análisis de procesos naturales de sucesión secundaria en hábitats neotropicales. Se ha observado y documentado que durante algunas décadas se establece una mezcla de especies pioneras y unas pocas especies no-pioneras (Denslow, 1985; Uhl et al., 1988; Guariguata, et al., 1997; Meli, 2003) que en este caso son las reintroducidas. Las especies pioneras usualmente presentan una sobrevivencia muy baja (González-Montagut, 1996) y son un grupo poco diverso de unas 20 especies (Martínez-Ramos, 1985), de tal manera, que pocas especies cubren amplias áreas perturbadas, no obstante, la vegetación de duna así restaurada provee importantes servicios ecológicos como la retención del suelo, sin embargo, su función biológica esta empobrecida con respecto al ambiente original.

Al momento de la restauración deben ser tomadas en cuenta las características específicas del sitio y al momento de iniciarlo, ya que en caso de que los procesos de sucesión secundaria hayan comenzado de manera natural se recomienda acelerar el proceso que llevará a una compleja y rica vegetación en especies mediante la siembra de especies no-pioneras. La presencia de herbívoros y granívoros también es importante para la adecuada selección de las especies de refuerzo (Martínez-Garza y González-Montagut, 1999; Martínez-Garza y Howe, 2003).

En caso de que se detecte sucesión detenida, se deberá usar una mezcla de especies pioneras y no-pioneras. En ambos casos deberán ser evaluadas las características foliares de tantas especies como sea posible en diferentes microambientes. Una vez avanzado el proceso se puede hacer una segunda selección de especies dependiendo de otras características como el tipo de frutos que tienen a efecto proporcionar atrayentes y recursos a la fauna.

### VI.6.2. Estimación de los costos de las actividades de reforestación

La presente estimación económica considera el área de aprovechamiento de la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo en un período de 15 años, la cual corresponde a 4.41 ha. Las actividades necesarias para la reforestación han sido seleccionadas y clasificadas considerando que la superficie de aprovechamiento presenta actualmente vegetación secundaria con presencia de algunos individuos representativos de duna costera.

La reforestación ambiental de dicha superficie implicaría la implementación de una serie de actividades dirigidas a restablecer las condiciones y características naturales que dicha superficie actualmente presenta.

El análisis de costos que a continuación se presenta implica la recopilación de costos actuales, tanto de servicios como de productos necesarios para llevar a cabo las actividades de reforestación propuestas. Para ello se cotizaron costos con empresas de la construcción, fleteras, jardineros, agricultores, entre otros, con la finalidad de obtener una estimación de costos con mayor precisión, apegada a tarifas reales y actuales de los productos y servicios involucrados.

Además, se ha tomado en cuenta que la reforestación ambiental del sitio se considera exitosa si se logra que la plantación realizada tenga una sobrevivencia mínima del 80%, con porcentajes de sanidad y vigor mínimos del 80% y que, además, la altura alcanzada de las plantas arbóreas sea de 1.5 m como mínimo en los tres primeros años. Los datos antes mencionados han sido también considerados en el presente análisis económico.

Cabe recalcar que el análisis económico de las actividades de reforestación representa solamente una estimación de los costos necesarios para devolver al terreno a la condición en que se encontraba antes del cambio de uso de suelo. Asimismo, la lista de actividades de reforestación que se ha determinado es enunciativa más no limitativa, ya que se han tomado en cuenta actividades generales para llevar a cabo la reforestación; sin embargo, también se han tomado en cuenta las porciones superficiales, tarifas y cantidades máximas necesarias para lograr una exitosa recuperación vegetativa con el objeto de alcanzar una estimación de costos con un margen de error pequeño.

## Capítulo VI

### A. Producción de planta

Para continuar con las actividades de reforestación, una vez que se prepare el terreno, se debe llevar a cabo la reforestación de la superficie afectada con una densidad mínima de 625 plantas por hectárea (CONAFOR, 2012). Considerando que la superficie total a reforestar corresponde a 4.41 ha, se estima que se requerirán un total de 2,756 plantas para la reforestación de dicha superficie.

El costo de producción de cada planta en vivero, hasta alcanzar un mínimo de 30 cm de altura que se estima suficiente para el trasplante, se estima en \$ 8.00 por planta, suponiendo que el vivero temporal se instale al interior del polígono para abatir costos, la actividad de producción tendría un monto de \$ 22,048.00.

### B. Apertura de cepas y plantación

De acuerdo con especialistas en jardinería y plantaciones de árboles en desarrollos turísticos y urbanos de la región, el costo promedio por la apertura de cepa es de \$7.00, considerando que un trabajador en promedio abre 50 cepas y el jornal anda en \$350.00, y por plantación es igualmente de \$7.00. De esta forma, se hace un total de \$14.00 para plantar un ejemplar en su cepa, que incluyen el acarreo de la planta desde el vivero al área de plantación, colocación de sustrato para asegurar el crecimiento de la planta, aplicación de fertilizantes o abonos, así como el primer riego de las plantas.

Considerando el total de plantas a reintroducir en el predio, el costo total estimado por las actividades de apertura de cepa y plantación corresponde a \$38,584.00.

### C. Asistencia técnica

Las actividades mencionadas anteriormente para lograr la reforestación del área deberán ser dirigidas por personal capacitado, durante todo el período necesario para lograr el éxito de la restauración. Para ello se requerirá de un ingeniero forestal que realice, entre otras, las siguientes actividades:

- Seleccionar las especies que serán reintroducidas al predio con base en el inventario forestal del predio.

## Capítulo VI

- Supervisar y asesorar en la producción de la planta en el vivero.
- Trazar y marcar el área de plantación.
- Supervisar la apertura de cepas y el proceso de plantación.
- Monitorear la evolución de los ejemplares plantados.
- Detectar oportunamente las plagas y enfermedades
- Evaluar el éxito de las plantaciones.
- Elaborar los informes técnicos correspondientes.

El costo que implica contratar a un técnico forestal para realizar las labores antes mencionadas será de aproximadamente \$100,000.00 para la toda la superficie a restaurar.

Por lo tanto, el costo total para poder llevar a cabo la reforestación de las 4.41 hectáreas, correspondería a \$ 160,632.00. El desglose de dicho monto se encuentra a continuación.

Tabla 96 Costos de la implementación de las actividades de reforestación dentro de las actividades de restauración

<b>Actividad</b>	<b>Costo (\$)</b>
<b>Producción de planta</b>	22,048.00
<b>Cepas y plantación</b>	38,584.00
<b>Asistencia técnica</b>	100,000.00
<b>Total</b>	160,632.00

### VI.6.3. Estimación de los costos de la implementación de las obras de conservación de suelo

Para determinar las obras de restauración de suelo se toma en cuenta que el terreno de aprovechamiento, y que debería ser restaurado, corresponde a una superficie prácticamente plana con una pendiente de 1.27%. La vegetación que se desarrolla en la zona corresponde a con vegetación de tipo secundaria, con presencia de un suelo tipo Solonchak, una precipitación de 1,222 mm al año, con impacto de fenómenos

## Capítulo VI

hidrometeorológicos y sin problemas de degradación del suelo. Bajo estas consideraciones, se propone que las únicas obras de restauración de suelo que se podrían establecer con estas características principalmente de la topografía plana serían las prácticas vegetativas mediante cortinas rompevientos.

Estas estarían combinadas con la reforestación de la zona. La reforestación permitiría restaurar la vegetación del predio y propiciar los procesos naturales posteriores, mientras que las cortinas rompevientos protegerían el suelo y a los ejemplares sembrados en la primera etapa de desarrollo.

Conforme el Manual de Obras y Prácticas para la Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales las cortinas rompevientos se definen como:

*“Plantaciones alineadas en forma perpendicular a las corrientes del viento. Se establecen con cuatro o más hileras de árboles y arbustos para formar una barrera lo suficientemente alta y densa para disminuir significativamente la velocidad del viento”*

Por lo cual, éstas se realizarían con las siguientes características:

### **Construcción de las cortinas:**

- La cortina rompevientos se instala en todo el perímetro del área que fue afectada con la remoción de la vegetación nativa.
- Constará de 4 hileras de vegetación, una arbustiva, dos arbóreas y una arbustiva en este mismo orden.
- Se plantan en un sistema de tresbolillo con espaciamientos entre franjas e hileras de 1 metro ya que no permite que haya claros entre hileras de árboles en el sentido del viento.
- La altura de los ejemplares arbóreos sería de 5 metros.
- Se combinarán especies de rápido crecimiento con otras de lento crecimiento, que sean nativas de la zona

## Capítulo VI

- Las especies por utilizar para las franjas arbóreas serán el chacá (*B. simaruba*), chechén (*M. brownei*), matapalo (*Ficus* sp.) y siricote de playa (*C. sebestena*). Para las franjas arbustivas se utilizarían la mora, café silvestre, chaya de monte y el pica - pica.
- El riego de los ejemplares se realizaría cada tercer día, para lo cual se utilizaría una pipa para el acarreo de agua y riego.

### Costos de instalación

Los costos de instalación que maneja el Manual de Obras y Prácticas para la Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales para este tipo de obras es de \$1,623 pesos por cada 167 m lineales conforme, considerando los conceptos que se muestran a continuación.

Tabla 97 Costos promedio de los conceptos para la construcción de 167 m de cortina rompevientos

Concepto	Unidad	Costo unitario (\$)	Requerimiento (No.)	Costo total (\$)
Limpieza del terreno	Jornal	45	2	90
Trazado de 167 m de cortina	Jornal	45	1	45
Árboles y arbustos	Individuos	2	474	948
Plantación	Jornal	45	12	540
<b>Total</b>				1,623

Conceptos y montos de acuerdo con el Manual de Obras y Prácticas para la Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales

Por lo tanto, tomando en cuenta que el perímetro total de la superficie de cambio de uso de suelo ejecutada es de 44,700 m, se obtiene que para la instalación de estas cortinas rompevientos se requeriría de una inversión de \$15,539.86. En la tabla siguiente se presentan los valores para el perímetro a trabajar de 1,647 m.

## Capítulo VI

Tabla 98 Costos promedio de la instalación de la para la construcción de la cortina rompevientos en el área de cambio de uso de suelo

<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo unitario (\$)</b>	<b>Requerimiento (No.)</b>	<b>Costo total (\$)</b>
<b>Limpieza del terreno</b>	Jornal	45	19.15	861.75
<b>Trazado de 1647 m de cortina</b>	Jornal	45	9.57	430.65
<b>Árboles y arbustos</b>	Individuos	2	4,538.48	9,076.96
<b>Plantación</b>	Jornal	45	114.90	5,170.40
<b>Total</b>				<b>15,539.86</b>

### VI.6.4. Estimación de los costos de la implementación de las actividades de mantenimiento

Debido a que ambas actividades consisten en la plantación de ejemplares de flora, el mantenimiento se realizará en conjunto para ambas actividades, ya que en la etapa inicial de la plantación y durante los primeros meses es necesario controlar la maleza con el objeto de que los ejemplares plantados tengan mayor probabilidad de sobrevivencia. Después de un período de tres años o que los ejemplares plantados presenten una altura mínima de 4 m, se puede dejar de controlar la maleza, ya que de forma natural se dará la sucesión vegetal. A este tiempo lo que se requiere es llevar a cabo mayormente son actividades de supervisión para ver que el crecimiento y condición de los ejemplares plantados les permita competir.

El control de la maleza o chapeo de la vegetación se realizará únicamente a un metro de radio alrededor del sitio donde fue plantado cada ejemplar, con una periodicidad semestral, es decir, se realizará el chapeo 2 veces por año por 3 años. Esta actividad se realiza con la ayuda de una herramienta manual o una chapeadora con motor a gasolina.

Según datos de jardineros de las localidades en la zona, el costo promedio por el chapeo es de \$ 5.00 por cada metro cuadrado de superficie a chapear, por lo que para la limpieza de los 16,781 m<sup>2</sup> requeridos (reforestación + cortina rompevientos) x 1 m<sup>2</sup> de redondeo, se estima con un costo de \$83,905.00 por los dos eventos.



## Capítulo VI

Así mismo, se contempla la reposición de plantas muertas una vez al año por 3 años, estimando un 25% de la producción, apertura y plantación inicial de la reforestación y de la cortina rompevientos, lo cual también se reflejará en un 25% del costo inicial de la plantación en ambas actividades, lo cual nos da que para la reposición de las plantas muertas durante los 3 años es de \$45,474.00  $[(\$22,048.00 \times 0.25) + (\$38,584.00 \times 0.25) \times 3] = (5,512.00 + 9,646.00) \times 3 = 45,474$ ].

Finalmente, se requiere monitorear y favorecer el desarrollo de los ejemplares plantados con el propósito de conocer los porcentajes de sobrevivencia, vigor y sanidad de estos, así como la introducción de nuevos ejemplares que sustituya o refuerce la restauración, valorando en el monitoreo también las especies que de forma natural crezcan en el predio.

El monitoreo y mantenimiento se realizará durante los 15 primeros años o hasta que el área esté totalmente restaurada, con una altura mínima de 3 m de los ejemplares plantados.

El costo por cada monitoreo se estima en \$10,000.00. Considerando que el monitoreo se realizará una vez al año, durante un período de 15 años, que sería el tiempo máximo en el que esta actividad deberá realizarse, se estima que el costo de llevar a cabo 15 eventos de monitoreo –durante los 15 años- es de \$150,000.00.

Por lo tanto, el monto total por las actividades de mantenimiento de la reforestación y las cortinas rompevientos será de \$279,379.00.

Tabla 99 Montos económicos por la realización de las actividades de mantenimiento del área de restauración

<b>Actividad (No.)</b>	<b>Tipo de actividad</b>	<b>Costo (\$)</b>
<b>1</b>	Chapeo	83,905.00
<b>2</b>	Reposición	45,474.00
<b>3</b>	Monitoreo	150,000.00
<b>Total</b>		<b>279,379.00</b>

Finalmente, a modo de resumen se tiene que el monto total de inversión para la restauración de las 4.41 has del cambio de uso de suelo sería de \$371,285.75.

## Capítulo VI

Tabla 100 Montos económicos total por la ejecución las actividades de restauración ambiental en el área de cambio de uso de suelo

<b>Actividad (No.)</b>	<b>Tipo de actividad</b>	<b>Costo (\$)</b>
<b>1</b>	Reforestación	160,632.00
<b>2</b>	Cortina rompevientos	15,539.86
<b>3</b>	Mantenimiento	279,379.00
<b>Total</b>		<b>455,550.86</b>

### VI.7. Referencias

Denslow, J. S., 1985. Disturbance-mediated coexistence of species. En: Pickett STA, White PS (eds) The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press. Orlando, Florida. 307–323 pp.

Elizondo, C., Macías, E. B., Castillo S., M. A., Hernández A., H., Hoil V., D., López A., H., López-Merlín, D., Medina Q., H., Mendoza J., Novelo, J., Tovilla, C., y Velázquez S., G., 2011. Estudio de caracterización y diagnóstico del área demanglares y humedales de Puerto Morelos. En:

[https://www.researchgate.net/publication/304541547\\_Estudio\\_de\\_Caracterizacion\\_y\\_Diagnostico\\_del\\_Area\\_de\\_Manglares\\_y\\_Humedales\\_de\\_Puerto\\_Morelos](https://www.researchgate.net/publication/304541547_Estudio_de_Caracterizacion_y_Diagnostico_del_Area_de_Manglares_y_Humedales_de_Puerto_Morelos). Consultado: Septiembre, 2019.

González-Montagut, R. 1996. Establishment of 3 rain forest species along the riparian corridor-pasture gradient in Los Tuxtlas, Mexico. PhD Thesis. Harvard University. Massachusetts. 245 p.

Guariguata, M., Chazdon, R., Denslow, J., Dupuy, J., 1997. Structure and floristics of secondary and old-growth forest stands in lowland Costa Rica. *Plant Ecology* 132: 107 – 120 pp.

Loaiza R., L., 2011. Propuesta de indicadores para la evaluación del desempeño ambiental de la etapa de construcción de un proyecto de desarrollo. En: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-)

## Capítulo VI

40652011000100009&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0798-4065. Consultada: Noviembre, 2019.

Martínez-Garza, C., y González-Montagut, R., 1999. Seed rain from forest fragments into tropical pastures in Los Tuxtlas, Mexico. *Plant Ecology* 145: 255 – 265 pp.

Martínez-Garza, C., y Howe, H.F., 2003. Restoring tropical diversity: beating the time tax on species loss. *Journal of Applied Ecology* 40: 423 – 429 pp.

Martínez-Ramos, M., 1985. Claros, ciclos vitales de los árboles tropicales y la regeneración natural de las selvas altas perennifolias. En: Gómez-Pompa,

A. y S. Del Amo (Eds.). Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México Vol. II. Alhambra, México. 191 – 239 pp.

Meli, P., 2003. Restauración ecológica de bosques tropicales: Veinte años de investigación académica. *Interciencia*, 28 (10): 581 – 589 pp.

Perevochtchikova, M., 2013. La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. *Gestión y Política Pública*, XXII (2): 283 – 312.

Uhl, C., Buschbacher, R., y Serrão, E.A.S., 1988. Abandoned pastures in eastern Amazonia. I. Patterns of plant succession. *J. Ecol.* 76: 663 – 681 pp.

**NINE**

**MANIFESTACIÓN DE  
IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD REGIONAL**

**CAPÍTULO  
VII**

**PRONÓSTICOS AMBIENTALES  
REGIONALES Y, EN SU CASO,  
EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

PROMOVENTE:  
**Banco Ve Por Mas, S.A., Fideicomiso 321**

## VII. Capítulo VII

### Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas

La integración de este capítulo tiene como objetivo el dar cumplimiento a lo dispuesto por la fracción VII del artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el cual establece que las Manifestaciones de Impacto Ambiental en su modalidad Regional deberán contener:

De conformidad con lo anterior, en este apartado y posterior a la integración de los capítulos anteriores, se estará en condiciones de establecer un escenario actual del SAR, un escenario del mismo con proyecto y sin medidas de mitigación y un escenario con proyecto aplicando las medidas correspondientes para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales que conllevará el desarrollo del Proyecto, de tal forma que se podrá entender la dinámica ambiental resultante de cada uno de los escenarios modelados.

La integración de los escenarios ambientales permitirá analizar la forma en como el proyecto ocurre en el SAR delimitado, de manera especial y temporal, de tal forma que se pueda valorar los alcances del mismo en función de los impactos ambientales acumulativos y residuales identificados, así como el desempeño ambiental que alcanzará en el tiempo con la aplicación de medidas de mitigación, control, prevención y compensación ambiental, buscando garantizar el mantenimiento de los procesos ecológicos que definen la integridad funcional de los ecosistemas y la salud humana.

La modelación ha venido a ser una de las herramientas importante para comparar situaciones pasadas, presentes y futuras de diferentes sistemas que están bajo la influencia de fuerzas opuestas, naturales o de toma de decisiones. Esta herramienta se ha visto ampliamente soportada por los análisis hechos usando SIG cuando se trata de evaluar acciones, condiciones o sus efectos a nivel de áreas definidas y a través del tiempo; incluso, ha llegado de manera independiente en diferentes análisis, dando una gran representación de la realidad simulando el efecto que se tendría bajo ciertas condiciones.

## Capítulo VII

En el procedimiento de evaluación de impacto ambiental, estas herramientas han venido a apoyar a las metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental, potencian la comprensión del entorno y permiten la integración, modelado, análisis y la valoración de los distintos factores que, eventualmente, habrán de interactuar con las obras o actividades que se pretenda desarrollar.

- La utilización del SIG en la valoración del impacto ambiental permite, entre otras cosas:
- Obtener, acopiar y sistematizar la información ambiental.
- Facilitar el planteamiento de preguntas y ofrecer respuestas confiables.
- Analizar la información ambiental con base en datos numéricos con referencia espacial y temporal, lo que permite un mayor nivel de integración y procesamiento.
- Ofrecer información detallada, confiable y referida geográficamente.
- Realizar un diagnóstico ambiental documentado.

En el marco de referencia anterior, se presenta una valoración de los impactos ambientales que pudieran presentarse con motivo de la preparación, construcción y operación del proyecto, y el efecto ambiental sin proyecto y con proyecto como pronóstico de su efecto ambiental. La valoración mencionada parte del conocimiento del inventario de los elementos naturales y modificados, documentados para el área de influencia del proyecto a través de la utilización del SIG correspondiente. Lo anterior, en virtud de que dicha herramienta y método ofrecen una descripción del espacio, basada en la cuantificación del conjunto de los elementos ya mencionados, los cuales pudieran ser afectados por la obra pretendida; y con ello, proveer y aplicar, las medidas de prevención y mitigación necesarias y específicas para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos del proyecto sobre el ambiente.

### VII.1.Descripción y análisis del escenario sin proyecto y con proyecto

El método que aquí se emplea corresponde al de una sola opción constructiva y basa la valoración del impacto ambiental en la dependencia de la ponderación del valor relativo dado a los tipos de vegetación y a las unidades ambientales o de paisaje en función de los siguientes criterios:

- Grado de cobertura.
- Estructura espacial.
- Diversidad en la etapa serial de la sucesión.
- Estado de conservación.
- Endemismos.

Según la importancia ambiental de tales criterios, cada una de las unidades será valorada del 1 al 10; a mayor coeficiente asignado, mayor importancia ambiental de la unidad.

De tal forma que, considerando lo anterior, el cálculo para extraer el índice de impacto es el siguiente:

$$C_i = \frac{\sum S_u \times V}{S_e} \times 100$$

Donde:

$C_i$ = Índice de impacto.

$S_u$  = Superficie de las unidades a valorar.

$V$  = Valor de conservación (ponderación).

$S_e$  = Superficie equivalente de las unidades de paisaje consideradas en el ámbito geográfico de referencia. Esta superficie equivalente se extrae de la sumatoria de todas las superficies de las unidades consideradas en la región geográfica estudiada, multiplicadas por su correspondiente grado de conservación.

## Capítulo VII

El resultado del cálculo del índice se expresa en porcentaje y para su interpretación se deberá tomar en cuenta la situación SIN PROYECTO, a la cual corresponderá un valor del índice del 100%; de tal forma que al valor del índice SIN PROYECTO (100%), se le restará el resultado del valor del índice CON PROYECTO. Si las pérdidas de superficie resultantes son superiores a un 30%, o próximas a un tercio del 100%, la construcción del proyecto será considerada como inadmisibles, de tal forma que se deberá modificar radicalmente la propuesta.

Bajo el marco de referencia anterior, el impacto ambiental que se valora se expone en el cuadro escénico que se describe a continuación.

Descripción: El SAR para el proyecto comprende el área delimitada entre la carretera federal 357 y la línea de costa, delimitándola al norte y sur por caminos de acceso creados hacia la zona de playa (Figura 143). Dicho polígono engloba 1,855.38 ha de superficie total, en el que las 8.15 ha del predio del proyecto representan ser el 0.44% del tamaño total del predio.



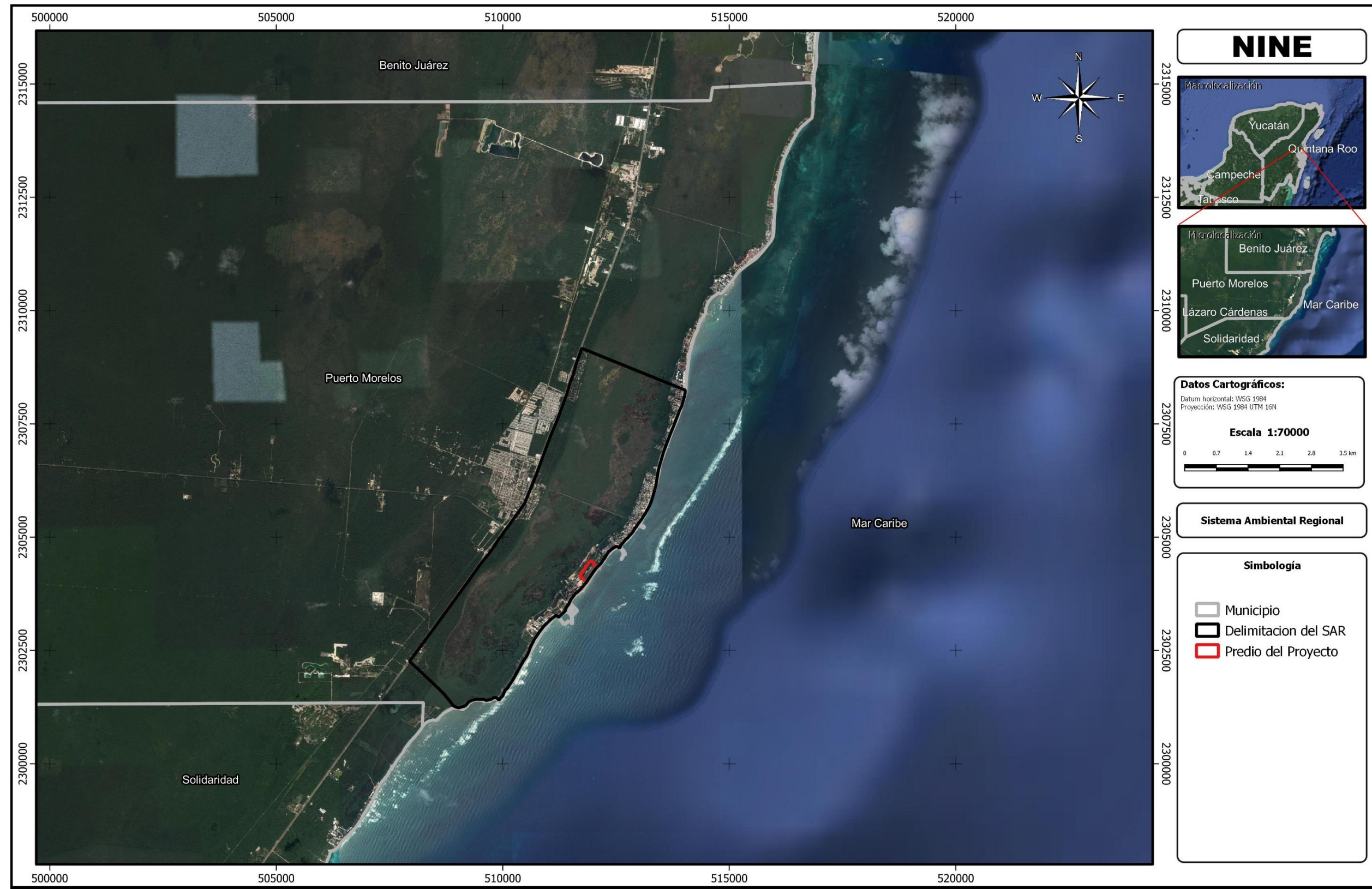


Figura 143 Delimitación del polígono del sistema ambiental regional definido para el proyecto "NINE"..

## Capítulo VII

En lo referente a la preparación, construcción y operación del desarrollo turístico en el que la superficie de aprovechamiento es del 54.20% del terreno y una superficie de conservación del 45.80%.

Tabla 101 División de la superficie del predio del proyecto en área de aprovechamiento y conservación

<b>Concepto</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Proporción (%)</b>
<b>Aprovechamiento proyecto</b>	44,149.18	54.20
<b>Vegetación nativa por conservar (sin intervención)</b>	37,312.67	45.80
<b>Total</b>	81,461.85	100

Conforme a los parámetros y lineamientos de la actualización del PDUCCPM, el proyecto pretende la construcción de 407 cuartos, en 4.41 ha de aprovechamiento del predio, implicando un COS de 1.93 ha y 51,062 m<sup>2</sup> de CUS, en módulos de 4 niveles (14 m) de altura.

Tabla 102 Valores máximos para las variables definidas para el uso de suelo TH1 según los parámetros definidos en el PDUCCPM en las 8.15 ha del predio

<b>Variable</b>	<b>Valor máximo para el predio</b>
<b>Densidad</b>	407 cuartos
<b>C.O.S (Coeficiente de ocupación del suelo)</b>	1.93 ha (23.69%)
<b>C.U.S. (Coeficiente de utilización del suelo)</b>	5.11 ha (0.63)
<b>Altura</b>	4 Niv/14m

De acuerdo con lo anterior, el proyecto se ajusta a la ocupación y utilización del suelo. Los parámetros constructivos cumplen, en todas sus partes, con los instrumentos normativos y de regulación del uso del suelo. Dado que bajo la regulación del uso de suelo la intervención es legalmente posible, entonces se continúa con la ponderación, con referencia a que la ocupación del proyecto es sobre unidades de paisaje denominadas como áreas sin vegetación y vegetación herbácea rastrera.

## Capítulo VII

Tabla 103 Conformación de las áreas de ocupación del predio para el desplante del proyecto

<b>Características del área</b>	<b>Superficie (ha)</b>
<b>Sin vegetación</b>	1.80
<b>Con vegetación rastrera</b>	2.61
<b>Aprovechamiento total del proyecto</b>	4.41

De las 8.15 ha de la superficie total del predio, 4.41 ha serán ocupadas por el proyecto hotelero y de las cuales consumen suelo sólo 1.35 ha que son las que corresponden a la superficie que sostendrá las áreas exteriores no techadas: albercas y swimouts, anden de carga y descarga, acceso principal, cancha de tenis, jacuzzi, outdoor water features y piscina deck (área para camastros), más los 0.09 ha que cubrirán los pilotes de la plataforma elevada a 3.2 m. De esta forma resulta que, 6.80 ha quedarán sin intervención alguna.

Es bajo estos límites de transformación del espacio que se valora la obra propuesta y se procede a realizar las ponderaciones con los datos obtenidos. En la Tabla 4 se muestra la condición del área definida SIN el desarrollo del proyecto y, en la Tabla 5 los resultados del análisis con la condición del área definida CON el proyecto.

Tabla 104 Conformación de las unidades del paisaje del área del sistema ambiental SIN el desarrollo del proyecto

<b>Unidades de paisaje</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Valor de Conservación (V)</b>	<b>Superficie Equivalente (Se)</b>	<b>Índice de impacto (Ci)</b>
<b>Manglar</b>	28.14	8	276.75	
<b>Espejo de agua</b>	6.77	9	60.93	
<b>Superficie sin vegetación</b>	4.60	0	4.34	
<b>Construcciones</b>	3.41	1	6.00	
<b>Caminos</b>	1.45	1	2.19	
<b>Playa</b>	1.39	9	12.51	
<b>Vegetación pionera de duna y de matorral costero</b>	1.17	4	1.68	

Capítulo VII

Unidades de paisaje	Superficie (ha)	Valor de Conservación (V)	Superficie Equivalente (Se)	Índice de impacto (Ci)
<b>Superficie total equivalente</b>	49.82		366.32	
$C_i = \frac{\sum S_u \times V}{S_e} \times 100$				100.00

Tabla 105 Conformación de las unidades del paisaje del área del sistema ambiental CON el desarrollo del proyecto

Unidades de paisaje	Superficie (ha)	Superficie afectada (ha)	Superficie remanente	Valor de conservación (V)	Superficie equivalente (Se)	Índice de impacto (Ci)
<b>Manglar</b>	28.14	0	28.14	8	225.12	
<b>Espejo de agua</b>	6.77	0	6.77	9	60.93	
<b>Áreas sin vegetación</b>	4.6	2.8	1.73	0	0.00	
<b>Construcciones</b>	3.41	0	3.41	1	3.41	
<b>Vegetación rastrera</b>	2.78	1.6	1.18	4	4.72	
<b>Caminos</b>	1.45	0	1.45	1	1.45	
<b>Playa</b>	1.39	0	1.39	9	12.51	
<b>Vegetación pionera y deduna</b>	1.17	0	1.17	7	8.19	
<b>Totales</b>	49.71	4.4	45.24		316.33	
<b>Superficie total equivalente con actuación</b>		8.8			316.33	
<b>Superficie total equivalente sin actuación</b>	49.71				366.32	
$C_i = \frac{\sum S_u \times V}{S_e} \times 100$						100.00

Como sólo existe una diferencia de coeficientes, a nivel del sistema ambiental, del 0.56% entre la situación sin actuación y con actuación se califica, el impacto así valorado, como Compatible (Tabla 6). Lo anterior partiendo de que el resultado del cálculo del índice, expresado en % y para su interpretación se ha de tener en cuenta la situación SIN

## Capítulo VII

actuación, que debe ser del 100%; a esta condición sin proyecto se la resta el resultado de la estimación CON actuación. Si las pérdidas de superficie equivalente son superiores a un 30% serían, entonces, consideradas incompatibles.

Tabla 106 Conformación de las unidades del paisaje del área del sistema ambiental SIN el desarrollo del proyecto

<b>Índice de impacto (Ci), sin actuación</b>	<b>Índice de impacto (Ci), con proyecto</b>	<b>Diferencia entre situación con y sin actuación</b>	<b>Diagnóstico</b>
<b>100.00</b>	99.44	0.56	COMPATIBLE

Lo anterior evidencia que, en términos numéricos, las condiciones naturales en el sistema ambiental que se analizó fueron eliminadas previamente. Tal resultado expresa, entonces, que por el desarrollo del proyecto turístico que considera un hotel todo incluido que se desplantará en un espacio previamente intervenido resulta con un pronóstico ambiental compatible con respecto al espacio que ha de recibirlo. Lo anterior ocurre porque el proyecto y su consecuente operación planificada sobre un área afectada bajo regulación, a la vez que no se interviene sobre los componentes naturales sensibles con los que aún cuenta el sistema ambiental definido para este ejercicio.

El análisis anterior nos muestra la respuesta del medio ambiente al desarrollo del proyecto explicado a través de un análisis numérico comparativo considerando dos posibles escenarios con y sin su implementación. Ahora, este análisis número se explicará a continuación considerando los diferentes procesos inmersos.

### VII.2.Descripción y análisis del escenario modificado

El escenario ambiental que se espera con la construcción y operación de este proyecto coincide con el entorno y crecimiento destinado para la zona de Puerto Morelos. Así queda de manifiesto en el programa de desarrollo urbano vigente, en el cual asignó los usos de suelo autorizados para su área de influencia, en el que a la franja donde se ubica el proyecto se determinó el uso de suelo turístico hotelero.

## Capítulo VII

En este sentido no se prevén variaciones en la calidad del escenario esperado, ni de la estructura y composición próxima, contra la propuesta de desarrollo del sitio “con proyecto”. Para ello, se debe tomar en cuenta la propuesta que se somete al procedimiento de evaluación se apega a las especificaciones de desarrollo urbano y protección ambiental definidas en el marco jurídico aplicable. Además de que la propuesta se apega a dichos lineamientos, el proyecto define la implementación de sus propias medidas ambientales para proteger y conservar los componentes ambientales a pesar del desarrollo del proyecto.

En el área en el que se ubica el proyecto no se presenta una cubierta vegetal prístino continua, por lo que no se estiman acciones directas hacia la vegetación colindante. Indirectamente esto influye en la funcionalidad de este componente para brindar servicios de alimentación, refugio y alevinaje a la fauna silvestre, captura de carbono, reduce su eficiencia en la protección del suelo y en la dispersión de emisiones sonoras y contaminantes en la región.

En términos de paisaje, como expresión natural del mar Caribe, y un sitio que se desarrolla, el concepto implica la evolución del ecosistema, turístico o natural y en este proceso la propuesta presentada puede entenderse como un elemento de mejora, ya que el predio previamente afectado pasa de la condición “sin proyecto” a un área beneficiada, para uso turístico con áreas de conservación, bajo mantenimiento, el que generará empleos y ofrece espacios que se integran al entorno.

### VII.2.1. Escenario Sin Proyecto

El predio de referencia denota un escenario representado por un predio afectado y regulado, en sus condiciones naturales, tanto por eventos naturales como antropogénicos, relacionados principalmente con la intervención humana (Figura 1442).

El predio se encuentra afectado con áreas niveladas y compactadas, con parches dispersos de vegetación pionera y una zona considerada un relicto de humedal donde se desarrolla vegetación de mangle.

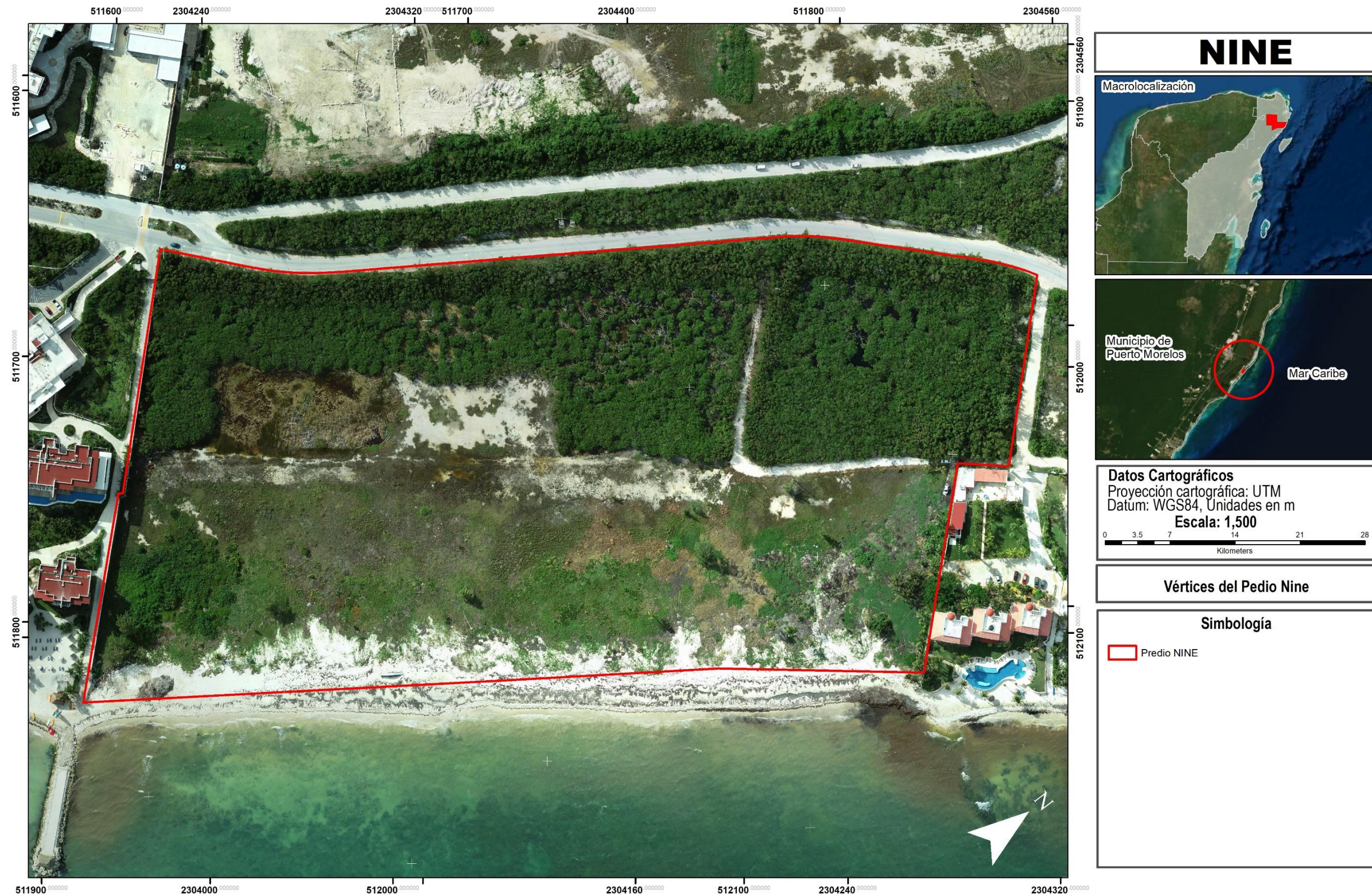


Figura 144 Imagen del predio sin proyecto.

## Capítulo VII

La Figura 2 muestra las zonas con vegetación y las áreas afectados por factores antropogénicos, para los que se contó con autorización ambiental de manera previa a su ejecución, áreas donde se planea el desplante de las obras que constituyen el desarrollo turístico bajo evaluación.

El escenario “*sin proyecto*” muestra más un espacio de ocio, sin aprovechamiento, con afectaciones a sus condiciones naturales que repercuten en un área de uso turístico.

### VII.2.2. Escenario Con Proyecto

El escenario “*con proyecto*”, considera para el predio, la aplicación de un uso de suelo congruente con el sitio en el que se inserta la propuesta del hotel todo incluido.

De ser un predio sin utilidad y con espacios previamente afectados, pasa a ser un terreno con un proyecto turístico en continuidad con el esquema de desarrollo que se ha impreso en la zona de Puerto Morelos.

El escenario “*con proyecto*” se sujeta a los parámetros y lineamientos aplicables a los usos del suelo TH1 determinado en la actualización del PDUCCPM y bajo las regulaciones de la MPOELBJ. Propone la integración de sus elementos con diseños constructivos, instalaciones y equipos, así como la preservación de áreas de conservación benéficas para el ambiente.

Por otra parte, la propuesta estima la generación de empleos y su repercusión en la mejora económica y social a la escala del proyecto que se presenta, con ingresos directos e indirectos para Quintana Roo por la detonación del potencial turístico del espacio previamente afectado y ocioso.

El escenario, desde la perspectiva de paisaje, sufrirá un cambio con la instalación de la infraestructura hotelera, impacto que será mitigado con los espacios abiertos entre los componentes estructurales donde se acondicionarán áreas verdes con especies de flora silvestre representativas de zonas tropicales. Además, se mejorará la condición de humedal presente en predio, área destinada a conservación que en total representa ser el 45.80% de las 8.15 ha del predio.



## Capítulo VII

El proyecto favorece una ocupación ordenada del espacio en continuidad con desarrollos semejantes localizados al norte-este y sur-oeste del terreno. Por lo anterior, se estima que por las obras que se proponen en el presente estudio se fortalezca el espacio turístico del sitio, lo cual guarda sentido ya que es concordante con los parámetros y lineamientos establecidos para la zona.

En términos de paisaje, como expresión del sitio en el que se vive y una sociedad se desarrolla, el concepto implica la evolución del ecosistema, sea este urbano, turístico o natural y en este proceso la propuesta presentada puede entenderse como un elemento de mejora, ya que el predio pasa de la condición “sin proyecto” a un área beneficiada, con el establecimiento de un desarrollo turístico.

En la Tabla 7 se exponen el escenario esperado por la construcción de las obras y el desarrollo de las actividades que se tendrían que realizar para concebir el proyecto en los términos descritos en el capítulo II de esta MIA-R.

Tabla 107 Escenarios esperados por la construcción de las obras y realización de las actividades que implican el desarrollo del proyecto

Etapa	Factor ambiental	Escenarios posibles y probables
<b>Preparación del terreno</b>	Vegetación Fauna silvestre Usos del suelo Paisaje	<p><u>Impacto</u></p> <p>De moderada magnitud e intensidad. Duración corto plazo, con medidas de mitigación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En el área de desplante de las obras del proyecto se remueve manualmente la vegetación en las áreas donde se encuentren individuos creciendo.</li> <li>• Una vez realizada la remoción de la vegetación se lleva a cabo la renivelación del terreno donde se desplantarán las obras del proyecto, más específicamente los sitios donde se construirán los pilotes sobre los cuales se monta la plataforma de construcción.</li> <li>• Estas actividades impactan requieren de la presencia y movimiento de personal y maquinaria, y de la alteración de los dos componentes ambientales fundamentales</li> </ul>

Etapa	Factor ambiental	Escenarios posibles y probables
		<p>para la presencia de fauna silvestre, por lo que dichas alteraciones del hábitat reducen la funcionalidad ambiental del sitio como hábitat para la fauna silvestre.</p> <p>El diseño del proyecto e implementación de medidas mitigan los impactos ocasionados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El deshierbe se realiza únicamente sobre el área en la que ya se llevó a cabo la remoción de vegetación forestal, por lo que ahora se eliminarían la vegetación que ha crecido posterior a la realización de dicha actividad. Se vuelve a mencionar que dicha actividad se efectuó en apego a las autorizaciones emitidas en materia ambiental para el desarrollo de los proyectos “El Cid de Cancún” y “Caribbean Reef Village”.</li> <li>• Se realizará rescate de especies de vegetación primaria de selva baja en el remanente de este tipo de vegetación. En caso de no poder realizarse el rescate se realizará la colecta de germoplasma para la reposición en razón de 1 a 5.</li> <li>• Se solicitará el Cambio de Uso de Suelos en Terrenos Forestales para las poligonales de Selva Baja y Tular.</li> <li>• Previo a la realización de cualquier actividad se ejecutan los programas de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre para garantizar la preservación de las especies representativas de la región, dando prioridad, más no exclusividad, al rescate y reubicación de especies incluidas en la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.</li> <li>• Se efectúa el rescate de suelo de los horizontes orgánico y aluvial de las áreas a afectar y que no sean áreas rellenadas con material externo. Con la implementación de esta medida se preserva suelo con materia</li> </ul>

Etapa	Factor ambiental	Escenarios posibles y probables
		orgánica, micro y macroorganismos y con la función de banco de semillas
<b>Construcción</b>	Aire Agua Socioeconómico Vegetación Usos de suelo Paisaje	<p><u>Impacto</u></p> <p>De moderada magnitud e intensidad. Duración corto plazo, con medidas de mitigación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En el sitio habrá movimiento de equipo y maquinaria, así como presencia de trabajadores por lo que se producirán ruidos y emisiones atmosféricas que molestarán a la fauna silvestre y los vecinos. Lo anterior se minimizará al contar con equipo y máquinas en óptimas condiciones y parando actividades durante la noche.</li> <li>• Durante las actividades constructivas se causarán más efectos indirectos a la flora y fauna, agua y directos al suelo y paisaje.</li> </ul> <p>Con relación con el escenario, se estiman acertados los siguientes aspectos puntuales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizan obras y actividades conforme a los usos de suelo indicados en los instrumentos de gestión territorial.</li> <li>• El proyecto va de acuerdo con el crecimiento de Puerto Morelos y lo dictado por la actualización del PDUCPPM de referencia.</li> <li>• Se generan empleos y aportación a la economía de manera directa e indirecta.</li> <li>• Se da continuidad a los proyectos autorizados en materia de impacto ambiental para el Plan Maestro “El Cid de Cancún” y el proyecto “Caribbean Reef Village”.</li> <li>• El sitio admite, de acuerdo con las regulaciones determinadas por los instrumentos de gestión territorial, un desarrollo turístico.</li> </ul>
<b>Operación y mantenimiento</b>	Vida silvestre	<u>Impactos positivos permanentes.</u>

Etapa	Factor ambiental	Escenarios posibles y probables
	Tierra, suelo  Unidades de paisaje  Usos del suelo  Socioeconómicos	De alta magnitud e intensidad. Duración permanente. <ul style="list-style-type: none"> <li>• El proyecto se ajusta a los límites y posibilidades de la actualización del PDUCCPPM y de la MPOELBJ.</li> <li>• Conserva áreas nativas y de amortiguamiento.</li> <li>• Propone programas de manejo integral de residuos, de áreas verdes, jardinería, de algunas especies de fauna y de monitoreo del agua.</li> <li>• Aprovechamiento del suelo conforme a los parámetros y lineamientos urbanos aplicables.</li> <li>• Generación de empleos y aportación económica directa e indirecta.</li> <li>• Pagos de derechos y aportaciones a los gobiernos federales estatales y municipales.</li> </ul>

### VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

En el capítulo V de este documento se hizo una amplia descripción y análisis de los impactos ambientales potenciales que se generarían por el desarrollo del proyecto. De las 118 interacciones identificadas, 67 se evaluaron como adversas y 51 benéficas. De las interacciones adversas, solo tres se valorizaron como severos y 21 moderados, el resto se consideran como compatibles

En el capítulo VI se procedió a describir detalladamente las medidas ambientales para prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales identificados, incluyendo a los clasificados como acumulativos y residuales. Varias de estas medidas forman parte de los programas específicos que constituyen el PVA descrito en el capítulo que precede a éste.

## Capítulo VII

Por lo que, en la Tabla 8 se describe el escenario ambiental que se espera considerando el desarrollo del proyecto e implementando las medidas ambientales descritas en el capítulo VI. La descripción sigue el orden de la presentación de las medidas ambientales

Capítulo VII

Tabla 108 Escenario esperado con la implementación de las medidas ambientales propuestas para impactos ambientales moderados y severos identificados durante la etapa de identificación y evaluación de impactos, por etapa de desarrollo del proyecto

Interacción (No.)	Impacto ambiental	Medida ambiental	Escenario con medida
<b>Preparación del sitio</b>			
1	Modificación de la topografía del sitio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La actividad de re-nivelación se va ir dando paulatinamente conforme se diseñe el plan constructivo de las obras para evitar tener áreas desprotegidas por un periodo largo de tiempo.</li> </ul>	Con este diseño de cimentación y desplante del proyecto y las actividades de rescate de suelo se mitigan diversos impactos, directa e indirectamente. Con respecto al efecto se tendría en la conformación del relieve y pérdida de suelo es:
2	Pérdida de suelo del horizonte orgánico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los edificios estarán ubicados en un paisaje conformado por áreas verdes y conectados entre sí por medio de andadores al aire libre, siempre respetando la morfología general del sitio. Esto significa que, el concepto modular del proyecto se llevará a cabo respetando la morfología del sitio, por lo que la afectación en esta etapa se hará solo en las áreas que se tienen asignadas para el desplante de las obras, limitándose a las áreas de desplante de los pilotes.</li> <li>• El hotel se construirá sobre una plataforma de concreto elevada a 3.2 msnm de la superficie del suelo soportada sobre pilas de concreto, lo que evitará la manipulación de toda el área de desplante de las obras que conforman el proyecto.</li> <li>• La capa de suelo superior, que incluye los horizontes orgánico y aluvial, se rescatará para ser usada en las áreas verdes del proyecto que más lo demanden, así como en el vivero temporal que se habilitará para manejar los ejemplares de flora rescatados de los sitios de afectación, o en el proceso de reproducción de aquellas especies que no tengan individuos viables para el rescate pero que se consideran representativas de la vegetación presente en el predio.</li> <li>• Solo se nivelará y rescatará el suelo de aquellas áreas en las que se tiene proyectado realizar el desplante de obras, por</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al re-nivelar solo el área para la instalación de los pilotes se reduce el área de afectación a su mínima expresión y se garantiza la estabilidad de las obras.</li> <li>• El rescate de suelo de las áreas de afectación permite conservar un componente ambiental rico en materia orgánica, con contenido de micro y macroorganismos de la región y un reservorio de semillas de especies de la región; material que al ser reutilizado ayuda a la preservación de sus propiedad y componentes.</li> </ul>

<b>Interacción (No.)</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medida ambiental</b>	<b>Escenario con medida</b>
		ningún motivo se nivelarán sitios dentro del área de conservación.	
3	Modificación del patrón de escurrimiento del agua de lluvia	<ul style="list-style-type: none"> <li>El hotel se construirá sobre una plataforma de concreto elevada a 3.2 msnm de la superficie del suelo soportada sobre pilas de concreto para mantener el flujo geohidrológico natural, así como para cuidar la calidad del manglar que crece aledaño al área general de construcción.</li> <li>En esta etapa de desarrollo del proyecto, y en caso de que se dé durante la época de lluvias, las aguas pluviales serán encauzadas al manto freático de manera natural, siendo asistida siguiendo la pendiente y escurrimiento natural del agua hacia sitios específicos de no afectación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Esta forma de construir la plataforma para el desplante de las obras, afectando el suelo solo en el área necesaria para la construcción de las pilas, permite conservar la mayor parte del área con sus propiedades con la menor alteración y desempeño de funciones. Entre las funciones que se conservan están la de permitir el flujo hídrico y el almacenamiento e infiltración de agua hacia el manto freático.</li> <li>El direccionar la esorrentía que se genere en las áreas de trabajo hacia áreas sin alterar permite mantener el proceso de almacenamiento de agua en el suelo y el proceso de infiltración del agua pluvial a los cuerpos de agua, ya sean superficiales o subterráneos.</li> </ul>
4	Disminución del número de ejemplares de flora silvestre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los residuos vegetales generados por las actividades de deshierbe deberán ser triturados o picados, mezclados y enviados a algún sitio cercano para que sean esparcidos y actúen como mejoradores de suelos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La pérdida de abundancia de individuos de flora silvestre es otro impacto que se mitiga con la implementación de las medidas propuestas. Antes de deshierbar se</li> </ul>

<b>Interacción (No.)</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medida ambiental</b>	<b>Escenario con medida</b>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• La remoción de la vegetación se realizará de manera manual, solo con ayuda de herramientas, como machetes, azadones, cortadoras manuales, entre otros de este tipo. No se usará la aplicación de herbicidas desecantes o retardadores del crecimiento, fuego o algún otro de este tipo para el deshierbe.</li> <li>• Previo a la remoción de la cobertura vegetal se revisarán las áreas a afectar para verificar la presencia de individuos susceptibles de ser rescatados y reubicados. Entre estos individuos tendrán prioridad los pertenecientes a especies listadas en alguna categoría de riesgo de acuerdo con el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Entre los criterios a considerar para seleccionar los individuos a rescatar para su reubicación se considerarán, además de su categoría de riesgo: representatividad de la especie, estado de madurez del individuo y condición física del ejemplar (salud: que esté libre de plagas, enfermedades y que tenga una buena condición nutricional).</li> <li>• En caso de no poder rescatar ejemplares para su reubicación, se colectará germoplasma para su reproducción, ya sea sexual o asexual. Esta actividad podrá llevarse a cabo en el vivero temporal que se habilitará en una de las áreas afectadas dentro del predio, que tendrá como finalidad manejar los ejemplares rescatados y reproducir aquellas especies en las que no sea posible rescatar los ejemplares presentes en las áreas de afectación.</li> </ul>	<p>rescatan los ejemplares presentes de las especies seleccionadas, por lo que el escenario es el mantenimiento de la abundancia de esas especies y se promueve su conservación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se previene la contaminación de los suelos, manto acuífero y calidad del aire por la realización del deshierbe manualmente y evitar el uso de agroquímicos.</li> <li>• Se someterá a la autoridad un Estudio Técnico Justificativo para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales; por lo que las medidas de mitigación en particular del CUS se complementarán con los resultados del estudio.</li> </ul>
5	Incremento del área terrestre sin cobertura vegetal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para compensar la pérdida de cobertura vegetal de las áreas de desplante de las obras del proyecto, se llevará a cabo un programa de manejo de flora en el área de conservación del</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En esta etapa de desarrollo del proyecto, el efecto que ocasiona la pérdida de cobertura vegetal en el</li> </ul>



<b>Interacción (No.)</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medida ambiental</b>	<b>Escenario con medida</b>
6	Pérdida de la uniformidad escénica de la cobertura vegetal	<p>predio, en el que, para ello, se utilizarán los ejemplares rescatados de las áreas de afectación, los reproducidos o, como otra opción, adquiridos en viveros legalmente establecidos en la región. Aclarando que, únicamente se utilizarán individuos de las especies presentes en el predio del proyecto y de aquellas especies que sean representantes de las comunidades vegetales presentes en la región. NO se utilizarán especies exóticas ni invasoras como parte del programa de manejo de flora a implementar.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Entre los módulos del proyecto se tendrán jardines, sumando un total de 9,981.67 m<sup>2</sup> de los 81,461.85 m<sup>2</sup> totales del predio, en los que se sembrarán especies características de zonas tropicales, no exóticas ni invasoras, para mitigar la pérdida del valor paisajístico en la zona de desarrollo. Además, se tendrán 1,239.82 m<sup>2</sup> de circulación con adopasto que ayudarán a mitigar el impacto visual que tendrá la infraestructura de desarrollo en el predio.</li> </ul>	<p>área específica de desplante de las obras no se puede mitigar, ya que el desempeño de la actividad que la origina se realiza para continuar con el proceso constructivo. Así que el escenario esperado en esta etapa de desarrollo es el de tener un área sin cobertura vegetal, en la que desarrollan actividades de preparación del sitio para la construcción de las obras; esto incluye el movimiento de vehículos y maquinaria.</p>
7	Alteración del confort sonoro por la operación de equipos automotores	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para mitigar este impacto generado por la operación de la maquinaria, vehículos y equipos automotores que se usen para el transporte de materiales (que en esta etapa es menor que para la construcción, pero que se pueden dar al mismo tiempo, por áreas del proyecto), acondicionamiento de caminos internos, re-nivelación, levantamiento de estructuras, hincado de pilotes, colados, transporte de personal, y otras actividades, serán sometidos a un programa estricto de mantenimiento preventivo para evitar las fallas mecánicas. Además, se supervisará que la maquinaria y vehículos cuenten con silenciadores para reducir las emisiones sonoras durante su operación. Para ello, se verificará que no se rebasen los límites máximos permisibles de emisión de ruido para vehículos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las emisiones de ruido son muy focalizadas, generándose las de mayor intensidad en el predio del proyecto. Además, el movimiento vehicular por el transporte del personal se tiene en los caminos de acceso al predio, los cuales presentan una baja carga vehicular. Estas emisiones serían durante el día, intermitentes, puntuales y dentro de los niveles</li> </ul>

Interacción (No.)	Impacto ambiental	Medida ambiental	Escenario con medida
		automotores establecidos en la NOM-080-SEMARNAT- 1994, los cuales son: 86 dB(A) para vehículos de hasta 3,000 kg de peso bruto; 92 dB(A) para vehículos con un peso bruto mayor de 3,000 kg y menor a 10,000 kg y, 99 dB(A) para vehículos automotores con peso bruto superior a los 10,000 kg	máximos permitidos por la norma oficial mexicana
<b>Construcción</b>			
8	Alteración del confort sonoro por el hincado de pilotes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para evitar alterar en menor grado la actividad diurna de la fauna silvestre, así como a los pobladores y visitantes de áreas aledañas al predio, esta actividad se realizará preferentemente entre las 7 am y las 6 pm. En ningún caso se realizará entre las 10 pm y 6 am.</li> <li>• Para la protección de los trabajadores, en caso de que las emisiones sonoras que se generen durante el proceso de hincado de pilotes lleguen a rebasar los 90 dB(A), por más de ocho horas de exposición continua, deberán usar su equipo de protección especial como medida preventiva de afectaciones a su salud.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El escenario más probable durante esta etapa es el de mayor generación de emisiones sonoras provenientes de las diversas actividades a realizarse en el proceso constructivo de las obras. El ruido se emite por la operación de maquinaria y diversos equipos que se utilizan en la obra, además por el flujo vehicular que se tiene durante el día por el movimiento de personal del proyecto, contratistas y proveedores. La mayor intensidad de ruido se tendrá en el área de trabajo del predio del proyecto.</li> <li>• La escasa fauna silvestre que se encontró se vería reducida aún más, ahuyentada tanto por la actividad de la maquinaria y del personal, como por las emisiones sonoras que se generan.</li> </ul>

<b>Interacción (No.)</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medida ambiental</b>	<b>Escenario con medida</b>
9	Incremento del consumo de agua para la realización de la actividad de conformación de la plataforma	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tomando en cuenta que durante esta etapa aún no estará en operación la POI para el abastecimiento de agua del proyecto, el agua necesaria para la construcción se obtendrá mediante pipas. No se abastecerá el agua de pozos no autorizados por la CONAGUA ni de otras fuentes de agua superficial o subterránea sin autorización para su aprovechamiento.</li> <li>El agua para el consumo humano será abastecida por una empresa abastecedora de agua potable para consumo humano de la región.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La demanda de agua en esta etapa es baja, por lo que no se espera un cambio significativo en el manto acuífero, ni la disponibilidad de agua que tiene el municipio aprovechar para abastecer a la población</li> </ul>
13	Incremento del consumo de agua para la realización de las actividades de la obra civil.		
10	Cambios en el patrón de escorrentía del agua de lluvia por la conformación de la plataforma (obras)	<ul style="list-style-type: none"> <li>El desarrollo turístico se construirá sobre una plataforma de concreto elevada a 3.2 m de la superficie del suelo soportada sobre pilas de concreto para mantener el flujo geohidrológico natural, así como para cuidar la calidad del manglar presente cerca de las áreas de construcción.</li> <li>Los escurrimientos de agua de lluvia serán conducidos al subsuelo, ya que la permeabilidad actual se mantendrá en el 60.55% de la propiedad. Por otro lado, el agua de lluvia captada en las zonas de azoteas se conducirá mediante un sistema aislado de otros de conducción de agua hacia el manto acuífero mediante pozos de absorción. En el sistema de conducción del agua hacia el acuífero se instalarán coladeras y trampas con canastas para sólidos, la cual descargará al pozo de absorción para pasar al manto acuífero. Este proceso implica que en ningún momento el agua pluvial tendrá contacto con aguas servidas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El escenario para el patrón de escorrentía en esta etapa del proyecto es cambiante. Al inicio de las obras no habrá una captación total del agua de lluvia y no se tendrá habilitado el sistema de captación y conducción de esta agua al manto freático, por lo que se continuará direccionando el agua hacia sitios de escorrentía y descarga natural, lo que podría incluir cuerpos de agua superficiales o infiltración al manto acuífero. Una vez terminada las obras, se habilitará todo el sistema de captación de agua de lluvia en las azoteas y en las áreas exteriores</li> </ul>

<b>Interacción (No.)</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medida ambiental</b>	<b>Escenario con medida</b>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• En las obras se instalará un drenaje pluvial separado del drenaje sanitario que favorecerá la infiltración natural al subsuelo de las aguas pluviales, colocando coladeras y trampas en el sistema de drenaje pluvial. Las aguas pluviales serán trasladadas al manto freático de manera natural, siendo asistida, en sitios específicos, por pozos de absorción autorizados por la CONAGUA, operando como se describió anteriormente.</li> <li>• Se privilegiará el uso de materiales permeables en área de banquetas, vialidades internas, patios, andadores y, en general, áreas abiertas.</li> </ul>	<p>construidas para conducirlos a los pozos de absorción para aguas pluviales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Con la implementación de estas medidas ambientales, el escenario esperado es el de mantener el balance hídrico del acuífero sobre el cual se desarrolla el proyecto.</li> </ul>
<b>11</b>	Pérdida de armonía paisajística por la plataforma	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como medidas de mitigación a implementar para mitigar la pérdida de armonía paisajística se consideró el diseño modular del conjunto de obras del proyecto, dejando entre ellas jardines y otras áreas que ayuden a combinar con el tipo de vegetación presente en la región y en el área de conservación ubicada en la parte opuesta a la zona de playa.</li> </ul>	
<b>14</b>	Pérdida de armonía paisajística por la obra civil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se implementará un programa de manejo de flora en la zona de conservación con especies representes del humedal existente en esa zona.</li> </ul>	
<b>12</b>	Cambio de las propiedades del suelo y contaminación ambiental por la conformación de la obra civil	<p>Considerando que las principales fuentes contaminantes del suelo por esta actividad son los derrames de sustancias químicas, residuos de mezcla, dispersión de residuos de los tres tipos, para prevenir y mitigar este impacto ambiental se implementarán las siguientes medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para evitar la creación de diversos sitios de disposición de residuos de mezcla y de lavado de ollas, se habilitarán fosas de lavado y disposición de mezcla residual. Las fosas serán</li> </ul>	<p>Se tendrán sitios propiamente habilitados para la disposición temporal de los residuos generados durante la etapa. Estos sitios estarán claramente diferenciados y con la indicación clara del tipo de residuos a disponer. Los residuos de manejo especial estarán confinados al aire</p>

Interacción (No.)	Impacto ambiental	Medida ambiental	Escenario con medida
		<p>construidas con una capa plástica para evitar la infiltración de lixiviados al subsuelo y manto acuífero y, una vez llena, el material dispuesto se dispondrá como residuos de manejo especial donde la autoridad lo dictamine.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se habilitarán áreas específicas para la disposición separada de los residuos de manejo especial que se generen: pedazos de madera, chatarra y cascajo, principalmente, para su posterior disposición final. Estas áreas estarán debidamente acondicionadas y señalizadas. Estarán en área de futura construcción, quedando fuera del área de conservación.</li> <li>• Para la disposición de los residuos sólidos urbanos se habilitarán contenedores en cada frente de trabajo. El manejo estará a cargo de una empresa contratada para ello, la cual deberá contar con la autorización emitida por la autoridad respectiva para el manejo y disposición de este tipo de residuos.</li> <li>• En caso de generarse residuos peligrosos, lo más común por uso de desmoldantes, se acondicionará un almacén temporal para su disposición, en tanto se concentran en el almacén temporal de residuos peligrosos. Estas áreas tendrán una capa aislante o base de concreto con bordo contenedor de derrames y estarán techados.</li> </ul>	<p>libre, en un área delimitada y, de requerirse, el suelo contará con una membrana plástica para evitar lixiviados. Los residuos sólidos urbanos estarán en contenedores con la indicación clara del tipo de residuo a almacenar temporalmente, Y, finalmente, los residuos peligrosos estarán dentro de un almacén temporal de residuos peligrosos techado, con suelo protegido contra derrames y con acceso controlado.</p> <p>Por lo anterior, el escenario probable es tener residuos controlados, con la mínima dispersión por el suelo, la cual siempre se presenta en este tipo de proyectos, pero con un control metodológico e implementación de las medidas para mitigar la contaminación.</p>
16	Cambio de las propiedades del suelo y contaminación ambiental por la instalación de	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esta actividad es generadora de residuos de manejo especial, en su mayoría. Por lo que, para su manejo se actuará de manera similar a la descrita para el manejo de estos residuos durante la construcción de la obra civil. Es decir, se habilitarán áreas para la concentración temporal de los diferentes tipos de residuos de manejo especial que se generen. Estas obras estarán fuera del área de conservación, en áreas de afectación.</li> </ul>	

<b>Interacción (No.)</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medida ambiental</b>	<b>Escenario con medida</b>
	servicios en obra civil	Al final de la etapa no quedará ningún residuo de este tipo disperso en el predio del proyecto.	
17	Cambio de las propiedades del suelo y contaminación ambiental por los acabados en la obra civil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La generación de residuos de manejo especial como pedacería de fierro y aluminio, vidrio, plásticos, fibra de vidrio y material de construcción, se manejarán por separado en áreas habilitadas específicamente para cada tipo de residuo dentro de las áreas de afectación. Una vez que se terminen de retirar cada uno de los residuos, por empresas autorizadas por la autoridad competente, estas áreas serán rehabilitadas y usadas para el uso asignado en el diseño del proyecto.</li> <li>• Los residuos peligrosos que se generen, principalmente en el proceso de pintado, como botes, brochas, trapos y suelo contaminado por derrames accidentales, serán concentrados y dispuestos en el almacén temporal de residuos peligrosos. Una vez que se tenga un volumen considerado de este tipo de residuos o una vez que se cumplan los seis meses de almacenamiento, como lo marca el artículo 56 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, se retirarán por una empresa autorizada por la SEMARNAT para el manejo, traslado y disposición final de residuos peligrosos.</li> </ul>	
18	Cambio de las propiedades del suelo y contaminación ambiental por el uso de maquinaria,	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las áreas compactadas por el movimiento constante de maquinaria y vehicular en procesos de maniobra y estacionamiento serán estrictamente delimitadas, solo a aquellas áreas que serán destinadas a desplante de obras, quedando estrictamente prohibido usar el área de conservación para su circulación o ser usado como estacionamiento.</li> </ul>	El escenario probable es el de tener un flujo constante e intermitente durante el día de vehículos al predio del proyecto con la finalidad de transportar al personal, entregar materiales y sustancias requeridas para la construcción, abastecer de bienes y

<b>Interacción (No.)</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medida ambiental</b>	<b>Escenario con medida</b>
	vehículos y equipos automotores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La maquinaria, volteos y todo vehículo que circule dentro del predio como parte del proceso constructivo recibirán el mantenimiento preventivo básico para evitar la fuga de hidrocarburos y la contaminación del suelo.</li> <li>• Se establecerá un procedimiento de carga de combustible y de relleno de aceites en campo para prevenir los derrames y contaminación del suelo.</li> <li>• Toda maquinaria pesada, grúas, camiones y equipo que tenga depósitos con hidrocarburos que estén estacionados por periodos prolongados deberán tener una protección contra fugas para evitar contaminar el suelo.</li> </ul>	servicios y retiro de productos y residuos del proyecto, además del movimiento constante de maquinaria dentro del predio en diferentes frentes de trabajo. Este movimiento se realiza solo en el área de aprovechamiento, descartándose estos accesos al área de conservación, incluye el área del humedal y el frente de playa. Por lo que, se tendría un suelo no orgánico compactado en aquellas áreas donde se dé el movimiento de automotores pesados, con la pérdida o alteración de las propiedades físicas.
15	Disminución de la capacidad contemplativa del paisaje por la conformación de obra civil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se respetará la altura máxima de construcción permitida por el PDUCPPM, que es de 4 niveles o 14 m, altura que fue definida para mitigar el impacto que pudieran ocasionar alturas mayores al paisaje de la región y la capacidad de carga del ecosistema.</li> <li>• El diseño modular de las obras y el establecimiento de áreas verdes intercaladas mitigará el impacto que pudiera ocasionar una sola construcción continua de tales dimensiones en el predio contra el paisaje en general.</li> </ul>	El paisaje en el predio del proyecto sufre un cambio paulatino y constante durante esta etapa del proyecto generado por la construcción de la infraestructura de las obras del desarrollo turístico. El desarrollo o crecimiento, tanto horizontal como vertical, de las obras se da a lo largo de los nueve años que se tiene programado la duración de esta etapa. Los últimos 2-3 años normalmente son para definir los acabados de la construcciones y conformación de las áreas ajardinadas, que es lo que ayuda a darle vista y

<b>Interacción (No.)</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medida ambiental</b>	<b>Escenario con medida</b>
			colorido al proyecto, favoreciendo el entorno que lo rodea.
<b>19</b>	Alteración del confort sonoro por maquinaria, vehículos y equipos automotores	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para mitigar este impacto generado por la operación de la maquinaria, vehículos y equipo automotor que se usen para el transporte de materiales (tanto en la etapa de preparación del sitio como en la construcción), acondicionamiento de caminos internos, re-nivelación, levantamiento de estructuras, hincado de pilotes, colados, y otras actividades, serán sometidos a un programa estricto de mantenimiento preventivo para evitar las fallas mecánicas. Además, se supervisará que la maquinaria y vehículos cuenten con silenciadores para reducir las emisiones sonoras durante su operación. Para ello, se verificará que no se rebasen los límites máximos permisibles de emisión de ruido para vehículos automotores establecidos en la NOM-080-SEMARNAT- 1994, los cuales son: 86 dB(A) para vehículos de hasta 3,000 kg de peso bruto; 92 dB(A) para vehículos con un peso bruto mayor de 3,000 kg y menor a 10,000 kg y, 99 dB(A) para vehículos automotores con peso bruto superior a los 10,000 kg.</li> </ul>	<p>La operación de los vehículos y maquinaria y otros equipos automotores necesarios en el proceso constructivo de las obras son generadores de altas emisiones de ruido. El impacto se tiene mayormente a nivel de predio y, a nivel regional, en las vías de acceso al predio. En este último caso, el impacto ya se está generado, la operación del proyecto lo que hace el sumarse (efecto aditivo) a la generación de las emisiones ya que se incrementaría un poco más el flujo vehicular en la región, y con ello las emisiones sonoras.</p> <p>Con las medidas ambientales propuestas, se cumpliría con el máximo permitido de emisiones de equipos automotores dentro de los rangos de tiempo establecidos por la norma oficial mexicana aplicable.</p>
<b>Operación y mantenimiento</b>			



<b>Interacción (No.)</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medida ambiental</b>	<b>Escenario con medida</b>
<b>20</b>	Disminución del volumen de agua del acuífero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para mitigar el impacto que se pudiera ocasionar al manto acuífero por el aprovechamiento de agua de dos pozos (POI), se construirá y operará una PTAR, todo esto previa tramitación y autorización ante la CONAGUA. Toda el agua residual que se genere como parte de los servicios del hotel se conducirá a través de una red hidrosanitaria que será colocada por debajo de las losas piloteadas hacia la PTAR para su tratamiento. Las aguas tratadas servirán para riego de áreas verdes, lavado de banquetas y áreas exteriores y, las aguas tratadas excedentes se descargarán en el subsuelo.</li> <li>• Para las descargas de agua al manto acuífero se tramitará la autorización para la perforación de un pozo de rechazo para enviar los excedentes. Lo anterior en concordancia con las normas oficiales mexicanas aplicables y bajo las regulaciones correspondientes aplicadas por la CONAGUA.</li> <li>• En los cuartos de los módulos, baños, restaurantes y oficinas, se instalarán equipos ahorradores de agua, ampliamente comercializados en las casas expendedoras de este tipo de equipos. De esta forma se reducirá el consumo de agua en las regaderas, descargas de baños y fregaderos.</li> <li>• La conservación de vegetación nativa más el aumento en forestación y jardinería y la los del proyecto, minimizan el impacto que se pueda causar a la permeabilidad del suelo, aunado a que el diseño constructivo elevado sobre pilas permite la continuidad de la permeabilidad del suelo.</li> <li>• En los jardines se plantarán especies comunes y adaptadas a las condiciones climáticas prevalecientes en la región, evitando especies vegetales que sean altamente demandantes de agua</li> </ul>	<p>Durante la etapa de operación del proyecto es cuando se demanda mayor volumen de agua diario para el servicio de personal, mantenimiento de instalaciones y cubrir la demanda de los huéspedes, es un recurso necesario e indispensable para la operación del desarrollo turístico. No obstante, la demanda diaria de este recurso el aprovechamiento directo del manto acuífero se verá ampliamente mitigado con la reutilización del agua tratada, la cual cubriría el agua demanda para el riego de los jardines y el lavado de exteriores. Además, el uso de equipos ahorradores reduciría el consumo de agua por parte del personal administrativo y huéspedes.</p> <p>Al tratarse de un acuífero que no se encuentra con balance equilibrado o negativo, y el consumo de agua que se daría por el desarrollo del proyecto, no se prevé que se ponga el riesgo el balance positivo en el cual se encuentra actualmente este cuerpo de agua.</p>

<b>Interacción (No.)</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medida ambiental</b>	<b>Escenario con medida</b>
21	Contaminación ambiental con residuos sólidos urbanos por la actividad turística	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los residuos que se generan como parte de la actividad turística son, en su gran mayoría, los sólidos urbanos. Para evitar su dispersión y se conviertan en un problema de contaminación ambiental, se instalarán contenedores en diversas áreas estratégicas dentro del predio para su colecta. Los residuos dispuestos en estos colectores por los empleados y clientes serán concentrados en unos colectores de mayor capacidad que estarán ubicados en un área de fácil acceso para el personal del servicio de limpieza municipal, quienes se encargarán de su transporte y disposición final.</li> </ul>	<p>La contaminación que se pueda generar por la dispersión y mal manejo de los residuos sólidos urbanos en el predio por la operación del proyecto es un escenario poco probable, considerando un nivel en el cual pueda considerarse afectación ambiental.</p> <p>Los residuos sólidos urbanos es algo que se dará como parte inherente por las actividades a realizar durante la operación de los restaurantes, actividades administrativas y los propios huéspedes, pero a este nivel se tiene un manejo estricto de los residuos para evitar su dispersión, acumulación en los sitios de temporales de almacenamiento y su correcta disposición final.</p>
22	Alteración del confort sonoro	<ul style="list-style-type: none"> <li>El efecto del ruido que se generará por el movimiento vehicular de los empleados, servicios, huéspedes, así como por actividades recreativas en áreas específicas del hotel, se mitigarán con la conformación de las áreas verdes, ya que la vegetación funciona como una barrera contra luz, viento y dispersión de las ondas acústicas.</li> <li>La mayor actividad vehicular se dará entre las 6 am y las 10 pm, periodo en el que se permite una mayor emisión de ruido [55 vs 50 dB (A), en zonas residenciales (exteriores)].</li> </ul>	<p>En esta etapa del proyecto se espera se tenga un incremento en el flujo vehicular en el área aledaña al predio. El uso de vehículos se da por parte del personal administrativo que se tiene que trasladar diariamente de sus hogares al trabajo, prestadores de servicios del desarrollo, así como por el ingreso y retiro de huéspedes al sitio.</p>

Capítulo VII

<b>Interacción (No.)</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medida ambiental</b>	<b>Escenario con medida</b>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>En caso de tenerse actividades nocturnas, se respetará el límite máximo permitido de ruido establecido para fuentes fijas, de acuerdo con lo establecido en el acuerdo por el que se modifica el numeral 5.4 de la norma oficial mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, adecuando las instalaciones para reducir la dispersión del ruido que se genere en las instalaciones destinadas a eventos.</li> </ul>	<p>Este movimiento vehicular trae consigo el efecto aditivo de las emisiones sonoras al ambiente de los automotores empleados. En la actualidad existe este flujo en las diversas vialidades que corren aledañas a Puertos Morelos y el desarrollo del plan maestro El Cid, sin que se llegue a considerar que el tráfico sea un problema en la región, ni se espera que lo sea con la operación del proyecto.</p>

## Capítulo VII

### VII.4.Pronóstico ambiental

Ubicando el desarrollo del proyecto en el SAR definido para el proyecto, en el cual el 87.05% de sus 1,855.38 ha se encuentran cubiertas por vegetación hidrófila y alrededor del 95% de esta área se clasifica como área de protección, de acuerdo con el programa de ordenamiento ecológico, permitiéndose por este mismo instrumento jurídico solo el desarrollo de la franja que corre a lo largo de la línea costera y, parcialmente a lo orilla de la carretera 357 Cancún – Tulum; no se espera un cambio significativo en el corto plazo a esta conformación en el uso de suelo.

El área de conservación, que forma parte del humedal de Puerto Morelos, se decretó como tal en la actualización del PDUCCPM con el objetivo de fomentar, conservar y mantener los servicios ambientales que brinda ese ecosistema a las poblaciones que habitan en la franja costera, áreas agrícolas, y para la conservación del paisaje natural representativo de la región. Por lo que, no se tiene contemplado que dada su finalidad en el corto, mediano o largo plazo se cambie de política de uso de suelo en dicha, lo que favorecería a conservar la región con las características ambientales actualmente prevalecientes.

A un nivel un poco más local, alrededor del predio, se espera que se continúe con el desarrollo de la infraestructura urbana y con los desarrollos turísticos hoteleros. El crecimiento de la zona urbana de la localidad de Puerto Morelos, así como el desarrollo de proyectos turísticos hoteleros, está contemplados en la definición de los usos de suelo en el programa de desarrollo urbano de Puerto Morelos.

Además, como se ya hizo un amplio análisis en el capítulo III de esta MIA-R, la parte centro y sureste del SAR cuenta con la autorización en materia de impacto ambiental para ser desarrollada, bajo el marco de la autorización del plan maestro “El Cid de Cancún”. El plan maestro en cuestión contempla el aprovechamiento turístico para la realización de proyectos hoteleros, villas, servicios, condominios y desarrollos mixtos. Bajo esta consideración, se espera que el desarrollo turístico de esta área continúe en el corto y mediano plazo. Actividad impulsada, además, por la belleza de la región que le da el área verde del humedal que contrasta con el azul del mar Caribe y su playa de arena fina, idóneo para el descanso y la relajación y que lo hacen atractivo para los inversionistas del ramo.

## Capítulo VII

Por otro lado, hay que hacer notar que la región basa su desarrollo económico en la actividad turística, siendo ésta el motor que mueve la región social y económicamente, girando en torno a ella otras actividades, como el de la construcción, alimentos y bebidas, servicios inmobiliarios y de alquiler, comercio, transporte, servicios financieros, servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos, entre otros.

Bajo la premisa descrita, el desarrollo turístico de la región es inminente y de la mano irá el desarrollo urbano de Puerto Morelos, para darle vivienda al personal que hará funcionar el desarrollo turístico de la región. Sin embargo, solo se permitirá la ejecución de aquellos proyectos que demuestren socialmente responsables, económicamente viables y ambientalmente compatibles con el entorno y respetuosos de la normatividad ambiental vigente y aplicable. Siendo bajo estas consideraciones que se presenta y somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental el presente proyecto, en el que a través de todo este documento se describe detalladamente las medidas ambientales que le dan sustento jurídico y técnico para su realización.

### VII.5. Evaluación de alternativas

No se identifican alternativas de uso, dada la vocación turística del terreno. Asimismo, no se tienen alternativas de ubicación debido a que es la propiedad disponible y se encuentra entre desarrollos turísticos hoteleros y un plan maestro gestionado con este fin; por lo que, el proyecto se concibe como parte del mismo plan maestro. Además, en el diseño del proyecto se aprovechan áreas desprovistas de vegetación, particularmente una superficie que fue desmontada previamente con base a las autorizaciones otorgadas para los proyectos “El Cid de Cancún” y “Caribbean Reef Village”, las cuales ya fueron supervisadas y verificado su legalidad por parte de la PROFEPA.

### VII.6. Conclusiones

Considerando la construcción y operación de proyecto “NINE”, en función del territorio estudiado, la vocación del espacio que la acoge, la valoración de los impactos ambientales adversos potenciales previstos y las medidas de mitigación propuestas, se prevé que el

## Capítulo VII

cambio en el SAR a consecuencia de este proyecto es admisible en términos de ocupación territorial y consumo de recursos.

De la valoración realizada a los impactos ambientales potenciales a generarse, se estimó que existirán impactos positivos de los que, dadas las condiciones socioeconómicas de la zona, han de ser potenciados. Los negativos, al ser prevenidos, mitigados y compensados, se tendrían impactos residuales bajos o bien, serán susceptibles de la implementación de medidas que permitirían su mitigación.

Partiendo de lo anteriormente expuesto, se tiene como escenario que:

- El proyecto no representa riesgos a poblaciones de especies protegidas, no se prevé la generación de afectaciones significativas que pudieran desencadenar un desequilibrio ecológico. Tampoco implica la fragmentación de algún ecosistema y no conlleva riesgos para las poblaciones aledañas., todo lo contrario, implica generación de empleos, directos e indirectos, e incremento de la calidad de vida, todo en un marco de respeto del medio ambiente.
- En el presente documento se han propuesto medidas y estrategias tendientes a la prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales identificados, que son técnicamente posibles, financieramente viables y admiten seguimiento y documentación.

En virtud de lo anterior expuesto, se tiene que el proyecto se considera como ambientalmente viable, compatible con la naturaleza y vocación del sistema ambiental regional en el que se ve inserto, así como congruente con los ordenamientos jurídicos vigentes y aplicables para el sitio del proyecto

**NINE**

**MANIFESTACIÓN DE  
IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD REGIONAL**

**CAPÍTULO  
VIII**

**IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS  
METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS  
QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA  
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

PROMOVENTE:

**Banco Ve Por Mas, S.A., Fideicomiso 321**

## VIII. Capítulo VIII

### Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información presentada en la manifestación de impacto ambiental

#### VIII.1.1. Definición del Sistema Ambiental Regional

Para definir un sistema ambiental en los términos especificados en la LGEEPA, es necesario establecer una metodología que permita identificar los aspectos relevantes en lo que podría ser el área de influencia del proyecto. Para ello, resulta relevante realizar la identificación, evaluación y valoración específica del alcance de los impactos ambientales sinérgicos y acumulativos, para poder determinar el alcance del proyecto y los efectos que pudieran tener en el medio ambiente.

En nuestro caso, el SAR se definió tomando en cuenta el máximo efecto que pudieran tener las obras y actividades que involucran la ejecución del proyecto en el medio ambiente. Para la definición de la poligonal del SAR se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- 1) Los límites de usos del suelo existentes y el avance de fronteras de perturbación antrópica (barreras físicas).
- 2) Zonificaciones de instrumentos de política ambiental (UGA's) en caso de que existan programas de ordenamientos ecológicos, ya sean de tipo municipal o regionales.
- 3) Alcance de la afectación de un impacto ambiental sinérgico o acumulativo.

Si bien, el comportamiento del patrón hidrológico superficial en la conformación de cuencas y subcuencas es un factor que es ampliamente usado para definir los sistemas ambientales, en nuestro caso no fue posible utilizarlo dada las características homogéneas del relieve en prácticamente toda la Península de Yucatán.

Como primer ejercicio para delimitar el SAR para este proyecto, se trató de definir el SAR considerando la diferenciación de los usos de suelo y tipos de vegetación, como diferenciación de los ecosistemas de la región. Para ello, se utilizó la carta de uso de



## Capítulo VIII

suelo y vegetación serie VI, escala 1:250,000, del INEGI (2017) (ver página web: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/usv250s6gw.xml>).

Considerando la ubicación y tamaño del predio con respecto a la distribución y clasificación de los usos de suelo y vegetación en la región del proyecto, no se consideró que esta clasificación pudiera ser funcional para definir el SAR (Figura 145); básicamente porque dicha área debe involucrar a la región que se vería afectada por el desarrollo del proyecto. No se consideró que los efectos del proyecto pudieran llegar a impactar todo el humedal de Puerto Morelos, que es donde se ubica el predio de acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI, ya que sus actividades serán puntuales y el área del humedal ya cuenta con infraestructura que lo fracturó.



Figura 145 Representación gráfica de la ubicación del predio del proyecto, marca roja, con respecto a la poligonal de la UGA 28 de la Modificación al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.

Como segunda opción para definir el SAR, se consideró la división territorial que resultó del trabajo de la MPOELBJ, publicada el 27 de febrero de 2014 en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. Si bien, se trata de un instrumento jurídico ambiental de aplicación del municipio de Benito Juárez, cuando éste fue elaborado y

## Capítulo VIII

publicado el territorio del municipio de Puerto Morelos se encontraba formando parte de Benito Juárez.

En dicho ordenamiento ecológico local, el predio del proyecto quedó inmerso dentro de la UGA 28 “Centro de Población de Puerto Morelos”, al sureste de la UGA (Figura 146). Esta UGA comprende 5,740.85 ha de superficie total, y en ella predomina la cobertura vegetal de mangle y de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, abarcando el 33.32 y 18.73% de la superficie total de la UGA, seguida por el área destinada a asentamientos humanos con el 11.48%. Adicional a estos usos de suelo o tipos de vegetación, en la UGA 28 existen otros 10 tipos de vegetación o usos de suelo.

Dado que la superficie del predio con respecto a la de la UGA solo representa ser el 0.14%, y considerando que en el predio solo tienen los tipos de vegetación de mangle y matorral de duna costera, se consideró que esta diferenciación de superficies del MPOELBJ no era representativa para usarse como SAR.

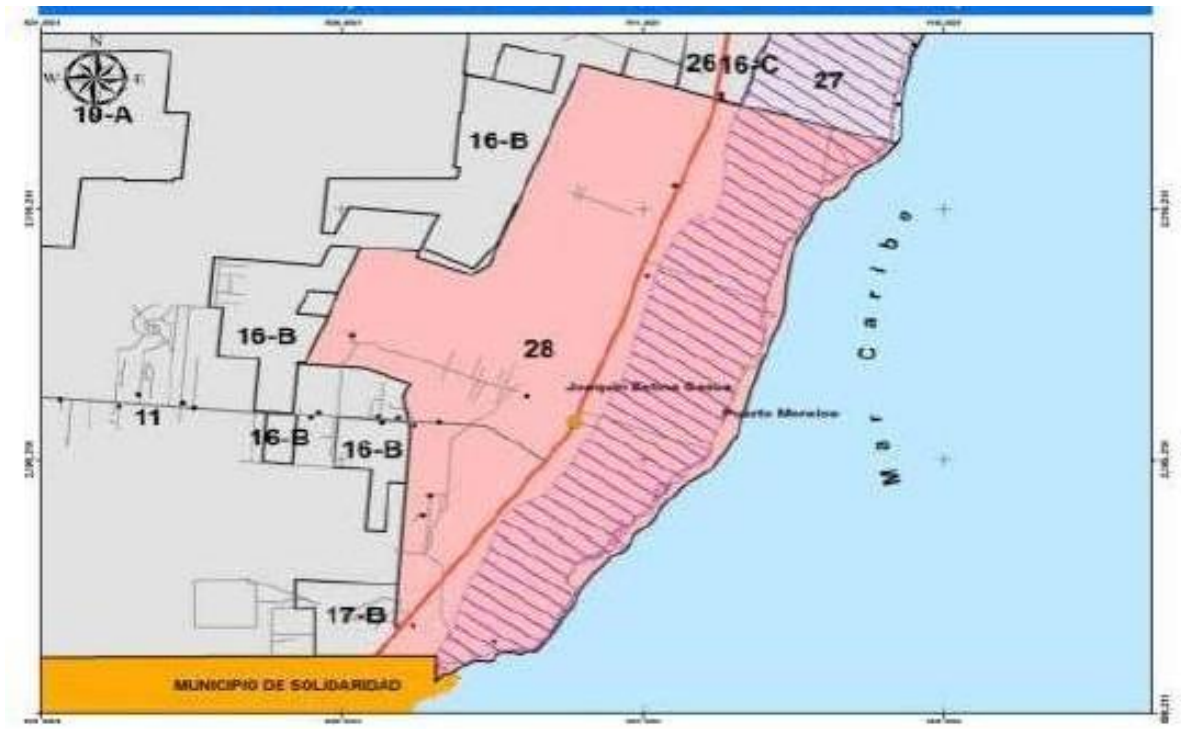


Figura 146 Representación gráfica de la ubicación del predio del proyecto, marca roja, con respecto a la poligonal de la UGA 28 de la Modificación al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.

## Capítulo VIII

Como tercera opción, se tomó en consideración la zonificación realizada en la actualización del PDDUCPPM, el cual retoma la conformación de la poligonal de la UGA 28 del MPOELMBJ. Como parte del análisis realizado, se encontró que el área que regula el programa de desarrollo urbano define 15 diferentes usos de suelo, hecho del cual se partió para la realización del análisis.

A lo largo de la franja angosta que colinda con el mar Caribe se establecieron seis de los 15 usos de suelo, con excepción de una pequeña área que se ubica hacia el sur de la poligonal que se le dio un uso de conservación, el resto cuenta con los usos turístico hotelero, industrial, comercio de barrio y habitacional (Figura 147). Bajo esta diferenciación de usos de suelo, es de destacar que el predio del proyecto se ubica en un área a la que se le asignó un uso de suelo Turístico Hotelero Medio (TH1), colindando con la zona de conservación (AC), la cual cubre 1,946.96 ha de las 5,714.02 ha totales de programa de desarrollo urbano en cuestión.

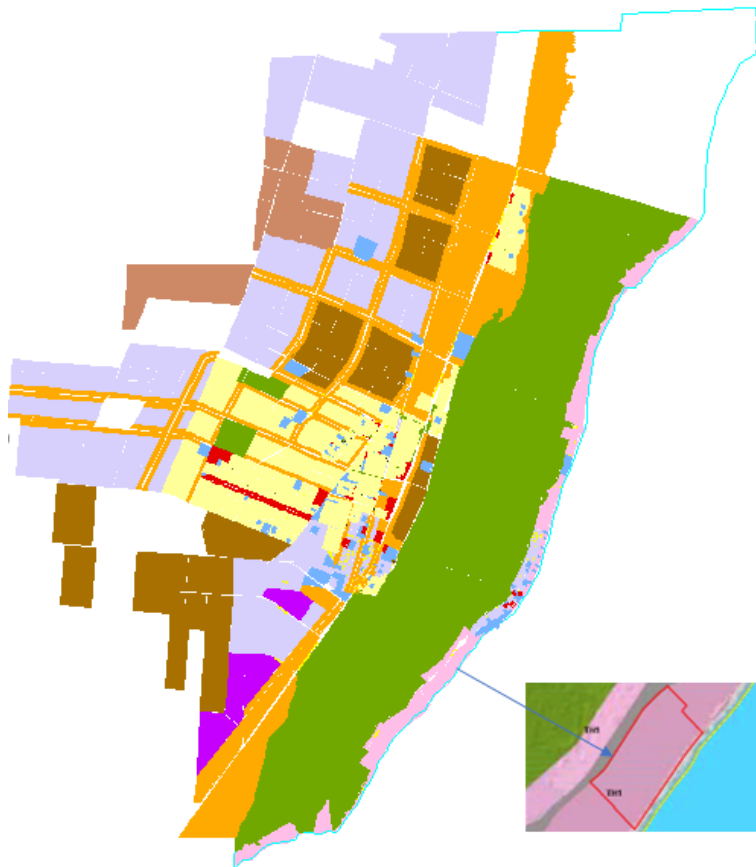


Figura 147 Ubicación del predio del proyecto, elipse roja, con respecto a los usos de suelo definidos en el “Programa Director de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos”.

## Capítulo VIII

Tomando en cuenta esta clasificación de usos de suelo de la actualización del PDDUCPPM, y la distribución que estos tienen en el polígono del programa de desarrollo urbano, no se consideró apropiado tomar este patrón de clasificación tal cual para definir el SAR del proyecto dado la intercalación de los polígonos de uso de suelo y el efecto que pudiera tener el desarrollo del proyecto en dichas áreas. No obstante, se consideró apropiado tomarlo como base para la definición del SAR, toda vez que cuenta con infraestructura urbana y de vías de comunicación que de cierta manera funcionan como barreras artificiales limítrofes e interrupción de ecosistemas y de daños ambientales.

Bajo esta idea, se optó por tomar en cuenta la carretera federal 357 Cancún – Tulum como una barrera limítrofe para la potencial afectación al ecosistema en el cual se inserta el predio del proyecto, misma que corre de forma paralela a la línea de costa. La construcción y operación de esta obra fraccionó el ecosistema costero de la región, por un lado, cortó la conectividad y continuidad de los corredores biológicos y de la cobertura vegetal y, por otro lado, cortó e interrumpió los flujos hídricos del humedal de Puerto Morelos, ya que en su concepción de diseño no consideraron drenajes para las escorrentías superficiales ni pasos de fauna.

Entre la carretera federal y la línea de costa se han construido diversos caminos de acceso a la zona de playa; aunque estos caminos tienen un menor flujo vehicular y son de menor magnitud y características constructivas a la carretera federal, pero también funcionan como barrera física en el ecosistema. Los impactos que estos ocasionan al medio ambiente tienen cierta similitud con los descritos anteriormente.

Bajo estas condiciones, se consideró conveniente definir el SAR para el proyecto comprendiendo el área delimitada entre la carretera federal 357 y la línea de costa, delimitándola al norte y sur por caminos de acceso creados hacia la zona de playa (Figura 148). Dicho polígono engloba 1,855.38 ha de superficie total, en el que las 8.15 ha del predio del proyecto representan ser el 0.44% del tamaño total del predio.

## Capítulo VIII



Figura 148 Delimitación del polígono del sistema ambiental regional definido para el

### VIII.2. Caracterización medio abiótico

Para caracterizar los componentes abióticos en el SAR definido para el desarrollo del proyecto, anteriormente explicado, se realizó un trabajo profundo y exhaustivo en la literatura y bases de datos de las diferentes dependencias encargadas de dar seguimiento y manejar dicha información.

Para caracterizar el clima de la región, se revisó información proporcionada por el INEGI, así como se consultó las bases de datos de la CONAGUA en la página web <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=qroo> y CONACYT (<http://clicom-mex.cicese.mx/>). La información obtenida de las estaciones meteorológicas aledañas al SAR se analizó considerando la metodología descrita por García (2004).

En este mismo tema, se analizó la presencia y efecto de los factores climáticos en la región. Para ello, se consultó información generada por la CONAGUA y Secretarías del Gobierno Federal, como la SEDATU, SEDESOL y SEGOB.

## Capítulo VIII

Para caracterizar el ambiente sonoro, los movimientos telúricos, se hizo una amplia revisión bibliográfica y análisis de la información para evaluar el impacto de estos factores en el medio ambiente regional. De este se destaca el poco impacto que éstos han tenido y tiene no solo a nivel regional, sino a nivel estatal.

También se investigó sobre el estado que guarda la hidrología en la región. Además de describir la conformación de administrativa del recurso, por tipos de cuerpo de agua, con la finalidad de entender su clasificación, se analizó el estado que guarda el recurso en la región. Para ello, se efectuó una revisión de literatura oficial generada por la CONAGUA, como ente gubernamental encargado de la administración del agua a nivel nacional, y se hizo una evaluación del estatus del recurso en el SAR. Además, para conocer el estado que guarda el manto acuífero se elaboró un estudio específicamente para el predio del proyecto.

Para caracterizar el suelo, primero se mostró con datos bibliográficos la importancia de este componente ambiental en los ecosistemas, aspecto poco valorado en las evaluaciones de impacto ambiental. Como segundo paso se utilizó información geográfica generada por la SEMARNAT y el INEGI para determinar el estado de degradación y tipos de suelo en la región. De este análisis se obtuvo información muy relevante que ayuda a entender la situación actual de este componente en la región.

Como tercer paso, se realizó un ejercicio para estimar la erosión hídrica en el SAR. Para ello se aplicó la ecuación RUSLE, en un SIG, estimando los niveles de erosión potencial en nuestra área de estudio teniendo como base la ecuación universal de pérdida de suelo revisada, ampliamente conocida como ecuación RUSLE y, tomando como base el trabajo realizado por Martínez (2005), Montes-León et al. (2011), así como el publicado por Bolaños et al. (2016).

En este caso, la ecuación RUSLE tiene la siguiente expresión matemática (Renard et al., 1997):

## Capítulo VIII

$$A = R * K * LS * C * P$$

Donde:

A = Pérdida de suelo promedio anual en (t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>). R = Erosividad de las lluvias en (MJ ha\*mm<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>).

K = Erodabilidad del suelo en (t ha<sup>-1</sup> MJ\*ha<sup>-1</sup> mm\*h<sup>-1</sup>).

LS=Topografía(función delongitud-inclinación-formadelapendiente, adimensional).

C = Ordenación de los cultivos (cubierta vegetal, adimensional).

P = Prácticas de conservación de suelos (prácticas agropecuarias, adimensional).

El método para determinar la pérdida de suelo requirió de la preparación de cuatro mapas intermedios (uno por cada factor), mismos que fueron multiplicados mediante el SIG para obtener un mapa final de las áreas potenciales con riesgo de erosión hídrica.

- Factor R: Mapa de erosividad de las lluvias.
- Factor K: Mapa de erodabilidad del suelo.
- Factor LS: Mapa topográfico.
- Factor C: Mapa de uso de suelo y vegetación.

Considerando que no se identificó la implementación de prácticas de conservación durante los recorridos por el SAR, no se consideró la unidad para el factor P dentro de la ecuación RUSLE al momento de hacer la estimación de la pérdida de suelo.

Mediante una multiplicación de los cuatro mapas resultantes, y a través de un GIS, se obtuvo una representación gráfica que expresa la erosión hídrica potencial en el área bajo estudio.

## Capítulo VIII

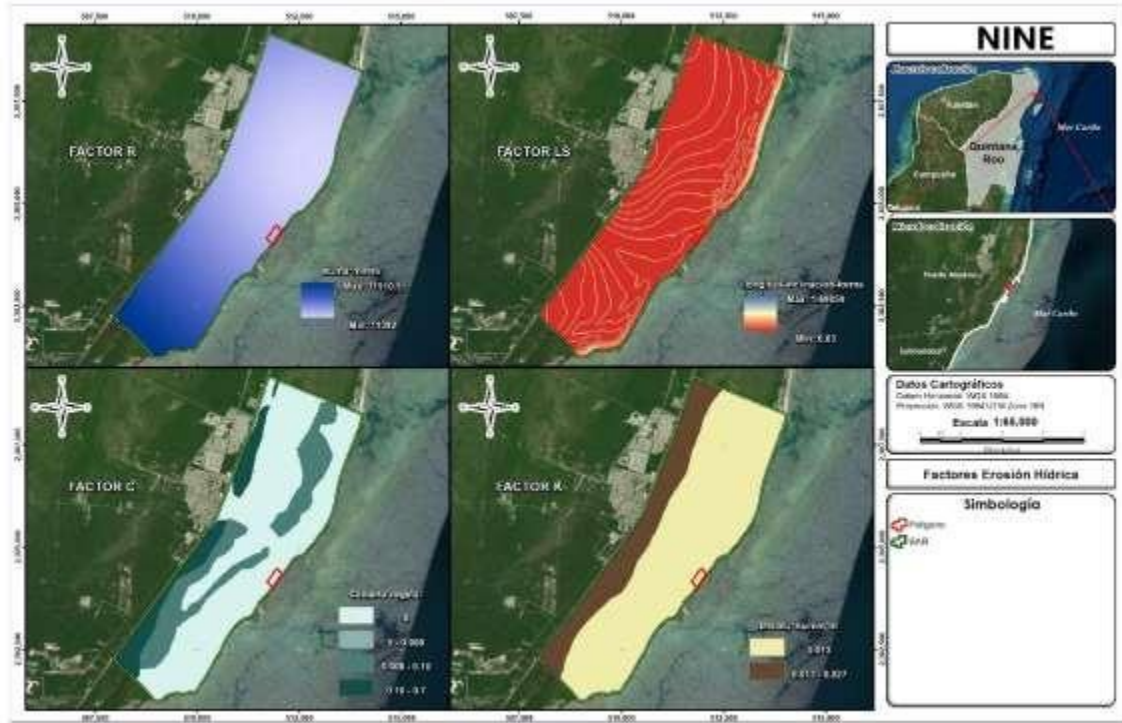


Figura 149 Mapas para los factores generados con la herramienta “Análisis de Erosión Hídrica” para estimar la erosión potencial en el SAR y predio del proyecto turístico.

De los resultados obtenidos a nivel del SAR, la erosión hídrica potencial en el área delimitada como SAR resultó fluctuar entre 0 y  $10 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ , lo que se considera como muy baja. La mayor superficie del SAR tuvo un valor estimado de hasta  $1 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ , una menor superficie, principalmente junto a la carretera federal 357, alcanzó valores de entre 1 y  $5 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ , y el área correspondiente a pastizal cultivado presentó valores de pérdida de suelo estimada entre 5 y  $10 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ . Hay caminos que confluyen a la carretera federal que pueden alcanzar valores de erosión de suelo de alrededor de las  $20 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ , de ser caminos no recubiertos, pero solo a lo largo y ancho de lo que pueden ser caminos reales



## Capítulo VIII

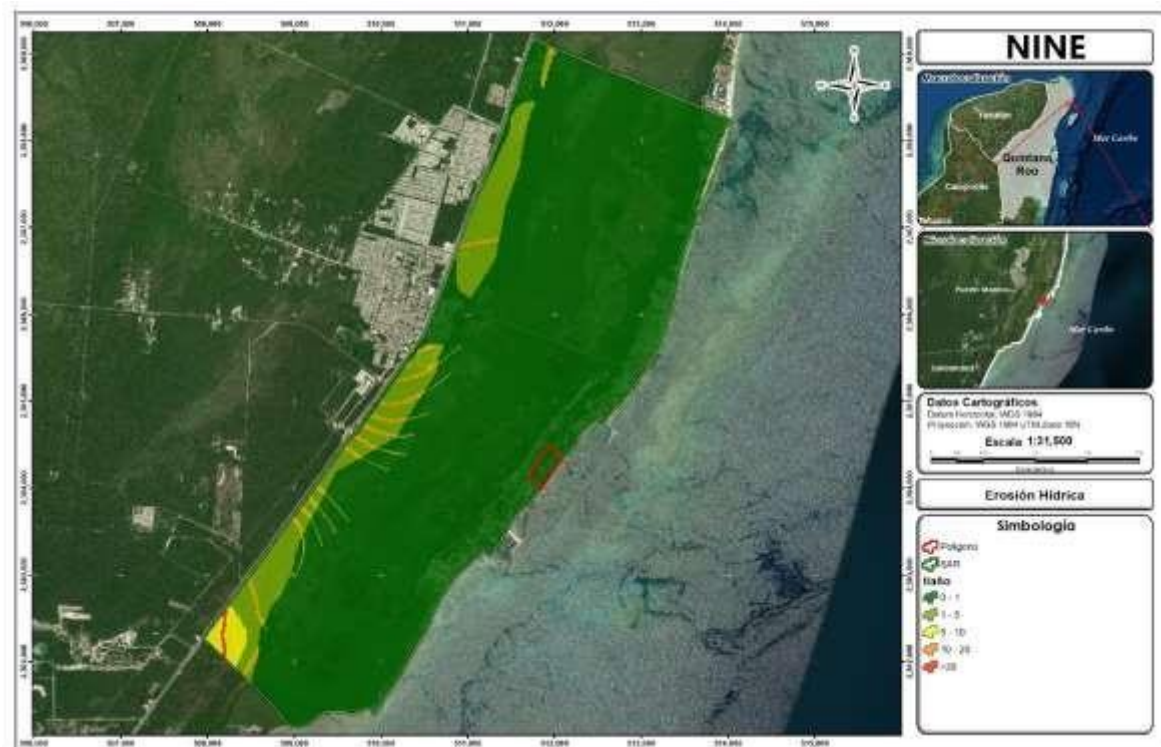


Figura 150 Mapa de la pérdida de suelo hídrica potencial en el SAR y predio del proyecto

### VIII.3. Caracterización medio biótico

Para caracterizar los componentes bióticos, flora y fauna silvestre, se realizaron trabajos de campo y de revisión de literatura, aplicando métodos de muestreo particulares para cada factor y subfactor ambiental.

#### A. Fauna silvestre

Para identificar las especies de fauna presentes en el SAR se escogieron muestreos directos e indirectos. El directo consistió en observación durante recorridos diurnos y crepusculares utilizando las rutas indicadas que incluyen el terreno y cuya orientación y amplitud permitieron un trabajo de campo sistemático y el indirecto fue realizado con la búsqueda de rastros como huellas, excretas, pelo, egagrópilas y cantos.

## Capítulo VIII

Para el muestreo de mamíferos se aplicaron tres métodos diferentes; para estimar la densidad y registrar las especies de roedores se colocaron cuadrículas con 30

trampas tipo Sherman por dos días. Todas las trampas fueron cebadas con una mezcla de avena y crema de cacahuete para atraer y garantizar la captura de los roedores, acumulando un esfuerzo total de 48 h por trampa. Para el registro de especies de mamíferos de talla mediana y grande se dispuso de tres cámaras trampa por cinco días, acumulando un esfuerzo de trapeo de 360 h. Las cámaras se colocaron a una altura promedio de 35 cm y fueron programadas para hacer dos disparos al momento de detectar el movimiento de cualquier tipo de organismo. Unas cámaras fueron cebadas con frutas como atrayente para especies frugívoras y herbívoras y, otras fueron cebadas con vísceras de pollo como atrayente para especies carnívoras. El tercer método empleado fue el identificar rastros que evidenciaran la presencia de especies de mamíferos como huellas de pisadas, excretas, piel, pelo, osamentas, principalmente.

Para caracterizar la avifauna se utilizó el método de conteo por puntos, para ello se seleccionaron sitios aleatoriamente, en cada punto se realizaron observaciones con duración de 30 minutos cada una por tres días. Se observaron y anotaron todos los individuos que se percharon a los alrededores y los que pasaron volando. Las observaciones se realizaron entre las 06:00 a 08:00 h. Estos muestreos directos realizados para cada grupo taxonómico de acuerdo con Jones (1986) y Cherkiss et al. (2005), fueron complementados con recorridos diurnos mediante el uso de transectos lineales aleatorios y el registro de huellas y cualquier otro signo que evidencie la presencia de fauna vertebrada, de tal manera que fue determinado cualquier taxón avistado.

Para la herpetofauna se realizaron recorridos buscando los individuos directamente o evidencias de su presencia, como mudas de piel. Los recorridos se hicieron por la mañana entre las 06:00 a 10:00 h, cuando es más fácil observarlos y capturarlos para su identificación, en caso de ser necesario. Se buscaron en los lugares que usan como madriguera, entre ellos debajo o entre piedras u objetos extraños en el predio, en o debajo de troncos o ramas y entre hojarasca.

## Capítulo VIII

Para interpretar los resultados obtenidos en el trabajo de campo, se analizó la biodiversidad mediante el índice de Shannon- Weaver (también conocido como índice de Shannon – Wiener):

Para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i * \log_2 p_i$$

Donde:

$H'$  = Índice de diversidad de Shannon – Weaver.

$S$  = Número de especies.

$p_i$  = Proporción de la especie  $i$  en la muestra.

Además, se estimó la máxima diversidad esperada, la cual representa una variable estimada tomando en cuenta el total de especies identificadas en el sitio o área de muestreo y representa el valor que se esperaría en el caso de que todas las especies estuvieran representadas por igual número de ejemplares. Se estima a través del logaritmo natural del número total de especies.

$$H'_{m\acute{a}x} = \ln(S)$$

Donde:

$H'_{m\acute{a}x}$  = Diversidad máxima esperada.

$S$  = Número total de especies.

Finalmente, para terminar el análisis del ecosistema se calculó el índice de equitatividad a través de la siguiente fórmula:

$$E = J = H' / H'_{m\acute{a}x}$$

Donde:

$E$  = Equidad ( $J$ : justness = equidad).

$H'$  = Índice de diversidad de Shannon – Weaver.

$H'_{m\acute{a}x}$  = Diversidad máxima esperada.

## Capítulo VIII

Finalmente, para conocer la confiabilidad del trabajo de campo realizado para caracterizar este factor ambiental, se efectuó el análisis de confiabilidad de la muestra con la curva de acumulación de especies obtenida aplicando el método no paramétrico Chao2.

### B. Flora silvestre

Para la descripción de este apartado se procedió a realizar un muestreo de las condiciones de la vegetación tanto en el área de afectación del predio por la ejecución del proyecto, así como en un área de la cuenca con vegetación similar a la del predio. El muestreo por implementar se seleccionó considerando el tipo de vegetación presente en el área, la estructura y composición de la vegetación, su grado de desarrollo y el área del proyecto.

Tomando en cuenta las variables arriba mencionadas y la condición de la vegetación mencionada en el párrafo anterior, se consideró conveniente utilizar un muestreo sistematizado por medio de parcelas rectangulares, ubicando 15 de ellas dentro del predio y área con vegetación forestal a afectar, y 10 en un área dentro del SAR con características similares a las del predio.

Las parcelas rectangulares o fajas se emplean corrientemente en inventarios de bosques naturales. Estas permiten delimitar con facilidad unidades de gran magnitud, a la vez que captan una alta proporción de la variabilidad del bosque. El ancho de las fajas corresponde a una distancia que permita comprobar fácilmente la situación de árboles en el límite, aun en condiciones de visibilidad muy adversas. El ancho de las fajas normalmente varía entre 5 y 20 metros, mientras que su longitud puede ir desde 50 y hasta más de 100 m.

La definición de los estratos de vegetación se determinó tomando en cuenta la altura de las plantas encontradas en el área a muestrear, el diámetro del tallo (el cual se mide a 1.30 m de altura), consistencia del tallo y el grado de ramificación. En la tabla siguiente se presentan la descripción de las variables antes mencionada para poder determinar el estrato vegetal.

## Capítulo VIII

Tabla 109 Criterios de definición de los estratos en la vegetación.

<b>Crecimiento</b>	<b>Altura mínima (m)</b>	<b>Diámetro (cm)</b>	<b>Tallo</b>	<b>Ramificación</b>
<b>Arbóreo</b>	1.3	5 a la altura del pecho	Leñoso	Presente
<b>Arbustivo</b>	0.5	Entre 2 y 10	Leñoso	Desde la base
<b>Herbáceo</b>	0.1	Desde 1 en la base del tallo	Poco resistente o flexible	Presente o ausente

En este caso, en el área del predio cubierta con vegetación de duna costera sujetas al cambio de uso de suelo en terrenos forestales se levantaron 15 sitios rectangulares de 250 m<sup>2</sup> donde se muestreó el estrato arbóreo de la vegetación, para el estrato arbustivo se levantaron 15 subsitios de 50 m<sup>2</sup>, mientras que para el estrato herbáceo se levantaron 15 subsitios de 25 m<sup>2</sup>.

Para complementar la caracterización del tipo de vegetación presente en el predio del proyecto en el área de desplante del proyecto, se seleccionó otra área dentro del SAR con el mismo tipo de vegetación para replicar el muestreo de la vegetación. En este caso se seleccionaron 10 sitios de muestreo de la misma forma que se seleccionaron y muestrearon los 15 sitios dentro del predio del proyecto

Para describir la vegetación se estimaron indicadores que permitieran comparar la diversidad, riqueza y la similitud de los tipos de vegetación y sitios de muestreo. Para evaluar la diversidad se usó desde la variable más simple que es determinar el número de especies identificadas por sitio y a nivel de predio, el índice de Shannon – Weaver, calculado y máximo, y el índice de equidad de Pielou. Para estimar la riqueza se utilizó el método simple de contabilizar el número de ejemplares identificados por especie. Y, para evaluar la similitud entre sitios de muestreo y predio del proyecto con respecto al número y especies identificadas, se usó el coeficiente de similitud de Jaccard. El uso de estos índices es explicado y referenciado por Reyes y Torres-Flores (2009).

El índice de Shannon – Weaver ( $H'$ ) expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra; toma valores que van de cero,

## Capítulo VIII

cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S (número total de especies), cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. Su valor normal está entre 2 y 3, valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 altos en diversidad de especies. Su fórmula para estimar este índice es como se muestra a continuación:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i * \log_2 p_i$$

Donde:

H' = Índice de diversidad de Shannon – Weaver.

S = Número de especies.

$p_i$  = Proporción de la especie i en la muestra.

La máxima diversidad esperada representa es una variable estimada tomando en cuenta el total de especies identificadas en el sitio o área de muestreo y representa el valor que se esperaría en el caso de que todas las especies estuvieran representadas por igual número de ejemplares. Se estima a través del logaritmo natural del número total de especies.

$$H'_{\text{máx}} = \ln(S)$$

Donde:

H' máx = Diversidad máxima esperada.

S = Número total de especies.

El índice de equidad de Pielou (J) es otro de los índices que se usan para evaluar la diversidad considerando la proporción de las especies dentro de las identificadas de la muestra con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, donde 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes. La fórmula para estimarlo es:

## Capítulo VIII

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

Donde:

$J'$  = Índice de equidad de Pielou.

$H'$  = Índice de diversidad de Shannon – Weaver.

$H'_{máx}$  = Diversidad máxima esperada [ $\ln(S)$ ]

Como forma de interpretarlo, un índice de equidad de Pielou de 0.863 indica que las especies de flora reportadas presentan cada una el 86.3% de probabilidad de ser encontradas en el área de muestreo.

Finalmente, el coeficiente de similitud de Jaccard se estimó para determinar la semejanza entre los sitios de muestreo con base a las especies presentes en ellos. De acuerdo con lo mencionado por Reyes y Torres-Flores (2009), este coeficiente es una medida inversa de la diversidad, que se refiere al cambio de especies entre dos sitios. Los valores que toma este coeficiente van de 0, cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1, cuando dos sitios tienen la misma composición de especies. La fórmula para obtenerlo es la siguiente:

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

$I_j$  = Coeficiente de Similitud de Jaccard.

$a$  = Número de especies presentes en el sitio A.

$b$  = Número de especies presentes en el sitio B.

$c$  = Número de especies presentes en ambos sitios A y B (especies en común entre sitios).

La forma de interpretar este coeficiente se puede hacer convirtiendo el resultado obtenido a valor porcentual, donde un valor del 0.135 es igual al 13.5%, lo que significa que existe un 13.5% de similitud de especies entre los sitios comparados.

## Capítulo VIII

La estimación de este coeficiente se consideró importante una vez que se tuvieron los datos de campo y se encontró una amplia variación en la diversidad de especies entre los sitios muestrales. Así, con su estimación se puede comparar la variabilidad, o similitud, florística entre sitios y el predio mismo.

Para demostrar la confiabilidad del muestreo realizado, se hizo un análisis no paramétrico de Chao2 (1984), a través de una curva de acumulación de especies que indique la representatividad del muestreo con base al número de especies muestreadas. Este método usa los datos del muestreo realizado para estimar el número de especies que no fueron detectadas.

### VIII.4. Identificación y evaluación de impactos ambientales

En el presente estudio la metodología empleada para la identificación y evaluación de impactos ambientales consideró tres niveles. En el primero se identificaron las potenciales interacciones proyecto-ambiente, para posteriormente realizar una caracterización preliminar que permitió el cribado de éstas, seleccionando aquellas que requirieran de una valoración más detallada. En el segundo nivel se identificaron los principales impactos a través de una matriz de interacciones. Y, en el tercer y último nivel, se efectuó una evaluación de los impactos identificados mediante la utilización de la metodología semicuantitativa de escala de niveles de impacto formulada por Espinoza (2002). La tabla siguiente muestra la secuencia de aplicación de la metodología empleada para la identificación y evaluación de los impactos ambientales potenciales a generarse por la ejecución del proyecto.

Tabla 110 Etapas del proceso y métodos empleados para la identificación y evaluación de los impactos ambientales potenciales a generarse por el desarrollo del proyecto.

<b>Etapas del proceso de identificación y evaluación</b>	<b>Técnica empleada</b>
	Revisión de matrices genéricas preexistentes de relación causa – efecto (Tipo Leopold).



## Capítulo VIII

<b>Etapa del proceso de identificación y evaluación</b>	<b>Técnica empleada</b>
<b>Identificación de las acciones del proyecto y factores ambientales</b>	·Lista de chequeo.
<b>Identificación de interacciones entre acciones del proyecto y elementos ambientales</b>	·Matriz de relación causa – efecto (Tipo Leopold).
	·Sobreposición de mapas.
<b>Jerarquización de impactos ambientales significativos</b>	·Valorización y cribado y descripción de los impactos.

Con el fin de auxiliar en la identificación de los componentes y factores que serían potencialmente afectados por el proyecto, de manera auxiliar se empleó la metodología de sobreposición de mapas, la cual es clasificada como un método gráfico. Como parte de este análisis, se sobrepusieron las obras involucradas sobre la carta de cobertura vegetal y uso del suelo con la finalidad de poder determinar la condición o factor ambiental por afectar por obra del proyecto.

Una vez detectados los componentes, factores y atributos ambientales potenciales de verse afectados por la ejecución de las obras y actividades del proyecto, tratando de subsanar las deficiencias de las técnicas empleadas, ya en la fase de identificación de los impactos ambientales, dentro del proceso de evaluación, se empleó el método matricial (Tipo Leopold) causa – efecto (Forcada, 2000).

Como tercer paso del proceso de identificación y evaluación de impactos por el proyecto, se aplicó la metodología semicuantitativa de escala de niveles de impacto formulada por Espinoza (2002). Para su aplicación se consideraron los siguientes niveles:

A. Para impactos ambientales adversos:

- a) Compatible: La acrecencia de impacto o la recuperación inmediata tras el cese de la acción. No necesitan prácticas mitigadoras.

## Capítulo VIII

b) Moderado: La recuperación de las condiciones iniciales requiere cierto tiempo. Se precisan prácticas de mitigación simple.

c) Severo: La magnitud del impacto exige, para la recuperación de las condiciones, la adecuación de medidas ambientales específicas.

### B. Para impactos ambientales positivos:

a) Alto: Tienden a mejorar las condiciones de los componentes previo al desarrollo de las obras y/o actividades generadoras de impactos.

b) Medio: Logran recuperar de manera similar las condiciones de los componentes ambientales, a las prevalecientes previo a la ejecución de la acción que originó la afectación.

c) Bajo: No representan un gran beneficio para el ambiente, sin embargo, no se descarta su ejecución.

Para la obtención del valor del impacto se aplica la siguiente fórmula:

$$V.I. = C (P + I + O + E + D + R)$$

Donde:

V.I. = Valor del impacto. C = Carácter del impacto.

P = Grado de perturbación (representa la afectación prevaleciente en el medio ambiente).

I = Importancia (desde el punto de vista de los recursos naturales y la calidad ambiental).

O = Riesgo de ocurrencia (entendido como la probabilidad que los impactos estén presentes).

E = Extensión (se refiere a la superficie involucrada). D = Duración (tiempo de permanencia del impacto).

R = Reversibilidad (la capacidad de volver a las condiciones iniciales).

## Capítulo VIII

Cada uno de los factores que se consideraron en la valoración del impacto recibió un valor cuantitativo que estuvo entre 1 y 3, dependiendo del número de alternativas (criterios) para calificarlo, como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 111 Valores asignados por criterios considerados para la determinación del valor del impacto.

<b>Criterio</b>	<b>Valor asignado por clasificación</b>		
<b>Carácter</b>	Positivo (1)	Negativo (-1)	---
<b>Perturbación</b>	Importante (3)	Regular (2)	Escasa (1)
<b>Importancia</b>	Alta (3)	Media (2)	Baja (1)
<b>Ocurrencia</b>	Muy probable (3)	Probable (2)	Poco probable (1)
<b>Extensión</b>	Regional (3)	Local (2)	Puntual (1)
<b>Duración</b>	Permanente (3)	Media (2)	Corta (1)
<b>Reversibilidad</b>	Irreversible (3)	Parcial (2)	Reversible (1)

Las amplitudes, para determinar el nivel del impacto, son:

- Severo y alto:  $\geq (- o +) 15$
- Moderado y Medio:  $(- o +) 15 \geq (- o +) 9$
- Compatible y bajo:  $\leq (- o +) 9$

Una vez aplicado la fórmula antes descrita y obtenidas las amplitudes, se clasificaron los impactos de acuerdo con los rangos mencionados. Con la valoración terminada, se realizó el cribado de impactos, para enfocarse a describir los impactos ambientales más relevantes, que para nuestro caso fueron los clasificados como moderados y severos.

## Capítulo VIII

Para mantener coherencia entre los impactos ambientales potenciales a generarse por el desarrollo del proyecto y las medidas ambientales a implementarse, se retomó la tabla de evaluación de impactos para definir, por etapa de desarrollo y número de impacto ambiental, la medida ambiental a implementar para prevenirlo, mitigarlo y/o compensarlo.

### VIII.5.Métodos fotogramétricos

El principal objetivo de la fotogrametría es procesar imágenes para crear modelos tridimensionales texturizados y nubes de puntos con muy poca o nula distorsión geométrica; así como una correcta referencia geográfica. Los pasos requeridos para un correcto proceso fotogramétrico son:

- Adquisición de fotografías.
- Alineación de fotografías.
- Generación de nubes superdensas de puntos.
- Generación de modelos numéricos o triangulación.
- Generación de ortofotos.
- Incorporación de resultados en CAD.

En general la teoría en la que se fundamenta la fotogrametría moderna se denomina como: "Structure from motion (SfM)<sup>18</sup>".

SfM es una técnica de fotogrametría para estimar estructuras tridimensionales a partir de secuencias de imágenes bidimensionales que pueden acoplarse con control terrestre local. Se estudia en los campos de la visión por computadora y la percepción visual. SfM se refiere al fenómeno por el cual se puede recuperar la estructura 3D de un campo en movimiento 2D a través del proyectado de un objeto o escena en movimiento.

---

<sup>18</sup> S. Ullman (1979). "The interpretation of structure from motion". Proceedings of the Royal Society of London. 203 (1153): 405–426.

## Capítulo VIII

Encontrar la estructura del movimiento (SfM) presenta un problema similar a encontrar la estructura de la visión estereoscópica. En ambos casos, es necesario encontrar la correspondencia entre las imágenes y la reconstrucción del objeto 3D.

Para encontrar la correspondencia entre las imágenes, ubicar características como las esquinas (bordes con gradientes en múltiples direcciones) se rastrean de una imagen a la siguiente. Uno de los detectores de características más utilizados es la “*Transformación de características invariables a la escala*” (SIFT)<sup>19</sup> misma que emplea los máximos de una pirámide de diferencia de gaussianos (DOG) como características. El primer paso en SIFT es encontrar una dirección de gradiente dominante para hacerlo invariante en rotación. Posteriormente el descriptor se gira para ajustarse a esta orientación y generar la escena. Otro detector de características comunes es el SURF (*speeded-up robust features*)<sup>20</sup>. En SURF<sup>21</sup>, el diferenciador de gaussianos (DOG) se reemplaza con un detector de conjuntos basado en una matriz Hessiana. Además, en lugar de evaluar los histogramas de gradiente, SURF calcula las sumas de los componentes de gradiente y las sumas de sus valores absolutos<sup>22</sup>. Actualmente se busca mejorar los algoritmos para la estructura del movimiento mediante curvas generales, parte de una tecnología conocida como SfM "sin sentido"<sup>23,24</sup> útil cuando las características de los puntos son insuficientes y común en ambientes artificiales<sup>25</sup>.

---

<sup>19</sup> D. G. Lowe (2004). "Distinctive image features from scale-invariant keypoints". *International Journal of Computer Vision*. 60 (2): 91–110.

<sup>20</sup> H. Bay; T. Tuytelaars & L. Van Gool (2006). "Surf: Speeded up robust features". 9th

<sup>21</sup> H. Bay; T. Tuytelaars & L. Van Gool (2006). "Surf: Speeded up robust features". 9th European Conference on Computer Vision.

<sup>22</sup> K. Häming & G. Peters (2010). "The structure-from-motion reconstruction pipeline – a survey with focus on short image sequences". *Kybernetika*. 46 (5): 926–937.

<sup>23</sup> Nurutdinova, Andrew; Fitzgibbon, Andrew (2015). "Towards Pointless Structure from Motion: 3D reconstruction and camera parameters from general 3D curves" (PDF). *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision*

<sup>24</sup> Fabbri, Ricardo; Giblin, Peter; Kimia, Benjamin (2012). "Camera Pose Estimation Using First-Order Curve Differential Geometry" (PDF). *Lecture Notes in Computer Science (ECCV 2012)*. *Lecture Notes in Computer Science*. 7575: 231–244.

<sup>25</sup> Apple, ARKIT team (2018). "Understanding ARKit Tracking and Detection" WWDC.

## Capítulo VIII

Una vez identificados puntos en común, las geometrías detectadas de todas las imágenes se combinarán. El algoritmo de coincidencia que rastrea características de una imagen a otra, empleado en el presente estudio es el rastreador Lukas-Kanade<sup>26</sup>

El algoritmo anterior, se corrige, ya que a veces, algunas de las geometrías coincidentes no empatan. Es por lo que la alineación generada se filtra empleando el método RANSAC (muestra aleatoria de consenso) que es un algoritmo que se usa generalmente para eliminar las correspondencias de valores atípicos. En el artículo de Fischler y Bolles, RANSAC se utiliza para resolver el problema de determinación de ubicación (LDP), donde el objetivo es determinar los puntos en el espacio que se proyectan en una imagen en un conjunto de puntos de referencia con ubicaciones conocidas.<sup>27</sup>

Los vectores de las geometrías a lo largo del tiempo se utilizan para reconstruir sus posiciones 3D y el movimiento de la cámara<sup>28</sup>.

La fotogrametría mediante SfM con vista multi estéreo proporciona modelos de forma terrestre a hiperescala por medio de imágenes adquiridas desde drones apoyado de una red de puntos de control terrestre. La técnica no está limitada en frecuencia temporal y proporciona datos de nubes de puntos comparables en densidad y precisión a los generados por el escaneo láser terrestre y aéreo a una fracción del costo<sup>29,30,31</sup>. La fotogrametría SfM, también es útil en entornos remotos o accidentados donde el escaneo

---

<sup>26</sup> B. D. Lucas & T. Kanade. "An iterative image registration technique with an application to stereo vision". Ijcai81.

<sup>27</sup> M. A. Fischler & R. C. Bolles (1981). "Random sample consensus: a paradigm for model fitting with applications to image analysis and automated cartography". *Commun. ACM.* 24 (6): 381–395

<sup>28</sup> F. Dellaert; S. Seitz; C. Thorpe & S. Thrun (2000). "Structure from Motion without Correspondence" (PDF). *IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition.*

<sup>29</sup> Westoby, M. J.; Brasington, J.; Glasser, N. F.; Hambrey, M. J.; Reynolds, J. M. (2012-12-15). "'Structure-from-Motion' photogrammetry: A low-cost, effective tool for geoscience applications". *Geomorphology.* 179: 300–314.

<sup>30</sup> James, M. R.; Robson, S. (2012-09-01). "Straightforward reconstruction of 3D surfaces and topography with a camera: Accuracy and geoscience application". *Journal of Geophysical Research: Earth Surface.* 117 (F3): F03017.

<sup>31</sup> Fonstad, Mark A.; Dietrich, James T.; Courville, Brittany C.; Jensen, Jennifer L.; Carbonneau, Patrice E. (2013-03-30). "Topographic structure from motion: a new development in photogrammetric measurement" (PDF). *Earth Surface Processes and Landforms.* 38 (4): 421–430.

## Capítulo VIII

láser terrestre está limitado por la portabilidad del equipo y el escaneo láser aerotransportado está limitado por la rugosidad del terreno que causa la pérdida de datos y el acortamiento de la imagen.

La técnica se ha aplicado en muchos entornos, como ríos<sup>32</sup>, terrenos baldíos<sup>33</sup>, costas arenosas <sup>34</sup>, <sup>35</sup>, zonas de fallas <sup>36</sup>, deslizamientos de tierra <sup>37</sup> y entornos de arrecifes de coral <sup>38</sup>.

SfM también se ha aplicado con éxito para la caracterización de masas de roca a través de la determinación de algunas propiedades como la orientación<sup>39</sup>, persistencia, etc. de discontinuidades.<sup>40</sup>.

La técnica ofrece oportunidades emocionantes para caracterizar la topografía de la superficie con detalles sin precedentes y, con datos multitemporales, detectar cambios

---

<sup>32</sup> Javernick, L.; Brasington, J.; Caruso, B. (2014). "Modeling the topography of shallow braided rivers using Structure-from-Motion photogrammetry". *Geomorphology*. 213: 166–182.

<sup>33</sup> Smith, Mark William; Vericat, Damià (2015-09-30). "From experimental plots to experimental landscapes: topography, erosion and deposition in sub-humid badlands from Structure-from-Motion photogrammetry" (PDF). *Earth Surface Processes and Landforms*. 40 (12): 1656–1671.

<sup>34</sup> Goldstein, Evan B; Oliver, Amber R; deVries, Elsemarie; Moore, Laura J; Jass, Theo (2015-10-22). "Ground control point requirements for structure-from-motion derived topography in low-slope coastal environments". *PeerJ PrePrints*.

<sup>35</sup> Mancini, Francesco; Dubbini, Marco; Gattelli, Mario; Stecchi, Francesco; Fabbri, Stefano; Gabbianelli, Giovanni (2013-12-09). "Using Unmanned Aerial Vehicles (UAV) for High-Resolution Reconstruction of Topography: The Structure from Motion Approach on Coastal Environments". *Remote Sensing*. 5 (12): 6880–6898.

<sup>36</sup> Johnson, Kendra; Nissen, Edwin; Saripalli, Srikanth; Arrowsmith, J. Ramón; McGarey, Patrick; Scharer, Katherine; Williams, Patrick; Blisniuk, Kimberly (2014-10-01). "Rapid mapping of ultrafine fault zone topography with structure from motion". *Geosphere*. 10 (5): 969–986.

<sup>37</sup> Del Soldato, M.; Riquelme, A.; Bianchini, S.; Tomàs, R.; Di Martire, D.; De Vita, P.; Moretti, S.; Calcaterra, D. (2018-06-06). "Multisource data integration to investigate one century of evolution for the Agnone landslide (Molise, southern Italy)". *Landslides*. 15 (11): 2113–2128.

<sup>38</sup> Bryson, Mitch; Duce, Stephanie; Harris, Dan; Webster, Jody M.; Thompson, Alisha; Vila-Concejo, Ana; Williams, Stefan B. (2016). "Geomorphic changes of a coral shingle cay measured using Kite Aerial Photography". *Geomorphology*. 270: 1–8.

<sup>39</sup> Riquelme, A.; Cano, M.; Tomás, R.; Abellán, A. (2017-01-01). "Identification of Rock Slope Discontinuity Sets from Laser Scanner and Photogrammetric Point Clouds: A Comparative Analysis". *Procedia Engineering*. 191: 838–845.

<sup>40</sup> Jordá Bordehore, Luis; Riquelme, Adrian; Cano, Miguel; Tomás, Roberto (2017-09-01). "Comparing manual and remote sensing field discontinuity collection used in kinematic stability assessment of failed rock slopes". *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*. 97: 24–32

## Capítulo VIII

de elevación, posición y volumétricos que son sintomáticos de los procesos de la superficie terrestre. La fotogrametría SfM se puede colocar, hoy en día, en el contexto de otros métodos de topografía digital.