DTU-B

HOTEL THE VIEW

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"

CANCUN, QUINTANA ROO
2025

ÍNDICE

PRESENTACIÓN **7**

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO MODALIDAD B. **8**

1. DATOS DEL PROYECTO 8
1.1. Nombre del proyecto. *8*
1.2. Ubicación (dirección) del proyecto. *8*
1.3. Duración del proyecto. *8*
2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 8
2.1. Nombre o razón social. *8*
2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente. *8*
2.3. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones. *8*
3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO 9
3.1. Nombre del responsable Técnico del Documento Técnico Unificado en materia de Forestal e impacto ambiental. *9*
3.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP *9*
3.3. Dirección del responsable técnico del documento. *9*
3.4. Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo. *9*

II. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO. **10**

1. NATURALEZA Y OBJETIVO DEL PROYECTO 10
2. UBICACIÓN DEL PROYECTO. 13
3. SUPERFICIE REQUERIDA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO 15
4. URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS 21
4.1. Suministro de Servicios *21*
4.2. Energía eléctrica *21*
4.3. Drenaje: *22*
4.4. Agua. *22*
4.5. Uso de agua para el Hotel The View *22*
4.6. Disposición de residuos: *24*
4.7. Telefonía, voz y datos: *24*
4.8. Transporte: *24*
5. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO. 24
5.1. Superficie de afectación *24*
5.2. Hotel *26*
5.3. Otras instalaciones *38*
6. OBRAS Y ACTIVIDADES QUE SE REALIZARÁN 39
6.1. Preparación del sitio. *39*
6.2. Etapa de construcción. *40*
6.2.1. Materiales de construcción a utilizar. *41*
6.2.2. Requerimientos de mano de obra durante la etapa de construcción. *42*

6.2.3. Requerimientos de equipos durnte la construcción *43*
6.2.4. Obras y/o servicios de apoyo o provisionales del proyecto. *43*
6.3. Operación y mantenimiento *44*
6.4. Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera *44*
6.4.1. Actividades Generales *45*
6.4.2. Actividades Específicas *45*
6.4.2.1. Residuos Sólidos *45*
6.4.2.2. Residuos Líquidos *46*
6.4.2.3. Residuos Peligrosos *47*
6.4.2.4. Residuos. *47*
6.5. Desmantelamiento y abandono. *49*
7. PROGRAMA DE TRABAJO 50
8. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO. 51
8.1. Volumen total estimado por unidad de superficie *51*
8.1.1. Volumen en vegetación de duna costera *51*
8.2. Volumen de aprovechamiento *54*
8.2.1. Volumen de aprovechamiento en vegetación de duna costera *54*
8.2.2. Parámetros estimados por estrato, especie y tipo de vegetación aplicando CUSTF en vegetación de duna costera. *54*
9. ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DEL SUELO. 56
9.1. Carbón Vegetal *57*
9.2. Madera para aserrío y palizada *58*
9.2.1. Madera de Aserrío *58*
9.2.1.1. Aserrío de individuos de Vegetación de duna Costera *58*
9.2.1.2. Volúmen de aserrío de individuos de Vegetación de Duna Costera *59*
9.2.1.3. Valor total de madera de Aserrío *59*
9.2.1.4. Palizada de individuos de vegetación de Duna Costera *59*
9.2.1.5. Valor total de la palizada *60*
9.2.2. Valor total de productos maderables *61*
9.3. Tierra vegetal *61*
9.4. Captura de carbono *62*
9.5. Chicle *66*
9.6. Plantas de ornato. *66*
9.7. En resumen *67*

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO. **68**

1. ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES 68
1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) *68*
1.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. *70*
1.3. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) *72*
1.4. Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servicios públicos que se señalan *75*
1.5. Ley General de Vida Silvestre (LGVS) *76*

1.6. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos ... 77
2. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET). ... 78
2.1. Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. 78
2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. ... 121
3. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS ... 122
3.1. Áreas naturales protegidas ... 122
3.2. Regiones Terrestres Prioritarias ... 123
3.3. Regiones Hídricas Prioritarias ... 123
3.4. Regiones Marinas Prioritarias ... 124
3.5. Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS) ... 128
3.6. Sitios de Manglar con Relevancia Biológica y con Necesidades de Rehabilitación Ecológica. ... 128
4. NORMAS OFICIALES MEXICANAS ... 133
4.1. Ley General de Vida Silvestre en su artículo 60 TER y Norma Oficial exicana NOM-022-SEMARNAT-2003 .. 133
4.2. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 ... 180
4.3. Norma oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011 ... 181
5. PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO (PDU). ... 182
6. OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR ... 184
6.1. Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo. ... 184
7. CONCLUSIONES ... 187

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. ... 188

1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO ... 188
2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SA. ... 194
2.1. Medio abiótico. ... 196
2.1.1. Clima ... 196
2.1.2. Fisiografía ... 202
2.1.3. Geomorfología ... 202
2.1.4. Relieve: ... 206
2.1.5. Suelo. ... 207
2.1.6. Hidrología ... 213
2.1.6.1. Hidrología superficial. ... 213
2.1.6.2. Hidrología Subterránea ... 214
2.2. Medio biótico. ... 218
2.2.1. Vegetación. ... 218
2.2.1.1. Diseño de muestreo ... 223
2.2.1.2. Forma y tamaño de los sitios. ... 223
2.2.1.3. Intensidad de muestreo ... 223
2.2.1.4. Parámetros considerados. ... 224
2.2.1.5. Procesamiento de la información ... 225
2.2.1.6. Estimaciones realizadas ... 225
2.2.1.7. Caracterizando la vegetación. ... 225
2.2.1.8. Indicadores de Diversidad. ... 226
2.2.1.9. Indicadores de Estructura ... 226
2.2.1.10. Parámetros específicos ... 227
2.2.1.11. Los principales resultados ... 227
2.2.1.11.1. Vegetación de duna costera (Matorral Costero) en el SA ... 228

2.2.1.11.1.1. Especies y familias botánicas (Índice de riqueza de especies) *228*
2.2.1.11.1.2. Índices de Riqueza específica, de Simpson, de Shannon. *231*
2.2.1.11.1.3. Índice de Valor de Importancia *231*
2.2.1.11.1.4. Abundancia y densidad de arbolado *236*
2.2.1.11.1.5. Diámetros *237*
2.2.1.11.1.6. Alturas *239*
2.2.1.11.1.7. Área basal *241*
2.2.1.11.1.8. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 ..... *242*
2.2.2. Fauna silvestre en el SA *242*
2.2.2.1. Antecedentes y fuentes de información. *242*
2.3. Medio socioeconómico. *252*
2.3.1. Demografía *252*
2.3.2. Vivienda *252*
2.3.3. Migración *253*
2.3.4. Población económicamente activa *253*
2.3.5. Educación *254*
2.3.6. Salud *254*
2.3.7. Estratos de ingreso de la población *255*
2.3.8. Economía basada en el Turismo *255*
2.4. Paisaje *256*
3. SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PROPUESTO. 257
3.1. De los beneficios a la sociedad. *260*
3.2. De la problemática actual *262*
3.3. Las experiencias en México por pago de servicios ambientales. *264*
3.4. La estimación del valor de pérdida de los servicios ambientales del proyecto *264*
3.4.1. La provisión de agua en cantidad y calidad suficientes. *266*
3.4.2. La captura de carbono *281*
3.4.3. Captura de contaminantes y componentes naturales *288*
3.4.4. Generación de oxígeno: *290*
3.4.5. La regulación del clima y el Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales. *291*
3.4.6. La protección a la biodiversidad de los ecosistemas y las formas de vida. *293*
3.4.7. La protección y conservación de suelo. *296*
3.4.8. Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales. *309*
3.4.9. Alteración de la calidad paisajística original del Predio. *310*
4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 311

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 313

1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS 313
1.1. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 314
1.1.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR IMPACTOS AL AMBIENTE. 315
2. IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES DEL ENTORNO SUSCEPTIBLES A RECIBIR IMPACTOS. 316
2.1.1. IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES DE CAMBIO: 316
3. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS 319
3.1. MATRIZ DE INTERACCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES. 322
3.2. MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES. 323
3.3. MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 323
3.4. MATRIZ DE INTERACCIONES SIMPLE 326
3.5. MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 328

4. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR ETAPA. 332
5. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS 335
6. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR FACTOR AMBIENTAL. 351
7. CONCLUSIONES. 376

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO. 378

1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA 378
1.1. La Biodiversidad de los ecosistemas afectados por el CUSTF se mantiene. 378
1.1.1. Tipo de Vegetación en el predio 379
1.1.2. Metodología del inventario forestal en el predio del proyecto 382
1.1.2.1. Diseño de muestreo 382
1.1.2.2. Forma y tamaño de los sitios. 382
1.1.2.3. Intensidad de muestreo 383
1.1.2.4. Parámetros considerados. 384
1.1.2.5. Procesamiento de la información 385
1.1.2.6. Estimaciones realizadas 385
1.1.3. Caracterizando la vegetación. 385
1.1.3.1. Indicadores de Diversidad. 386
1.1.3.2. Indicadores de Estructura 386
1.2. Descripción de la cobertura de vegetación en el predio 388
1.2.1.1. Vegetación de duna costera. 388
1.2.1.1.1. Especies y familias botánicas (Índice de riqueza de especies) en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO. 388
1.2.1.1.2. Función de acumulación de especies por sitio y estrato en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO. 392
1.2.1.1.3. Índices de Riqueza específica, de Simpson y de Shannon-Wiener en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO. Diversidad Alpha. 393
1.2.1.1.4. Diversidad Beta. Comparación de diversidad entre muestras CUSTF vs SA 394
1.2.1.1.4.1. Comparación de índices de diversidad, de Simpson y de Shannon-Wiener 394
1.2.1.1.4.2. Comparación de índice de Shannon de las muestras de CUSTF y SA para determinar si son estadísticamente iguales o no. 395
1.2.1.1.5. Índice de Valor de Importancia en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO. 396
1.2.1.1.6. Abundancia y densidad de arbolado en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA DEL PREDIO. 399
1.2.1.1.7. Diámetros en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO 401
1.2.1.1.8. Alturas en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO. 403
1.2.1.1.9. Área basal en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO. 404
1.2.1.1.10. . Especies forestales con estatus. 406
1.2.1.1.11. Propuesta de rescate de flora 406
1.2.1.1.11.1. Identificación de especies compartidas CUSTF y SA y especies ausentes en SA 406
1.2.1.1.11.2. Propuesta de especies de flora para rescate 407
1.3. Conclusiones respecto al cumplimiento del supuesto de que la BIODIVERSIDAD SE MANTIENE EN LOS ECOSISTEMAS AFECTADOS POR EL CUSTF. 411
1.4. Se mitigan los efectos negativos del CUSTF por la erosión del suelo. 414
1.5. Se mitigan los efectos negativos del CUSTF en la captura y calidad del agua. 431
1.6. Se mitigan los efectos negativos en la capacidad de captura de carbono 449
2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL 454

VII. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 455

1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA O SISTEMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN. 455
2. APLICACIÓN DE MEDIDAS 458
3. MEDIDAS GENERALES 458
4. MEDIDAS ESPECÍFICAS. 462
   - ***4.1. Estrategias para mitigar los impactos al Aire.*** *462*
   - ***4.2. Estrategias para Mitigar los impactos a la Topografía.*** *464*
   - ***4.3. Estrategias para Mitigar los Impactos en el suelo*** *465*
   - ***4.4. Estrategias para mitigar los impactos al factor Agua.*** *467*
   - ***4.5. Estrategias para mitigar los impactos al factor Paisaje.*** *469*
   - ***4.6. Estrategias para mitigar los impactos al factor Flora.*** *469*
   - ***4.7. Estrategias para mitigar los impactos al factor Fauna.*** *472*
   - ***4.8. Estrategias para minimizar el impacto al incremento de residuos.*** *473*
   - ***4.9. Estrategias para minimizar el impacto en la demanda de servicios.*** *475*
5. MEDIDAS ESPECÍFICAS PARA CUMPLIR CON LOS SUPUESTOS DEL ARTÍCULO 93 DE LA LGDFS. 477
   - ***5.1. MEDIDAS QUE SE CONSIDERAN PARA GARANTIZAR QUE SE MITIGAN EFECTOS NEGATIVOS OCASIONADOS POR EL CUSTF EN EL DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA O LA DISMINUCIÓN EN SU CAPTACIÓN.*** *477*
   - ***5.2. MEDIDAS QUE SE CONSIDERAN PARA GARANTIZAR QUE SE MITIGAN LOS EFECTOS NEGATIVOS DEL CUSTF EN LA PÉRDIDA DE SUELOS*** *477*
   - ***5.3. MEDIDAS QUE SE CONSIDERAN PARA GARANTIZAR QUE SE MITIGAN LOS EFECTOS NEGATIVOS DEL CUSTF EN LA CAPTURA DE CARBONO*** *478*
   - ***5.4. MEDIDAS A CONSIDERAR PARA GARANTIZAR QUE LA BIODIVERSIDAD DE LOS ECOSISTEMAS AFECTADOS POR EL CUSTF SE MANTIENE.*** *478*
6. IMPACTOS RESIDUALES. 479
7. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO 479

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. 480

1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO. 480
2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO 481
3. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN. 482
4. PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL. 483

IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES 484

1. PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN. 484
2. CARTOGRAFÍA 484
3. FOTOGRAFÍAS. 484
4. VIDEOS 484
5. OTROS ANEXOS 485
6. MEMORIAS 485

PRESENTACIÓN

El presente Documento Técnico Unificado Modalidad "B" está realizado con el objetivo de realizar en un mismo trámite, de acuerdo a los establecido en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, ante la SEMARNAT, el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como la construcción y la operación, en materia ambiental, para el desarrollo de un proyecto turístico hotelero denominado en adelante "Hotel The View" ubicado en el Lote 3 de la Tercera Etapa de la Zona Hotelera de la Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

El trámite de cambio de uso del suelo se sustenta en materia forestal, de acuerdo a lo estipulado en el artículo 93 de la LGDFS, mientras que, en materia ambiental, en el artículo 12 de la LGEEPA y su respectivo Reglamento.

De esta manera y en base al Decreto publicado el 22 de diciembre de 2010 en el que se establece la procedencia de realizar un trámite único en materia forestal y ambiental para el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como la construcción y operación del proyecto, se ha realizado y estructurado el presente DTU modalidad "B".

Considerando lo anterior y las competencias en materia de evaluación de impacto ambiental de orden federal, es que este DTU Modalidad "B" se presenta para su valoración en lo referente al cambio de uso del suelo, en materia forestal, así como en la remoción de vegetación, la construcción y la operación, en materia ambiental.

Así las cosas, el presente DTU modalidad "B", se ha estructurado tomando en cuenta el "INSTRUCTIVO PARA LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD "B", emitido por la SEMARNAT como una guía para verter la información necesaria para la evaluación del proyecto.

La promovente desea hacer patente a la Autoridad, el interés de cumplir con las disposiciones ambientales que permitan obtener la autorización en materia ambiental y en materia forestal para su cambio de uso del suelo, construcción y operación del proyecto.

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO MODALIDAD B.

1. Datos del proyecto

1.1. Nombre del proyecto.

"Hotel The View"

1.2. Ubicación (dirección) del proyecto.

Lote 3 turístico, Mz. 60, Sección A, 3era. Etapa de la Zona Hotelera de Cancún, Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Júarez, Quintana Roo.

1.3. Duración del proyecto.

Se considera una etapa de preparación del sitio y construcción de 5 años, y 100 años de operación.

2. Datos generales del promovente

2.1. Nombre o razón social.

Hogares Vivenda S.A. de C.V.

2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

2.3. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

3. Responsable de la elaboración del documento técnico unificado

3.1. Nombre del responsable Técnico del Documento Técnico Unificado en materia de

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

3.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

3.3. Dirección del responsable técnico del documento.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

3.4. Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

En el anexo de documentación se integra la copia de la credencial de elector

II. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

1. Naturaleza y Objetivo del Proyecto.

El predio donde se pretende realizar el proyecto "Hotel The View" corresponde al Lote 3 turístico, Mz. 60, Sección A, 3era. Etapa de la Zona Hotelera de Cancún, Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Júarez, Quintana Roo.

El proyecto que se propone consiste en un hotel con 456 cuartos distribuidos en 15 niveles. Se contará con áreas de servicios y mantenimiento, en las cuales se tendrán: cocina, comedor de empleados, almacenes, cisternas, ama de llaves, sanitarios, andenes, cuarto de basura, área de mantenimiento, seguridad, uniformes, lavandería actividades y wedding planning. Al mismo tiempo, el proyecto contará con restaurantes de especialidades y un sport bar, y áreas públicas como albercas y asoleaderos, escaleras y elevadores, estacionamiento techado y no techado, vialidades de acceso, pasillos interiores, habitaciones, áreas ajardinadas y áreas de conservación.

El proyecto se desplantará en un predio donde se desarrolla vegetación de duna costera en su totalidad. Las obras se desplantarán después del primer cordón de dunas y sólo se aprovechará vegetación de duna costera, por lo que el presente estudio, tiene como objetivo solicitar la autorización en materia forestal para realizar el cambio de uso de suelo de terrenos forestales (CUSTF), así como la autorización en materia de impacto ambiental para llevar a cabo las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto, las cuales se realizarán en total apego a lo establecido en la normatividad ambiental vigente.

El predio cuenta con una superficie total de **2.462 ha (24,628.19 m^2)** de las cuales se aprovecharán con el desplante del proyecto 1.4480 ha (14,480.0 m^2), superficie que se somete a cambio de uso de suelo y que representa el 58.81% del predio.

El proyecto contempla una superficie de C.O.S. (obras techadas) de 0.984 ha (9,840.0 m2) equivalente al **39.97%** de la superficie del predio, el cual, se encuentra por debajo de lo permitido, esto de acuerdo al Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez, Quintana Roo 2018-2030 que le permite el 40%. Tambien se cuenta con una constancia de uso de suelo emitido por la Dirección de Planeación y Normatividad Urbana número MBJ/24/01/CUS/0127/2025 de fecha de 20 de febrero de 2025 (**Anexo 1**) que le permite el 40%.

De la superficie sujeta a cambio de uso de suelo, la correspondiente a la vialidad y accesos a playa, serán construidos a base de hidrocreto. Por lo que, en conjunto con las áreas ajardinadas y las de conservación serán áreas permeables.

Se considera una superficie de construcción de 65,996.30 m^2, distribuida de planta baja hasta 15 niveles.

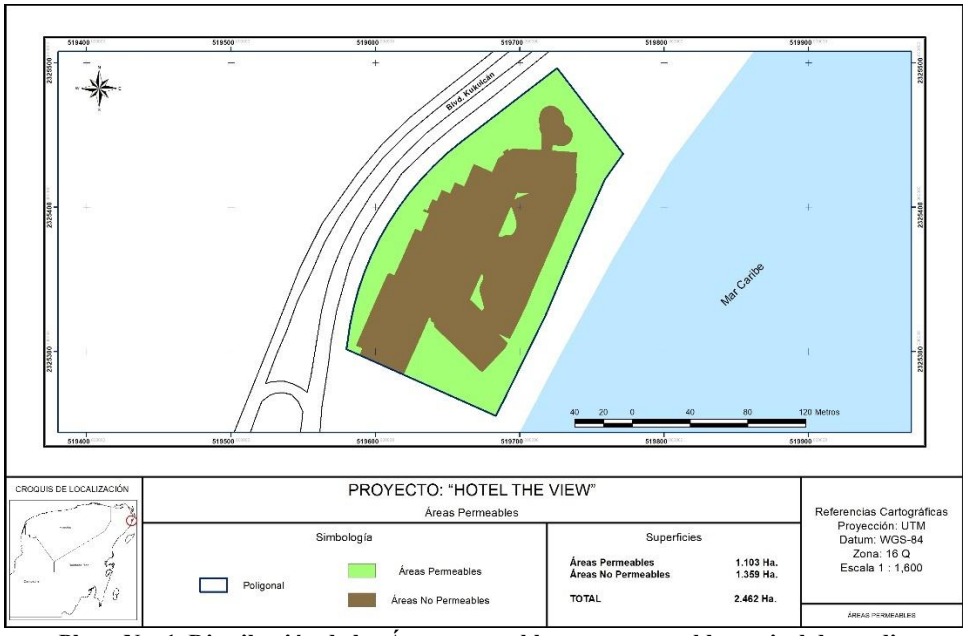
Cuadro No. 1. Superficies de aprovechamiento del hotel.

Obras	Concepto	Superficie (m^2)	Superficie (ha)	%
Techado	Almacenes	320.00	0.028	1.30
	Ama de Llaves	120.00	0.012	0.49
	Cisterna	30.00	0.003	0.12
	Cocina	1030.00	0.103	4.18
	Cuarto de Basura	50.00	0.005	0.20
	Estacionamiento	2250.00	0.225	9.14
	Gym	310.00	0.031	1.26
	Lavandería	50.00	0.005	0.20
	Mantenimiento	110.00	0.011	0.45
	Oficinas	50.00	0.005	0.20
	Pasillos y Andadores Techados	2100.00	0.210	8.53
	Restaurantes	2250.00	0.225	9.14
	Sanitarios	240.00	0.024	0.97
	Seguridad	50.00	0.005	0.20
	Spa	450.00	0.045	1.83
	Sport Bar	170.00	0.017	0.69
	Uniformes	210.00	0.021	0.85
	Wedding	50.00	0.005	0.20
Subtotal		**9,840.00**	**0.984**	**39.97**
No techado	Albercas	1,520.00	0.152	6.17
	Pasillos y andadores	260.00	0.026	1.06
	Asoleaderos	1,970.00	0.197	8.00
Subtotal		**3,750.00**	**0.375**	**15.23**
No techado permeables	Acceso	610.00	0.061	2.48
	Área ajardinadas	280.00	0.028	1.14
Subtotal		**890.00**	**0.089**	**3.61**
Total superficie de aprovechamiento		**14,480.00**	**1.448**	**58.81**
Superficie de conservación		**10,140.19**	**1.014**	**41.19**
Superficie total del predio		**24,620.190**	**2.462**	**100.00**

La superficie de áreas permeables corresponde a un área de 1.103 ha. que representa el 42.32% del predio, cumpliendo con lo establecido en el artículo 132 de la Ley del Equilibrio Ecológico de Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo.

Cuadro No. 2. Superficie permeable.

Parámetro	Elemento del plan maestro	Superficie (m2)	Subtotal Superficie (m2)	%
Areas Permeables	Acceso	0.061	1.103	42.32
	Jardinados	0.028		
	Áreas de Conservación	1.014		

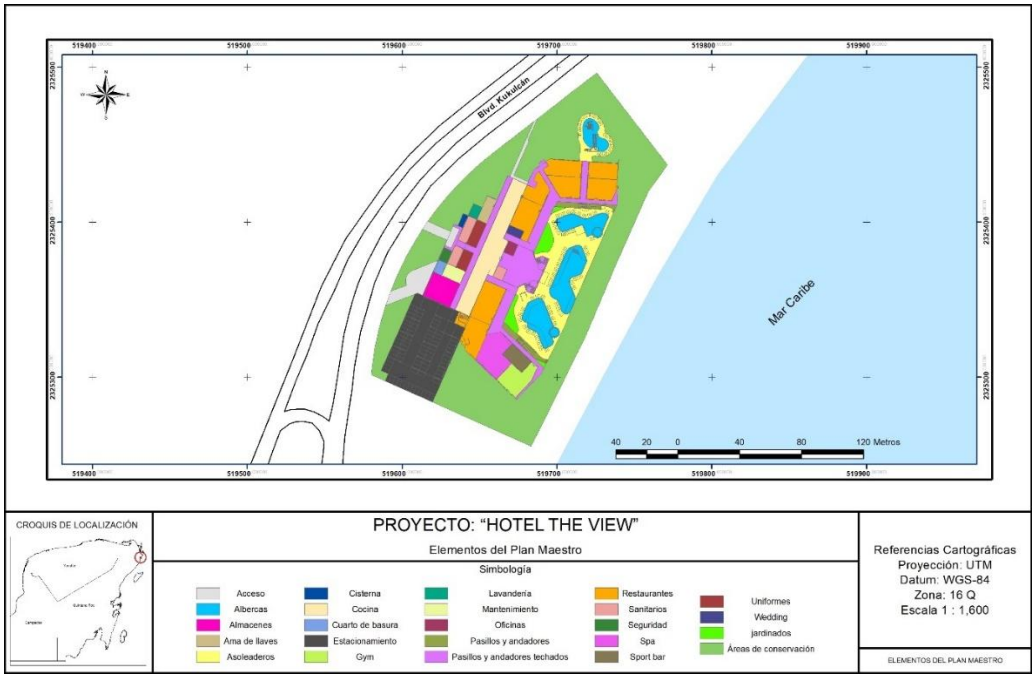


Plano No. 1. Distribución de las Área permeables y no permeables a nivel de predio

Se considera una superficie de construcción de 65,996.30 m^2, distribuida de planta baja hasta 15 niveles.

Cuadro No. 3. Superficies de construcción por niveles.

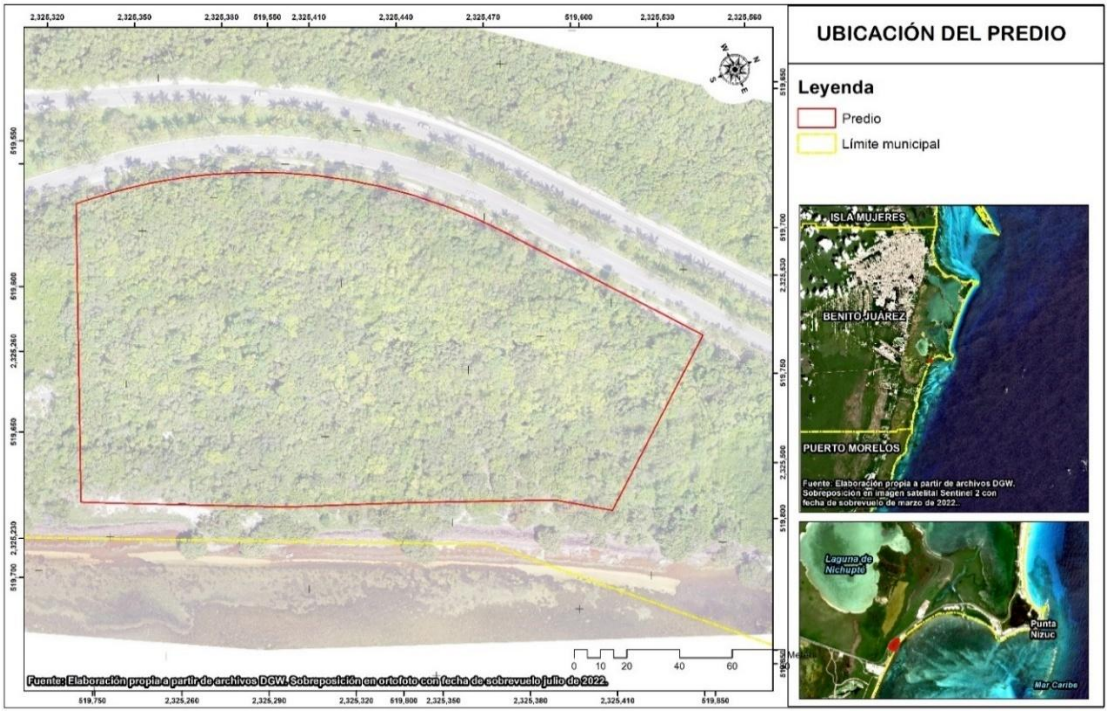
Superficie de construcción			
Nivel	**Obra nueva**	**Obra exterior**	**Obra total (m2)**
Planta baja	9,198.79	11,876.74	21,075.53
Mezzanine	1,541.56		1,541.56
2	5,087.43		5,087.43
3	3,135.96	1,931.27	5,067.23
4	3,691.25		3,691.25
5	2,690.64		2,690.64
6	2,824.78		2,824.78
7	2,824.78		2,824.78
8	2,824.78		2,824.78
9	2,824.78		2,824.78
10	2,824.78		2,824.78
11	2,824.78		2,824.78
12	2,563.67		2,563.67
13	2,440.63		2,440.63
14	2,423.82		2,423.82
15	2,465.86		2,465.86
Total	**52,188.29**	**13,808.01**	**65,996.30**



Plano No. 2. Se presenta el plano de desplantes de conjunto del proyecto.

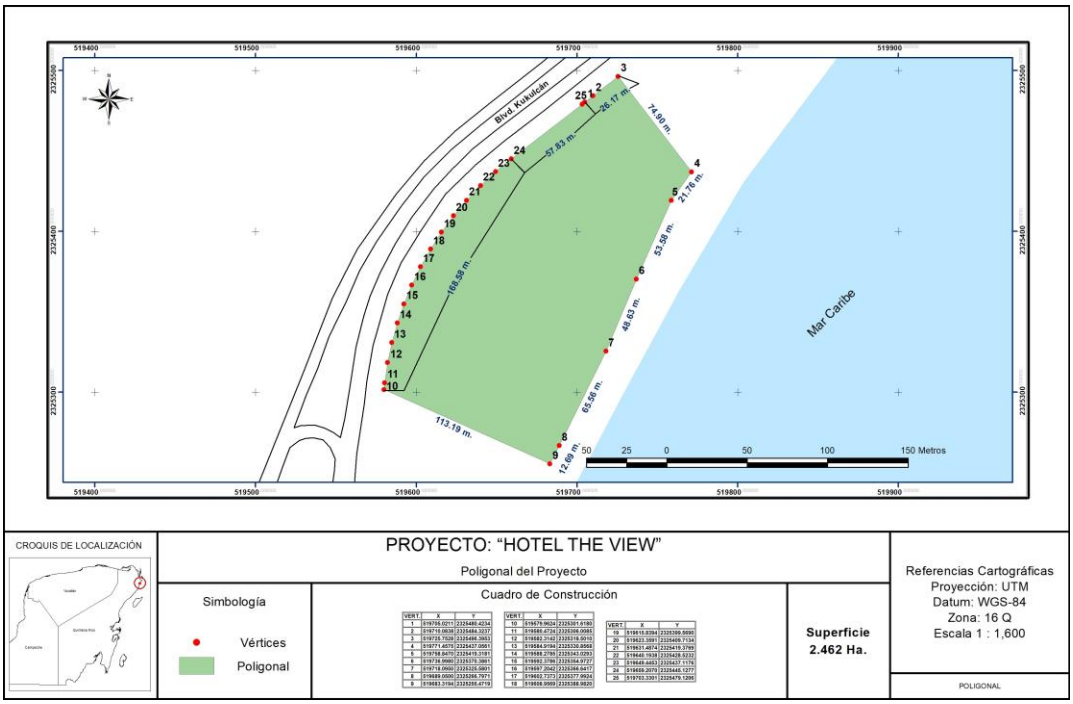
2. Ubicación del proyecto.

El predio donde se pretende desarrollar el proyecto, se ubica en la Tercera Fase de la Zona Hotelera de Cancún, municipio de Benito Juárez, estado de Quintana Roo, como se muestra en los siguientes planos.



Plano No. 3.. Ubicación del predio en el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo"

En el plano siguiente se aprecia la poligonal del predio debidamente georreferenciadas con coordenadas UTM y DATUM WGS-84.



Plano No. 4 Poligonal del predio del proyecto.

En el cuadro siguiente se muestran las coordenadas que integran la poligonal envolvente del predio del proyecto. En el anexo correspondiente se entrega el listado de coordenadas geográficas de los vértices de esta poligonal.

Cuadro No. 4 Coordenadas del polígono del predio

VERT.	X	Y
1	519705.0211	2325480.4234
2	519710.0838	2325484.3237
3	519725.7528	2325496.3953
4	519771.4575	2325437.0561
5	519758.8470	2325419.3181
6	519736.9980	2325370.3861
7	519718.0950	2325325.5801
8	519689.0500	2325266.7971
9	519683.3194	2325255.4719
10	519579.9624	2325301.6180
11	519580.4724	2325306.0085
12	519582.3142	2325318.5010
13	519584.9194	2325330.8568
14	519588.2785	2325343.0293
15	519592.3786	2325354.9727
16	519597.2042	2325366.6417

VERT.	X	Y
17	519602.7373	2325377.9924
18	519608.9569	2325388.9820
19	519615.8394	2325399.5690
20	519623.3591	2325409.7134
21	519631.4874	2325419.3769
22	519640.1938	2325428.5232
23	519649.4453	2325437.1176
24	519659.2070	2325445.1277
25	519703.3301	2325479.1206

3. Superficie requerida para la construcción del proyecto

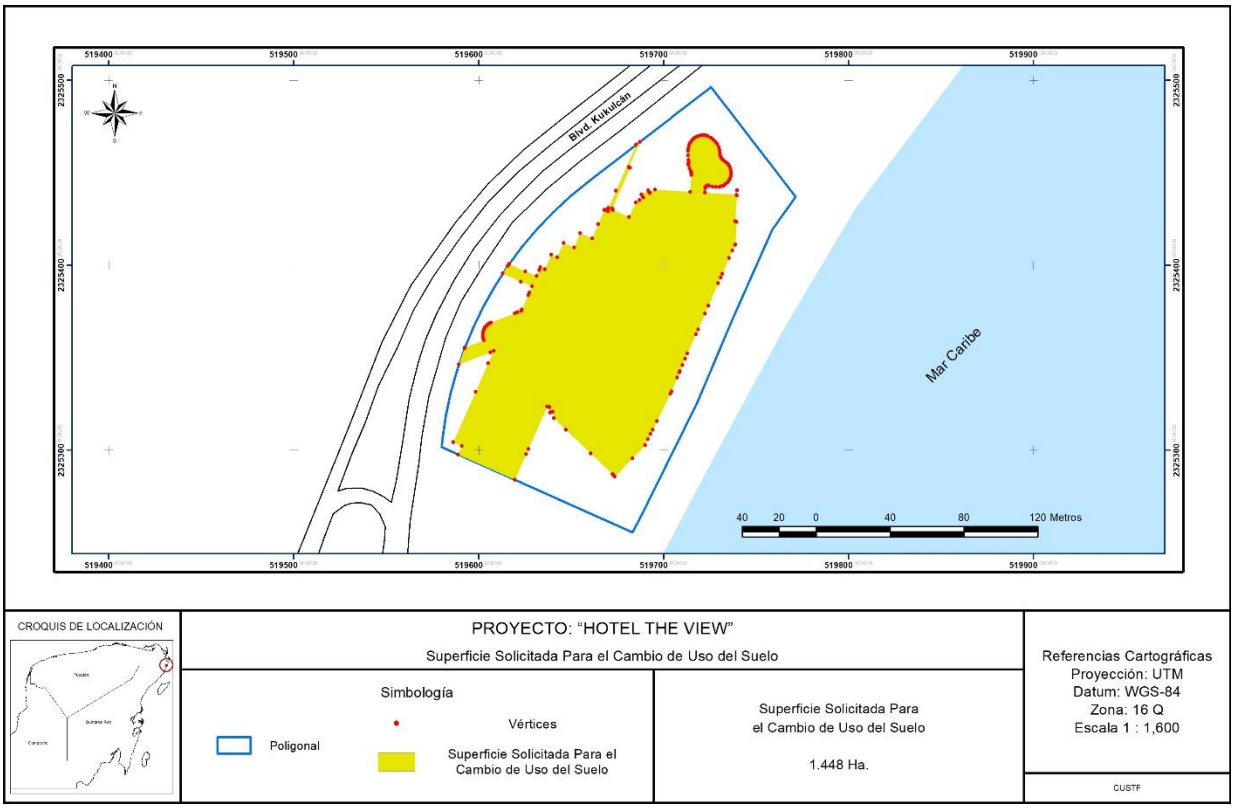
De acuerdo a la propuesta de distribución de las obras del proyecto, la superficie total de aprovechamiento será por el orden de las 1.448 hectáreas que corresponden al 58.81% de la superficie de la poligonal envolvente del proyecto. La misma superficie es la requerida para el cambio de uso del suelo CUSTF, es decir, serán requeridas 1.448 hectáreas (58.81%) como superficie con cambio de uso del suelo en terrenos forestales (CUSTF).

De esta manera la cobertura nativa o forestal del predio que se afectará, dadas las condiciones del predio por estár en zona costera, será de vegetación de duna costera en las 1.448 hectáreas de CUSTF, dejándose en conservación, el 41.19%, es decir, 1.01400 hectáreas.

Cuadro No. 5 Propuesta de aprovechamiento, CUSTF y conservación de vegetación nativa en el sitio del proyecto.

Tipo de vegetación	Superficie total (m2)	Superficie de aprovechamiento por proyecto (m2)	Superficie con vegetación nativa (m2)	% aprovechamiento	% Vegetación para CONSERVACIÓN
Vegetación de Duna Costera	2.4620	1.4480	1.0140	58.81	41.19
Superficie con cobertura forestal	**2.4620**	**1.4480**	**1.0140**	**58.81**	**41.19**
Superficie con usos no forestales	0.0000	0.0000	0.0000	-	-
Superficie sin cobertura forestal (terreno no forestal)	**0.0000**	**0.0000**	**0.0000**	**-**	**-**
TOTAL cobertura forestal + cobertura no forestal	**2.4620**	**1.4480**	**1.0140**	**58.81**	**41.19**

A continuación, se muestran las áreas que integran las poligonales del CUSTF solicitado para este proyecto que corresponde a una superficie de 1.448 hectáreas.



Plano No. 5 Polígono georreferenciado de la superficie sujeta a cambio de uso de suelo

El CUSTF propuesto en una superficie de 1.448 hectáreas corresponde a 1 polígono específico con superficie acorde al cuadro que se presenta a continuación, contruido con los vértices que se indican en coordenadas UTM.

Cuadro No. 6 Superficie de los polígonos de CUSTF del proyecto con coordenas UTM

PROPIETARIO	POLÍGONO FORESTAL	IDENTIFICADOR	COORDENADAS X	COORDENADAS Y	TIPOS DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE FORESTAL
	1	1	519732.6105	2325443.2042	Vegetación de Duna Costera	1.448
		2	519731.4161	2325442.6896		
		3	519730.1513	2325442.3857		
		4	519728.2946	2325442.2889		
		5	519726.4465	2325442.4955		
		6	519724.6569	2325442.9999		
		7	519724.4127	2325443.0679		
		8	519724.1607	2325443.0939		
		9	519723.9077	2325443.0770		
		10	519723.6613	2325443.0178		
		11	519723.4283	2325442.9180		
		12	519723.2155	2325442.7803		
		13	519723.0289	2325442.6088		
		14	519722.8737	2325442.4083		
		15	519722.7548	2325442.1846		
		16	519722.6751	2325441.9440		

PROPIETARIO	POLÍGONO FORESTAL	IDENTIFICADOR	COORDENADAS X	COORDENADAS Y	TIPOS DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE FORESTAL
		17	519722.6370	2325441.6934		
		18	519722.4921	2325439.5099		
		19	519722.4685	2325439.1547		
		20	519739.5309	2325438.0229		
		21	519739.6967	2325440.5206		
		22	519739.8464	2325440.5108		
		23	519739.6580	2325437.6696		
		24	519738.7347	2325423.7514		
		25	519739.5073	2325423.4107		
		26	519739.6287	2325423.3572		
		27	519738.8321	2325411.2837		
		28	519738.6970	2325410.9811		
		29	519737.3452	2325407.9533		
		30	519735.5441	2325403.8293		
		31	519731.8042	2325395.2675		
		32	519730.9374	2325393.2830		
		33	519729.6612	2325390.3612		
		34	519724.2731	2325378.0259		
		35	519722.4483	2325373.8483		
		36	519718.7418	2325365.3629		
		37	519717.5681	2325362.6758		
		38	519712.9785	2325352.1684		
		39	519711.7413	2325349.3359		
		40	519710.2845	2325346.0325		
		41	519708.8279	2325342.7291		
		42	519708.5565	2325342.0530		
		43	519707.4417	2325339.2769		
		44	519704.4486	2325331.8233		
		45	519703.7767	2325330.4635		
		46	519696.4502	2325315.6356		
		47	519694.1656	2325311.0118		
		48	519693.0591	2325308.7724		
		49	519691.6527	2325305.9262		
		50	519690.0623	2325302.7074		
		51	519683.2324	2325295.5841		
		52	519673.7330	2325285.6766		
		53	519672.7748	2325286.5947		
		54	519672.5635	2325286.7940		
		55	519672.4360	2325286.9155		
		56	519660.6533	2325298.2128		
		57	519647.2356	2325311.0778		
		58	519640.8525	2325317.1979		
		59	519640.1636	2325320.6757		

PROPIETARIO	POLÍGONO FORESTAL	IDENTIFICADOR	COORDENADAS X	COORDENADAS Y	TIPOS DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE FORESTAL
		60	519640.1499	2325320.6730		
		61	519638.7835	2325320.4023		
		62	519638.2281	2325323.2057		
		63	519637.1356	2325323.6876		
		64	519626.9681	2325300.6298		
		65	519625.7121	2325297.7814		
		66	519619.5317	2325283.9514		
		67	519588.9190	2325297.6191		
		68	519590.9336	2325302.1880		
		69	519586.3587	2325304.2053		
		70	519598.4192	2325331.5565		
		71	519605.2410	2325347.0270		
		72	519608.3333	2325353.6116		
		73	519606.3256	2325352.8327		
		74	519589.3880	2325346.2614		
		75	519592.3786	2325354.9727		
		76	519592.5689	2325355.4329		
		77	519602.8597	2325359.4254		
		78	519602.7512	2325359.7051		
		79	519602.4264	2325360.7873		
		80	519602.2750	2325361.9069		
		81	519602.3005	2325363.0364		
		82	519602.5024	2325364.1480		
		83	519602.8757	2325365.2144		
		84	519603.4113	2325366.2092		
		85	519604.0959	2325367.1080		
		86	519604.9126	2325367.8886		
		87	519605.8414	2325368.5319		
		88	519606.8594	2325369.0219		
		89	519619.7052	2325374.0057		
		90	519621.0518	2325374.5281		
		91	519623.0666	2325375.3099		
		92	519623.0859	2325375.3534		
		93	519623.4283	2325376.1257		
		94	519626.8323	2325383.8049		
		95	519627.4413	2325385.1780		
		96	519628.9874	2325388.6642		
		97	519622.9571	2325391.1695		
		98	519613.1813	2325395.4802		
		99	519615.8394	2325399.5690		
		100	519616.5497	2325400.5272		
		101	519625.3687	2325396.6385		
		102	519631.3881	2325394.0564		

PROPIETARIO	POLÍGONO FORESTAL	IDENTIFICADOR	COORDENADAS X	COORDENADAS Y	TIPOS DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE FORESTAL
		103	519632.8535	2325397.3796		
		104	519633.4586	2325398.7520		
		105	519633.5206	2325398.8890		
		106	519635.9369	2325397.8232		
		107	519639.3719	2325405.6529		
		108	519642.5507	2325404.2511		
		109	519646.0005	2325412.0743		
		110	519651.6733	2325409.5729		
		111	519655.0626	2325417.2587		
		112	519661.4217	2325414.4548		
		113	519664.8136	2325422.1468		
		114	519664.6736	2325422.2011		
		115	519668.0627	2325429.8871		
		116	519668.1999	2325429.8265		
		117	519670.0802	2325428.9975		
		118	519669.9634	2325429.1902		
		119	519669.8688	2325429.4340		
		120	519669.8180	2325429.6905		
		121	519669.8125	2325429.9519		
		122	519669.8525	2325430.2103		
		123	519669.9367	2325430.4578		
		124	519670.1259	2325430.8867		
		125	519674.2704	2325440.2858		
		126	519685.2540	2325465.1946		
		127	519687.2403	2325466.7248		
		128	519681.1821	2325452.9860		
		129	519682.0025	2325452.6242		
		130	519672.3393	2325430.7099		
		131	519672.3080	2325430.6205		
		132	519672.2911	2325430.5273		
		133	519672.2890	2325430.4327		
		134	519672.3017	2325430.3389		
		135	519672.3289	2325430.2482		
		136	519672.3700	2325430.1629		
		137	519672.4239	2325430.0850		
		138	519672.4893	2325430.0166		
		139	519672.5646	2325429.9592		
		140	519672.6480	2325429.9144		
		141	519681.4467	2325426.0345		
		142	519684.9661	2325434.0176		
		143	519687.0144	2325435.2583		
		144	519689.1164	2325436.5316		
		145	519688.9904	2325436.7397		

PROPIETARIO	POLÍGONO FORESTAL	IDENTIFICADOR	COORDENADAS X	COORDENADAS Y	TIPOS DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE FORESTAL
		146	519688.0989	2325438.2114		
		147	519691.6912	2325440.3873		
		148	519692.4647	2325439.1104		
		149	519692.7549	2325439.2861		
		150	519695.4921	2325440.9442		
		151	519714.5359	2325439.6810		
		152	519715.1349	2325448.7109		
		153	519715.1697	2325449.6636		
		154	519715.1119	2325450.0723		
		155	519714.9987	2325450.4694		
		156	519714.8319	2325450.8469		
		157	519714.1375	2325452.3791		
		158	519713.5261	2325454.2505		
		159	519713.4871	2325454.7628		
		160	519713.5337	2325455.0162		
		161	519713.6255	2325455.4965		
		162	519713.6399	2325455.9855		
		163	519713.5117	2325456.9911		
		164	519713.2255	2325459.2839		
		165	519713.3391	2325461.8068		
		166	519713.3530	2325462.1161		
		167	519713.5897	2325463.2044		
		168	519713.9555	2325464.8864		
		169	519714.4263	2325466.0601		
		170	519715.0839	2325467.1407		
		171	519715.9102	2325468.0983		
		172	519716.8827	2325468.9067		
		173	519717.9749	2325469.5444		
		174	519719.1573	2325469.9935		
		175	519720.3975	2325470.2421		
		176	519721.6616	2325470.2833		
		177	519722.9153	2325470.1160		
		178	519724.1243	2325469.7446		
		179	519725.6395	2325468.9844		
		180	519727.0103	2325467.9869		
		181	519728.1997	2325466.7792		
		182	519729.1757	2325465.3931		
		183	519729.9123	2325463.8663		
		184	519730.3897	2325462.2397		
		185	519730.5949	2325460.5569		
		186	519730.6617	2325459.7349		
		187	519730.8560	2325458.9332		
		188	519731.1732	2325458.1718		

PROPIETARIO	POLÍGONO FORESTAL	IDENTIFICADOR	COORDENADAS X	COORDENADAS Y	TIPOS DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE FORESTAL
		189	519731.6051	2325457.4689		
		190	519732.1415	2325456.8423		
		191	519733.2772	2325456.2081		
		192	519734.2881	2325455.3898		
		193	519735.1450	2325454.4111		
		194	519735.8225	2325453.3010		
		195	519736.3009	2325452.0916		
		196	519736.5665	2325450.8182		
		197	519736.6113	2325449.5181		
		198	519736.4337	2325448.2297		
		199	519736.0395	2325446.9902		
		200	519735.5193	2325445.9890		
		201	519735.4399	2325445.8359		
		202	519734.6523	2325442.3207		
		203	519733.6999	2325443.9150		
		204	519732.6105	2325443.2042		
	TOTAL					**1.448**

Se presentan las coordenadas georreferenciadas de los polígonos de CUSTF acorde con la distribución de las obras del plan maestro del proyecto en formato impreso y en archivo digital que se entregan anexos al expediente de este Estudio.

4. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

4.1. Suministro de Servicios

La zona hotelera de la Ciudad de Cancún se encuentra totalmente urbanizada por lo que el proyecto tendrá acceso a dichos servicios.

4.2. Energía eléctrica

Luz: El suministro de energía eléctrica será a través de la red provisional de distribución instalada por parte del propietario y suministrada por la Comisión Federal de Electricidad. Para el establecmiento del proyecto se cuenta con la Factibilidad de servicios emitida por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) a favor de Hogares Vivenda S.A de C.V. oficio No. ZCAN-DPLA/0465/2022 de fecha de 18 de octubre de 2022 (**Anexo 2**).

4.3. Drenaje:

Drenaje: En las etapas de preparación y construcción, se contará con sanitarios portátiles tipo Sanirent a razón de uno por cada 20 trabajadores. Dichos sanitarios recibirán limpieza y mantenimiento cada tercer día por parte de una empresa que cuente con permiso de la autoridad competente, para realizar la colecta y traslado de las aguas residuales a una planta de tratamiento.

Para la etapa de operación, el hotel se conectará a la red drenaje municipal. Para ello, se cuenta con la factibilidad de servicios emitido por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado Oficio CAPA/DBJIM/SDT/0303/2023 de fecha de 03 de abril de 2023 (**Anexo 3**) que permitirá conectarse a la red de drenaje municipal.

4.4. Agua

Agua: Durante las etapas de preparación y construcción, el agua cruda se abastecerá por medio de pipas del servicio público y será almacenada en tinacos plásticos de 1,000 a 5,000 litros de capacidad. En tanto que el agua potable, será suministrada en garrafones de 20 litros.

4.5. Uso de agua para el Hotel The View

Habitaciones del hotel.

El hotel contará con 456 cuartos las cuales cuentan con un sanitario con WC, con una regadera y un lavabo. Se estima una demanda de agua de 86.54 l/mes/cuarto, el volumen anual demandado a capacidad plena es de 31,154.40 m^3/año de agua potable.

Cuadro No. 7. Volumen de agua para consumo humano en las habitaciones.

Instalación	Cantidad	Usos/ persona/día	(l/uso)	l/persona /día	Cuartos	persona/ hab	l/mes/cuarto	m^3/mes/cuarto	m^3/año
WC	1	3	10	30	456	2	27,360.00	27.36	9,849.60
Lavabo	1	3	5	15	456	2	16,140.00	16.14	5,810.40
Regadera	1	2	20	40	456	2	43,040.00	43.04	15,494.40
TOTAL						**Mes**	**86,540.00**	**86.54**	
						Año	**31,154.40**		**31,154.40**

Áreas públicas y de Servicios

En este gasto consideramos los diferentes usos destinados en las áreas de mantenimiento y servicios, es decir el agua requerida para el funcionamiento y/o la limpieza de los almacenes, cocina, bar, sanitarios, cámara de basura, etc.

En las áreas de servicios, el índice utilizado es de 100 litros por empleado y se considera que el desarrollo tendrá 700 empleados, incluyendo personal de vigilancia, recursos humanos, gerencia, mantenimiento y cocineros. De ahí que el volumen diario que se demandará es de 70 m^3, es decir, 25,550.00 m^3/año.

Cuadro No. 8. Volumen de consumo de agua en áreas públicas y de servicios.

Servicios	**100 L por empleado**	
Empleados	700	Empleados
Índice	100	l/empleado/día
Volumen	70,000.00	l/día
	70.00	m^3/día
TOTAL	**25,550.00**	**m^3/año**

Uso en albercas

El hotel contará con albercas en planta baja, las cuales ocuparán 1,520.0 m^2 y tendrán una profundidad de 1.20 m.

Para el llenado de las albercas se ocupará un volumen de agua de aproximadamente 1,824.00 m^3, posteriormente, para cubrir pérdidas y mantener circulación se considera un flujo de reposición de pérdidas del 3% con lo que la demanda será de 54.72 m^3 por día o 19,972.75 m^3/año. Del 3% del volumen de pérdida que se renovará, se estima que la mitad se perdería por evaporación y el restante correspondería a las pérdidas por rebose de las albercas.

Cuadro No. 9. Volumen de consumo de agua de las albercas.

Volumen de llenado	**1,824.00**	**m^3**
Pérdidas	3	%/vol
Índice		
Volumen	**54.720**	**m^3/día**
	19,972.75	**m^3/año**

De acuerdo con lo anterior, en el hotel se requiere un volumen de 31,150.40 m^3/año para las habitaciones, 25,550.00m^3/año para el área de servicios, y 21,796.65 m^3/año para las albercas y swim-up, que suman un volumen total 78,497.05 m^3/año o 215.06 m^3/día.

4.6. Disposición de residuos:

En el hotel se utilizarán contenedores con bolsa para disponer los residuos que se generen, los cuales serán trasladados a la cámaras de basura que se instalarán para su almacenamiento. Los residuos inorgánicos susceptibles de reciclaje serán entregados a empresas dedicadas a su reciclaje, mientras que los residuos que no lo sean serán entregados al servicio de limpia municipal.

4.7. Telefonía, voz y datos:

La conexión al servicio de telefonía, voz y datos, será a partir de la infraestructura existente, por conveniencia de los trabajos de conexión. La promovente realizará el tendido de cables y los trámites necesarios ante las instancias indicadas para la proporción del servicio.

4.8. Transporte:

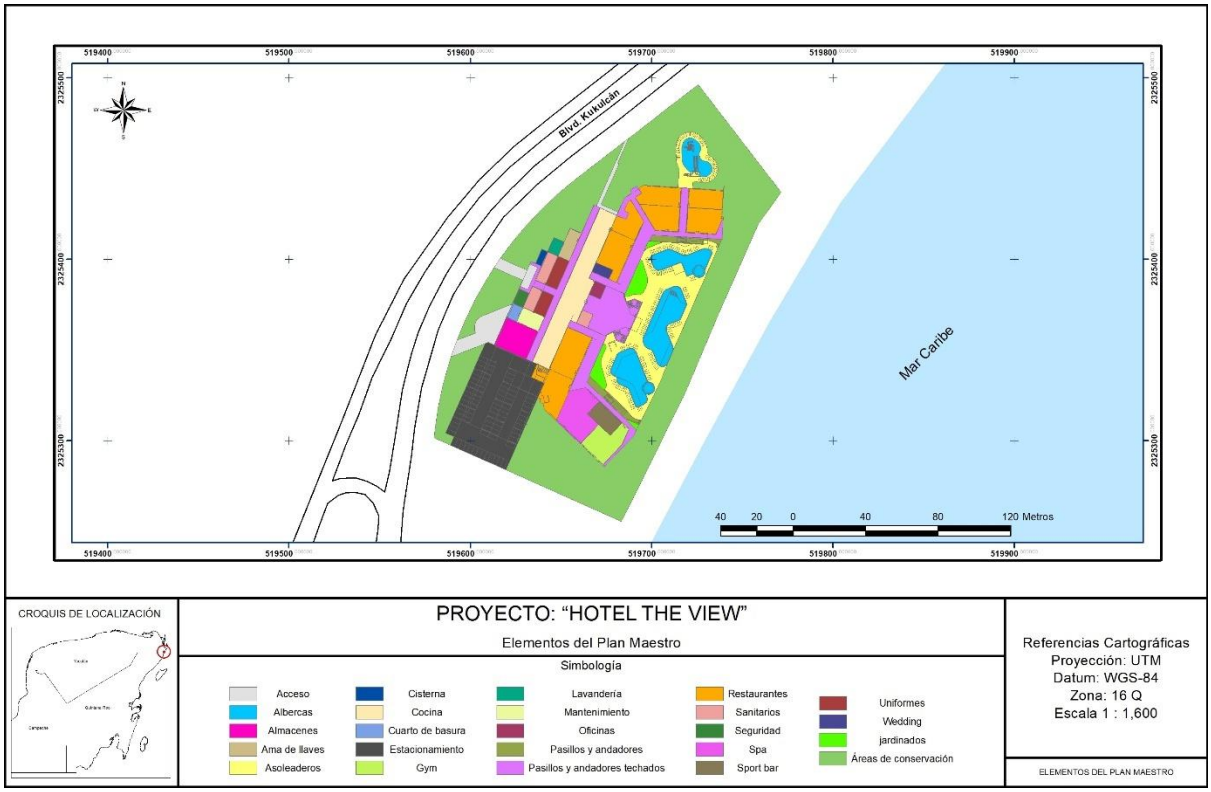
En la zona existe el servicio de transporte público así como de servicio particular.

5. Características particulares del proyecto.

5.1. Superficie de afectación

La totalidad de las obras se desplantará en una superficie de 1.448 hectáreas, que representa el 58.81% del predio. La superficie restante, es decir 1.0140 hectáreas, que equivale al 41.19% destinadas para conservación.

De las obras del proyecto, se destinará una superficie de 1.4480 hectáreas para CUSTF que corresponde al aprovechamiento total del proyecto. Se tendrá una superficie de obras techadas que ocuparán 9,840.0 m^2 mientras que se destinan 4,640.00 m2 para obras no techadas, que suman una superficie de aprovechamiento total de 14,480.00 m^2. En la siguiente imagen se presenta la distribución de superficies de obras techadas y no techadas y el área de conservación. Se presenta el plano de conjunto del proyecto.



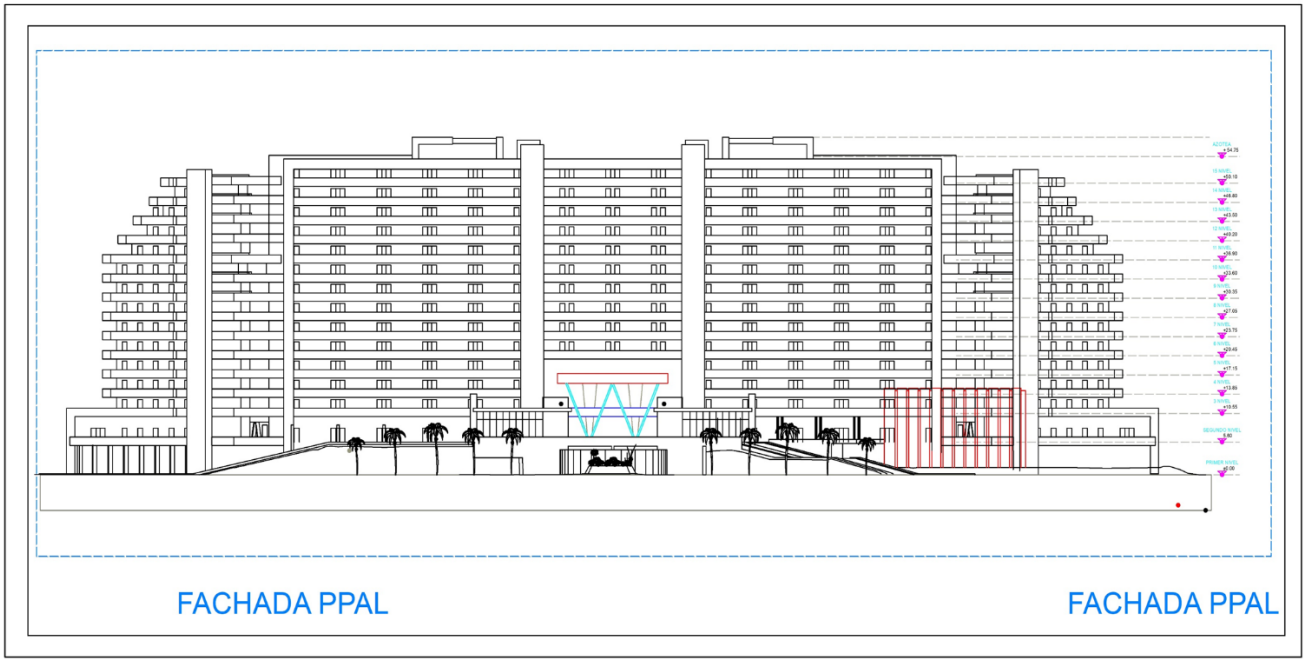
Plano No. 6. Plano de conjunto del plan maestro del proyecto



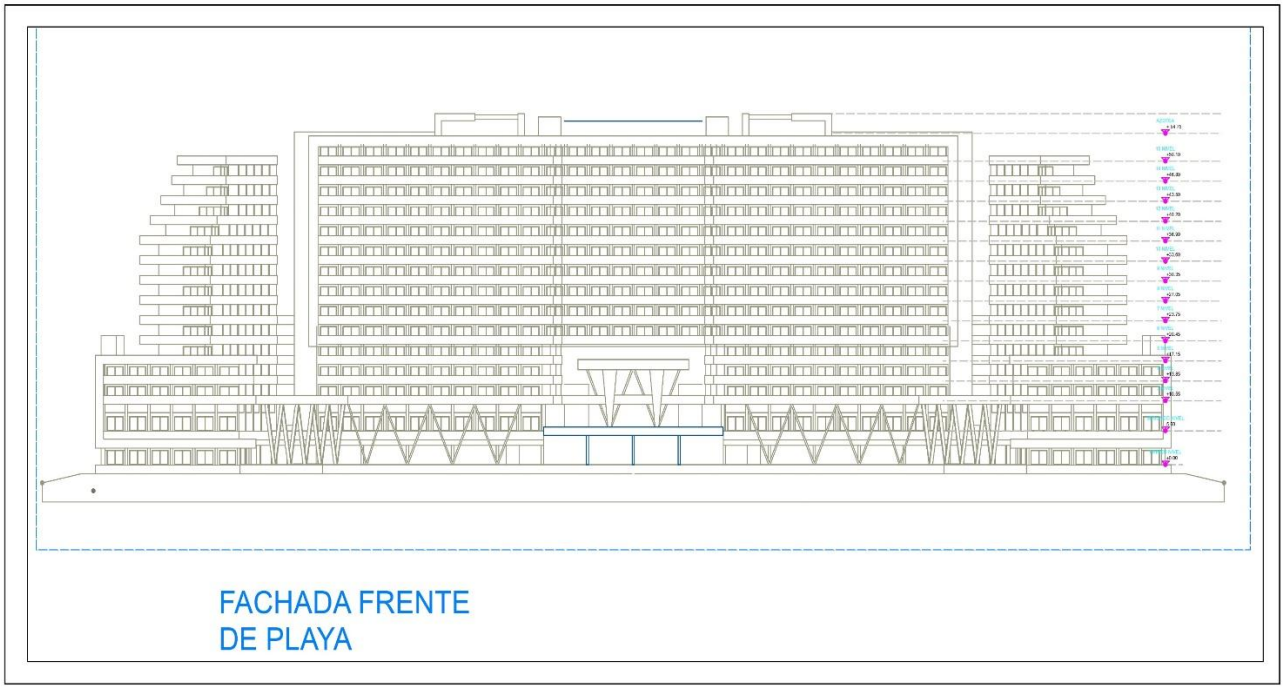
Figura No. 1 Render del proyecto visto desde el Bouluvard.

5.2. Hotel

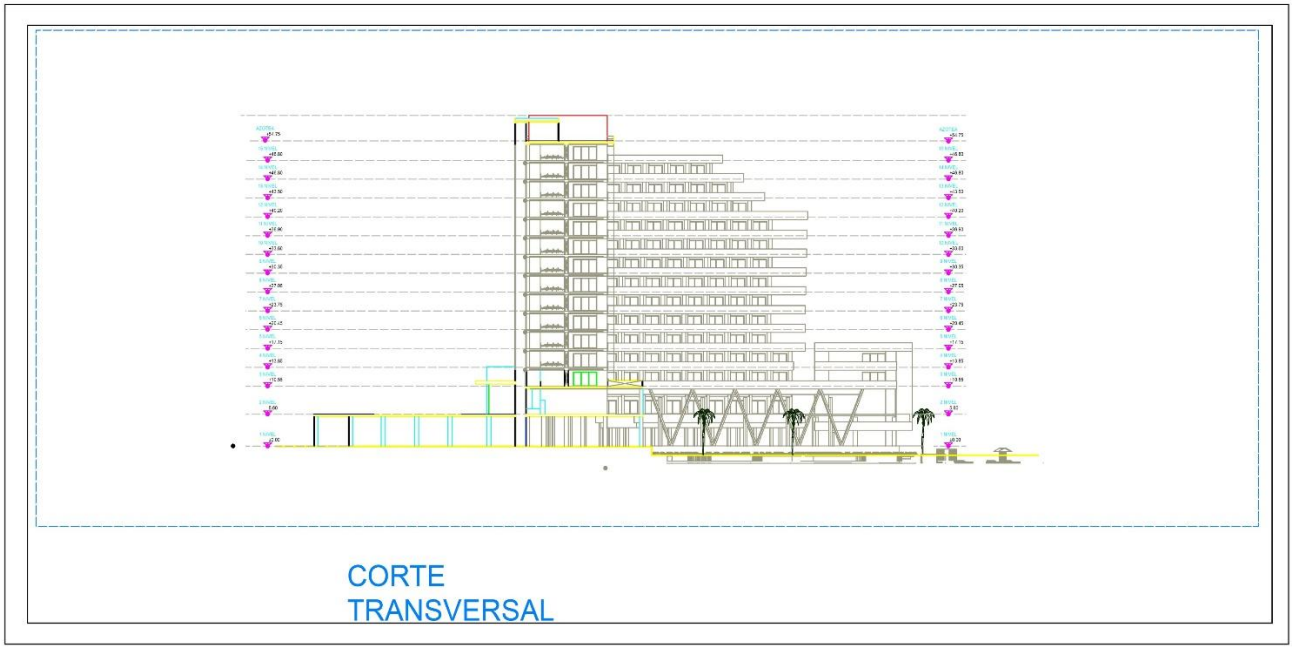
El hotel contará con 456 cuartos distribuidos en 15 niveles, y tendrá una altura máxima de 54.75 m. Además, contará con lobby, acceso, ropería, sanitarios, elevadores, estacionamiento, áreas de servicios, accesos, vialidad, estacionamiento no techado, jardines y exteriores.



Plano No. 7. Corte Fachada principal, vista desde el Blvd. Kukulcan.



Plano No. 8. Corte Fachada principal, vista desde la playa (Mar caribe).

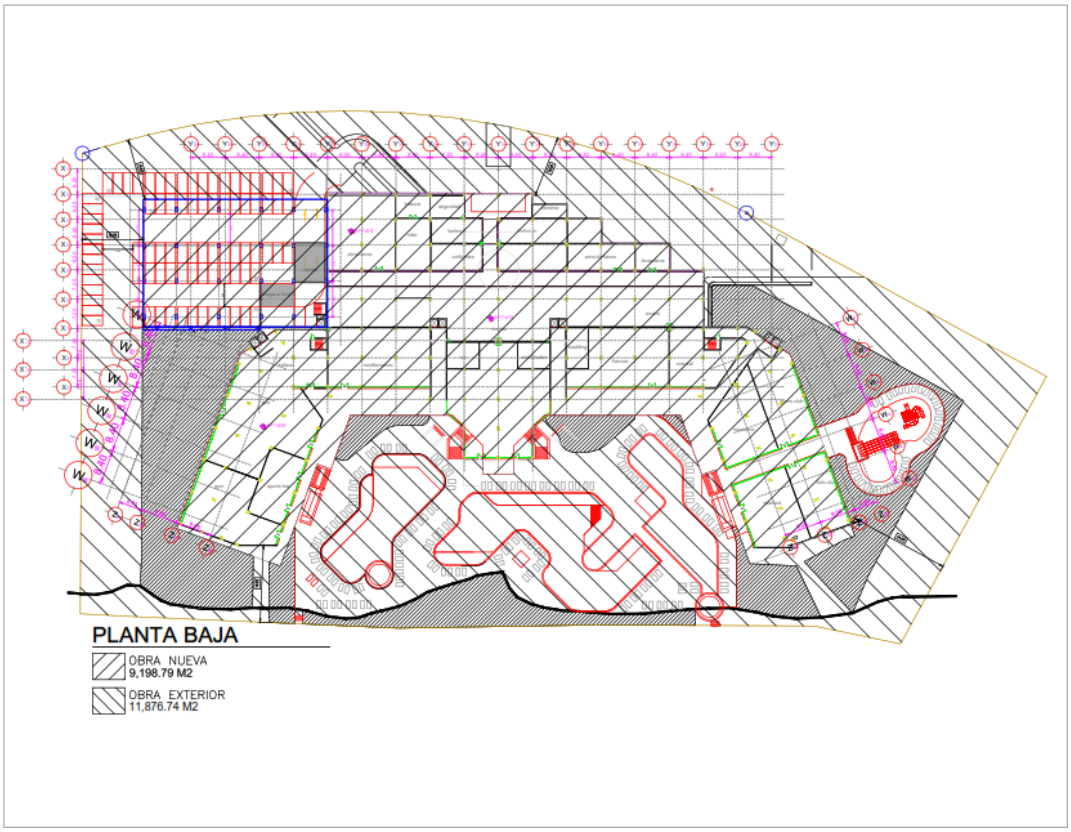


Plano No. 9. Corte transversal, vista lateral.

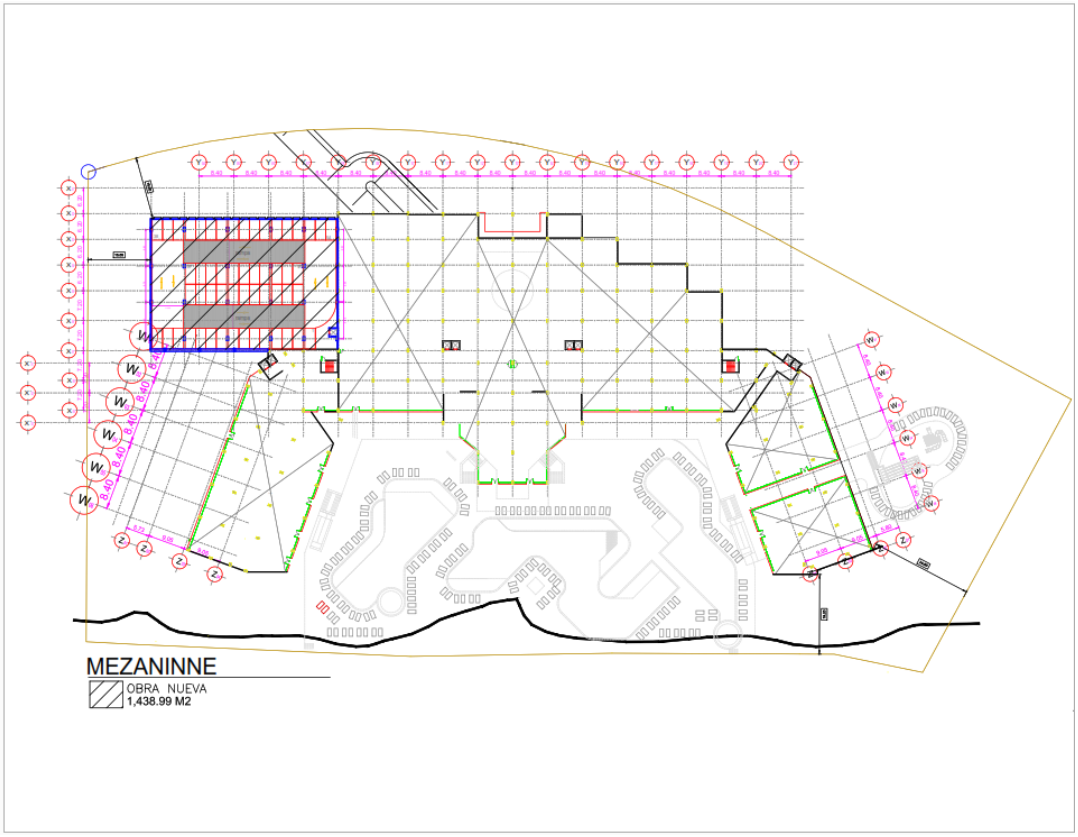
Nivel 1

Cuenta con la rampa de acceso al hotel que se encuentra en la parte izquierda del edificio, el acceso a servicio se encuentra en la parte derecha y la salida del hotel a un costado derecho. Entrando por la parte del acceso de servicio te dirige directamente al andén que divide dos áreas en lado izquierdo se encuentra el almacén que colinda con el área de la basura, mantenimiento, baños de hombre y uniforme, del lado derecho se encuentra el área de seguridad, compras y costos, baños mujeres, comedor de empleados el cuarto de máquinas, la cisterna, el área de la ama de llaves y por último la lavandería.

En el costado izquierdo junto al área del almacén se encuentra el estacionamiento techado en dos niveles con capacidad total de 76 cajones. De lado izquierdo de frente a la cocina se encuentra el restaurante especialidad italiano y mediterráneo lo separa un pasillo que lo conecta a otro edificio donde se encuentra el módulo de baños y el área de buffet donde se encuentra un área pequeña para actividades. Enfrente de lado derecho de la cocina se encuentra el restaurante francés y oriental el restaurante francés comparte un espacio con el área de wedding. En la parte de enfrente al buffet del se encuentra la alberca de gran dimensión que tiene vista al mar, la alberca cuenta con pool bar de lado derecho e izquierdo, también cuenta con jacuzzi de cada lado. De lado izquierdo de la alberca se encuentra el Spa, gym y sport bar. Del lado derecho se encuentra el restaurante mexicano, sea food, kids club, teens club y alberca infantil. La esquina inferior izquierda y derecha cuentan con 6 habitaciones cada lado, 12 en total, que tienen vista frontal al mar.



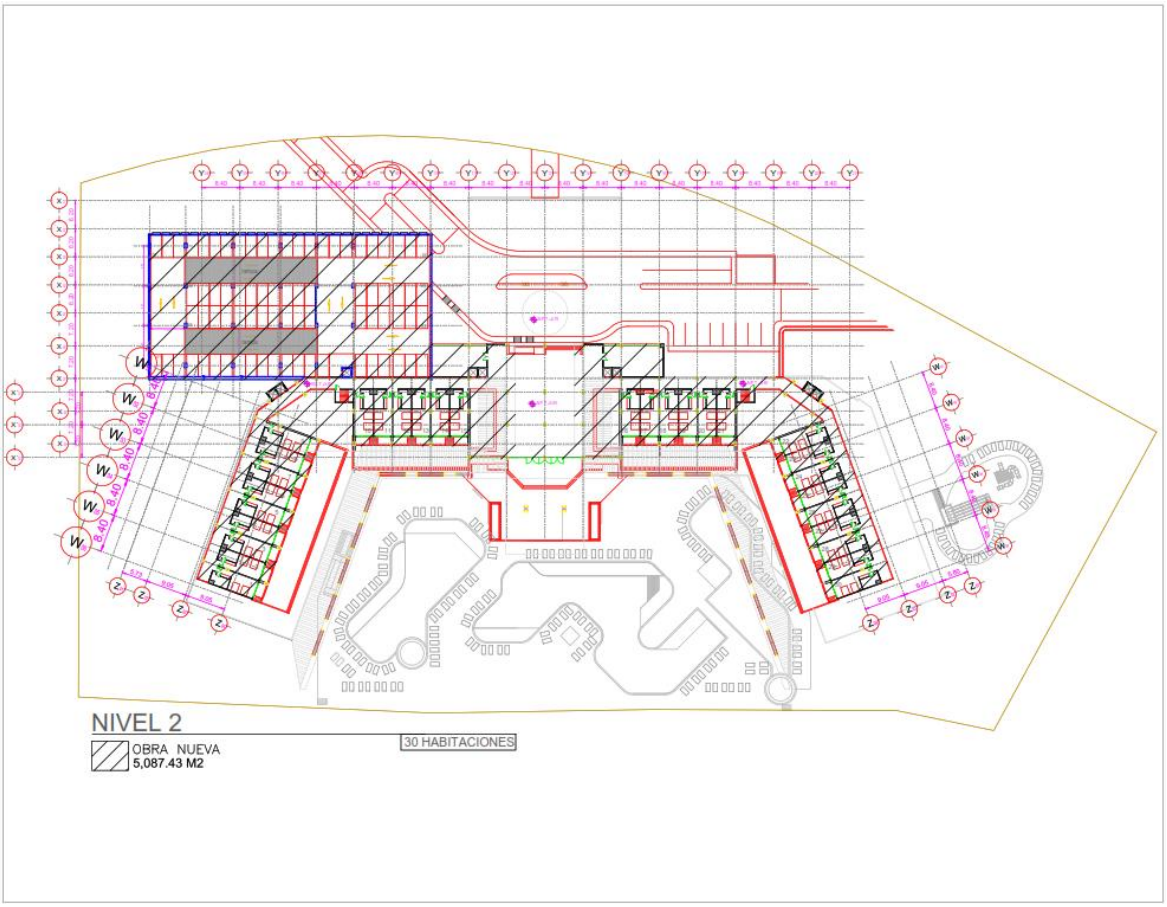
Plano No. 10. Planta del Nivel 1



Plano No. 11. Planta del Mezzanine. Nivel 1.

Nivel 2

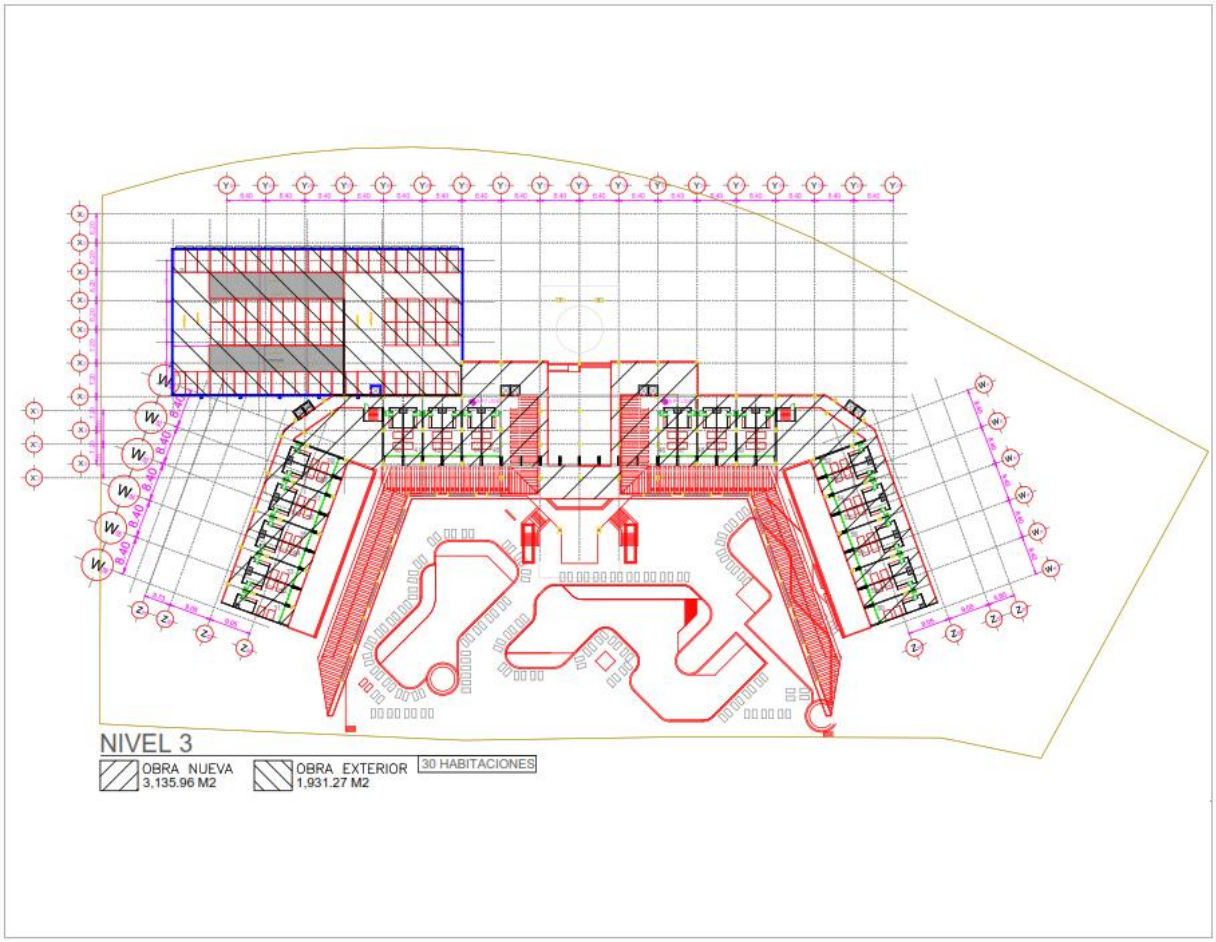
Del lado izquierdo se localiza el salón principal centro de convenciones, el salón 1, salón 2 y salón 3. El acceso del hotel que se ubica del lado izquierdo conduce al centro del edificio donde está el motor del lobby y el acceso principal al hotel. Entrando al hotel nos encontramos con el lobby en la entrada del lado izquierdo se encuentra el área Preferred y del lado derecho el área vacation club, un poco más al fondo del lobby se encuentra el lobby bar de lado derecho e izquierdo. De frente al lobby se encuentra la terraza con vista al mar., la cual cuenta con escalinatas para bajar al área de alberca y a los centros de consumo que se ubican en el nivel de sotano. Al costado derecho e izquierdo del lobby se encuentran Habitaciones swim up. En la esquina izquierda y derecha de la parte inferior se encuentran habitaciones swim up de cada lado con vista al mar. Teniendo un total de 30 habitaciones en este nivel.



Plano No. 12. Planta del Nivel 2

Nivel 3

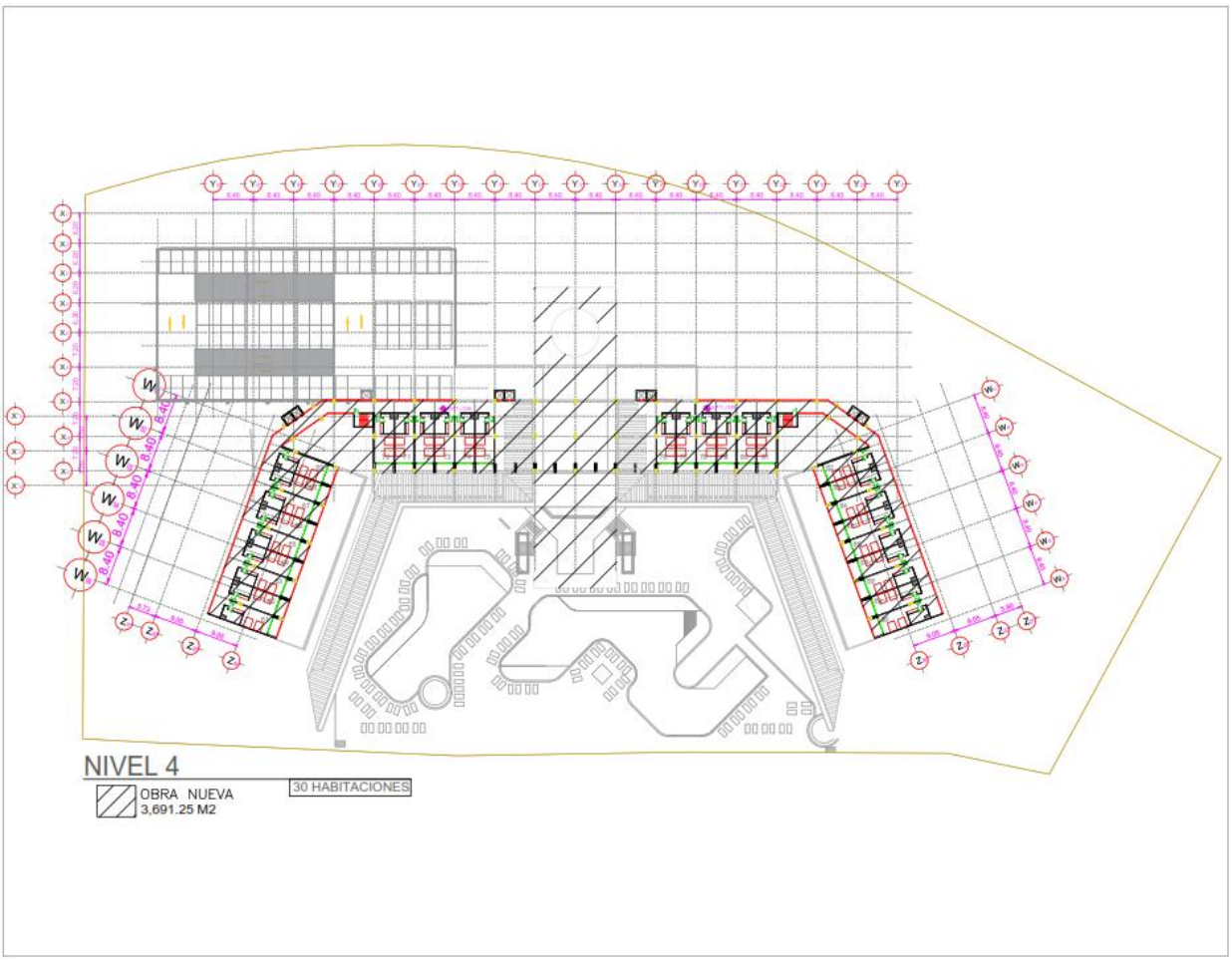
Cuenta con 30 habitaciones de lado izquierdo y derecho con vista al mar, al costado derecho e izquierdo cuenta con Habitaciones con vista panorámica a la alberca del hotel y en las esquinas de la parte inferior cuenta con habitaciones con vista al mar.



Plano No. 13. Planta del Nivel 3

Nivel 4

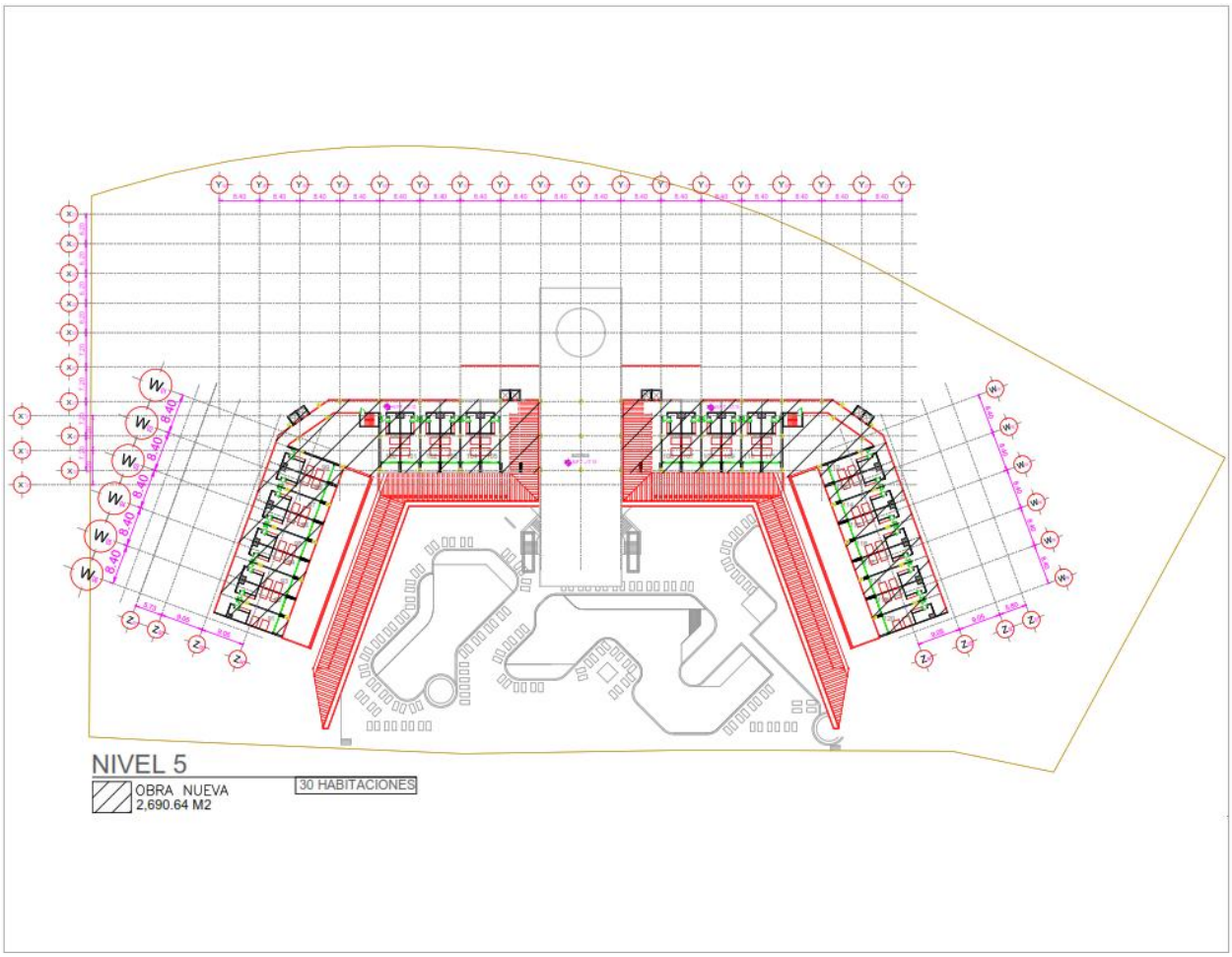
Cuenta 30 habitaciones de lado izquierdo y derecho con vista al mar, al costado derecho e izquierdo cuenta con Habitaciones con vista panorámica a la alberca del hotel y en las esquinas de la parte inferior cuenta con habitaciones con vista al mar.



Plano No. 14. Planta del Nivel 4

Nivel 5

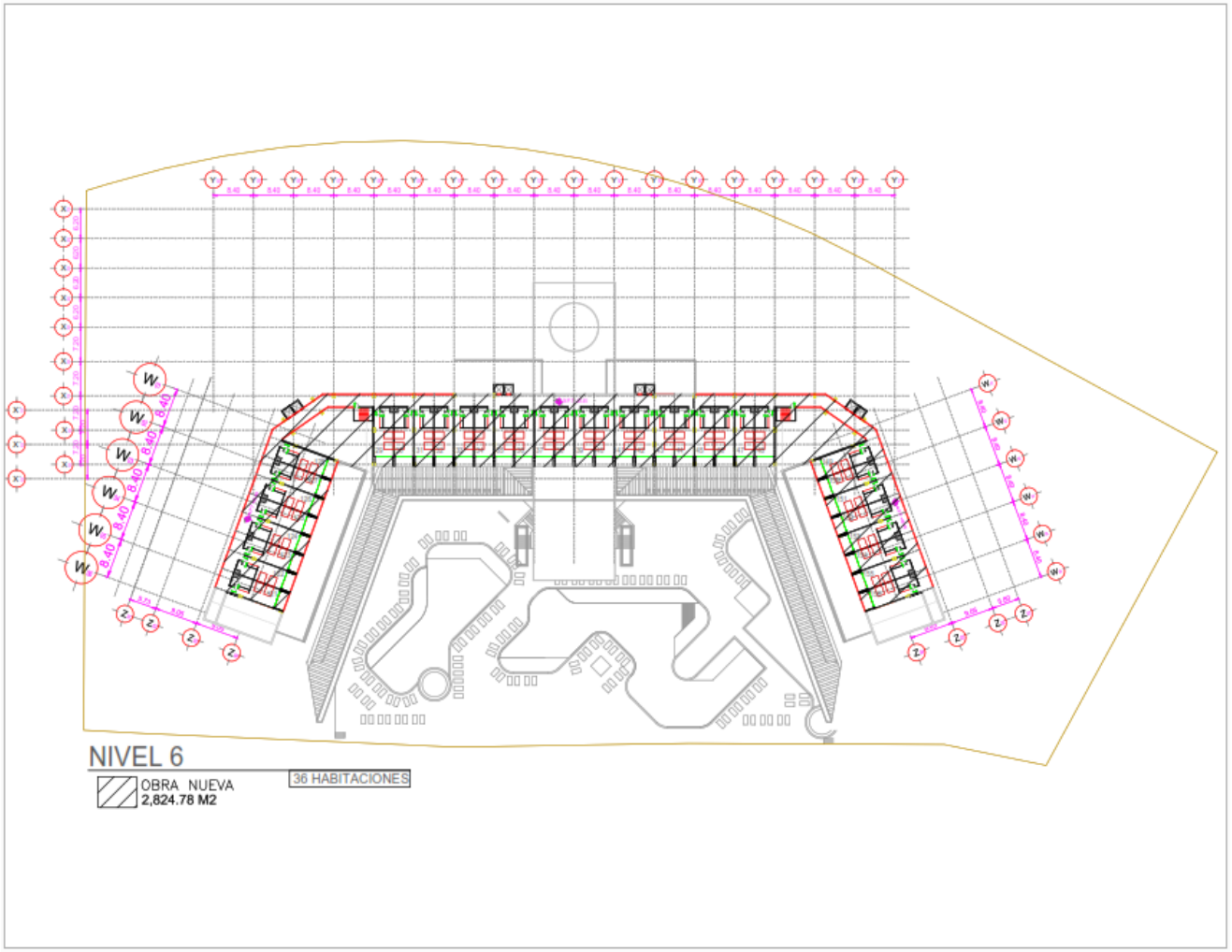
Cuenta 30 habitaciones de lado izquierdo y derecho con vista al mar, al costado derecho e izquierdo cuenta con Habitaciones con vista panorámica a la alberca del hotel y en las esquinas de la parte inferior cuenta con habitaciones con vista al mar



Plano No. 15. Planta del Nivel 5

Nivel 6 al 11

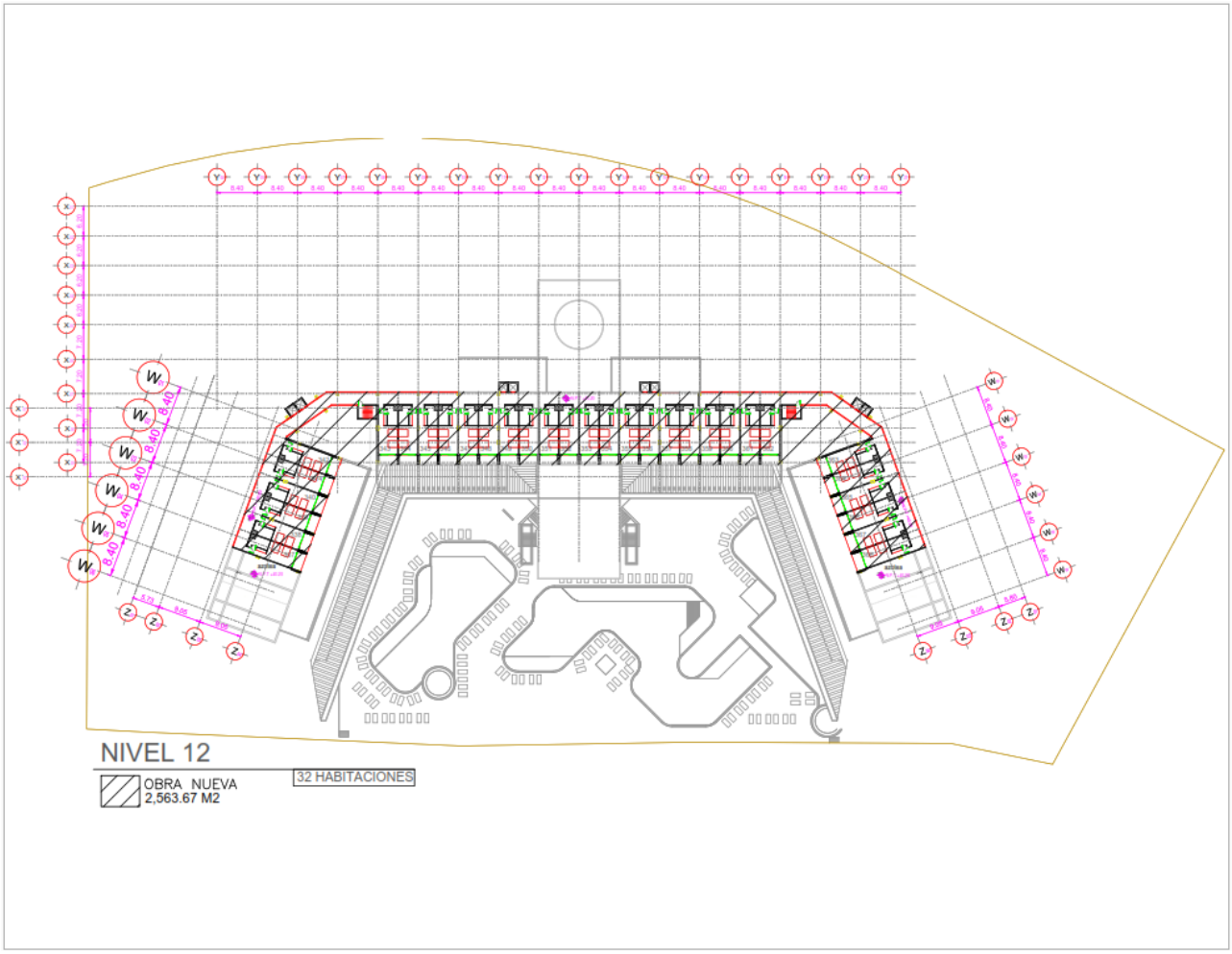
Cuenta con 36 habitaciones de lado izquierdo y derecho con vista al mar, al costado derecho e izquierdo cuenta con Habitaciones con vista a la alberca.



Plano No. 16. Planta del Nivel 6 al 11

Nivel 12

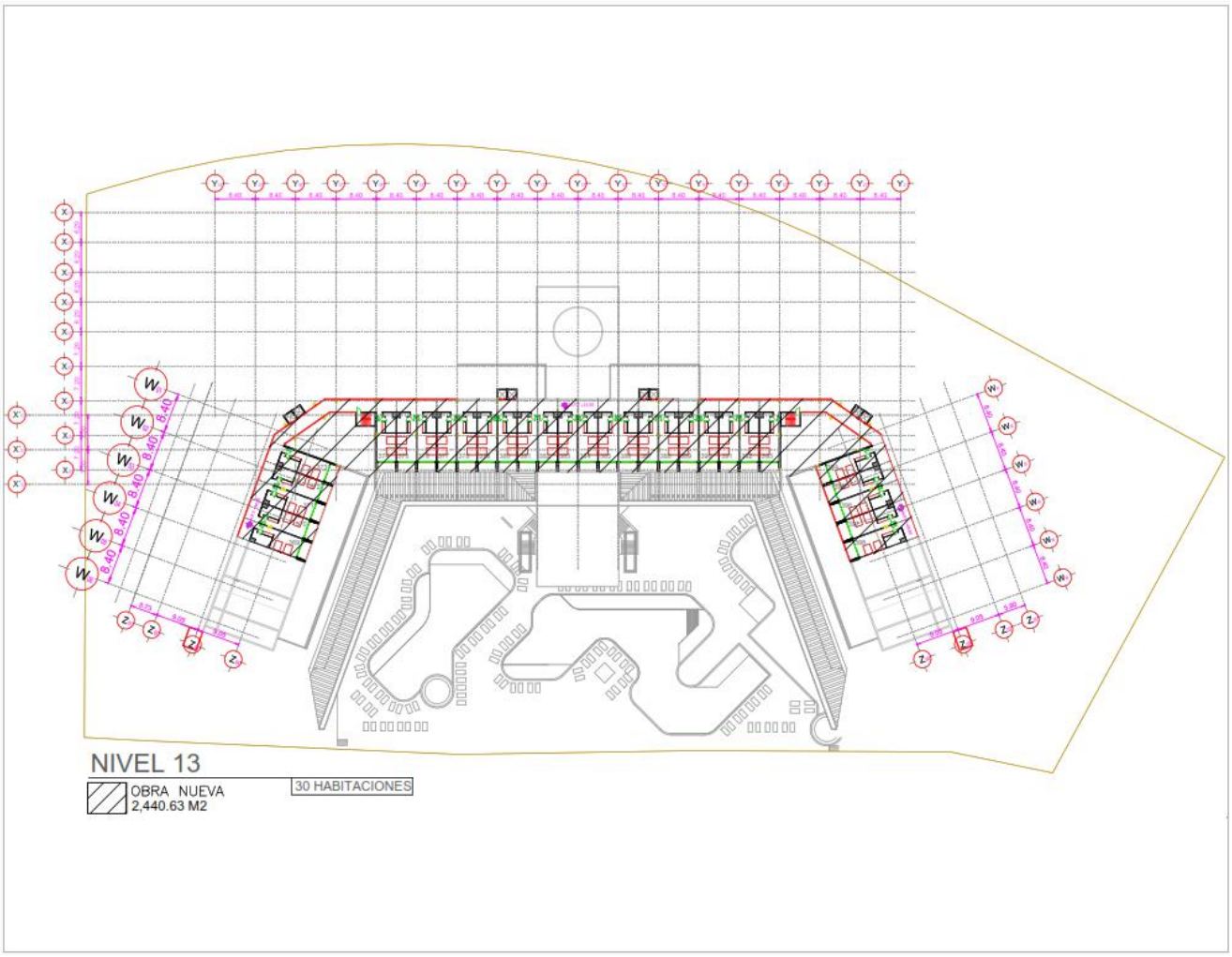
Cuenta con 32 habitaciones de lado izquierdo y derecho con vista al mar.



Plano No. 17. Planta del Nivel 12

Nivel 13 y 14

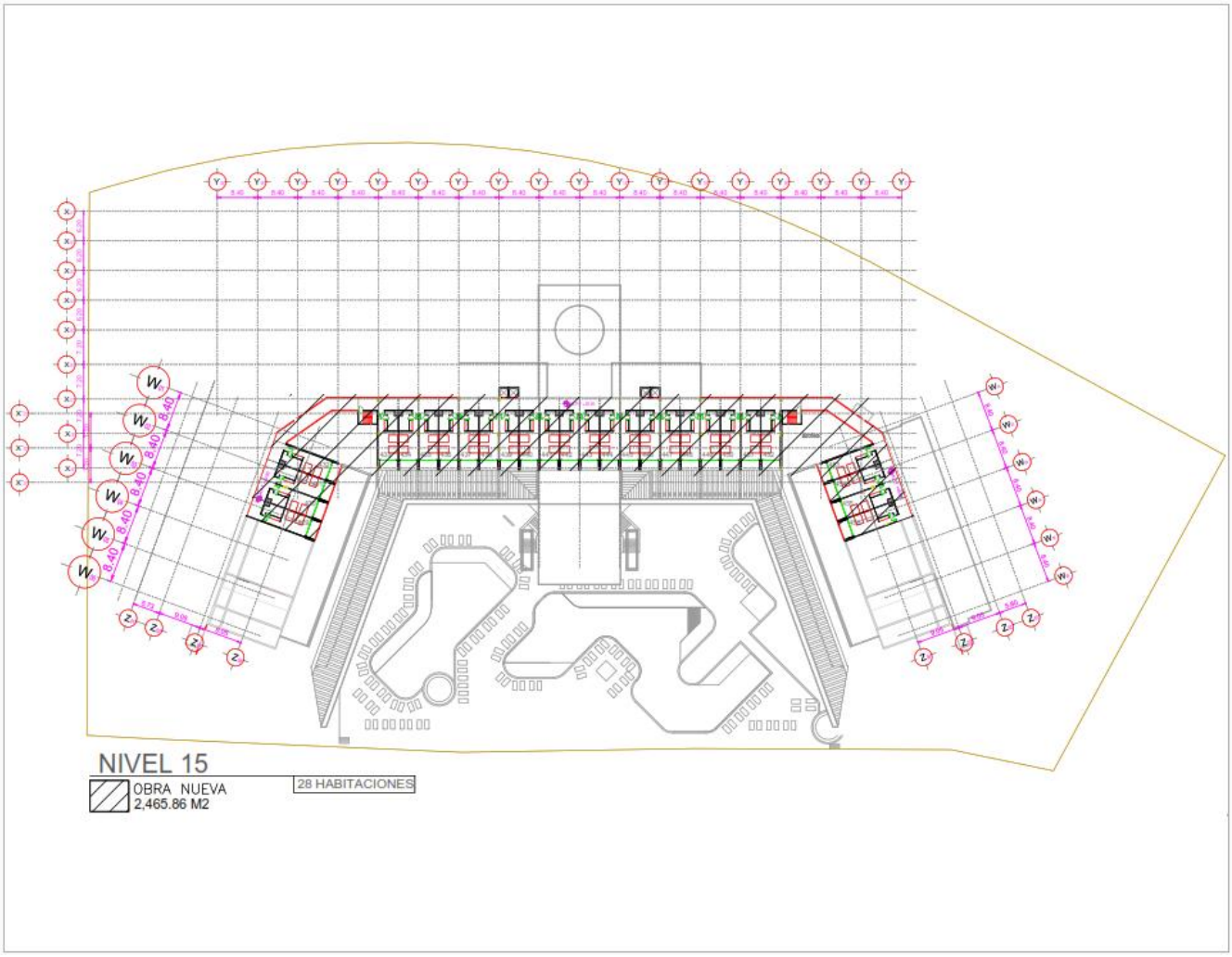
Cuenta con 30 habitaciones de lado izquierdo y derecho con vista al mar.



Plano No. 18. Planta del Nivel 13 y 14

Nivel 15

Cuenta con 28 habitaciones por torre con vista al mar.



Plano No. 19. Planta del Nivel 15

Habitaciones:

El proyecto sólo contempla un diseño de habitación, distribuidos como se muestra en el cuadro y la Figura:

Cuadro No. 10. Se indican las habitaciones en cada nivel.

NIVEL	HABITACIONES POR NIVEL
Planta baja	0
Mezanine	0
Nivel 2	30
nivel 3	30

NIVEL	HABITACIONES POR NIVEL
Nivel 4	30
Nivel 5	30
Nivel 6	36
Nivel 7	36
Nivel 8	36
Nivel 9	36
Nivel 10	36
Nivel 11	36
Nivel 12	32
Nivel 13	30
Nivel 14	30
Nivel 15	28
Total	**456**

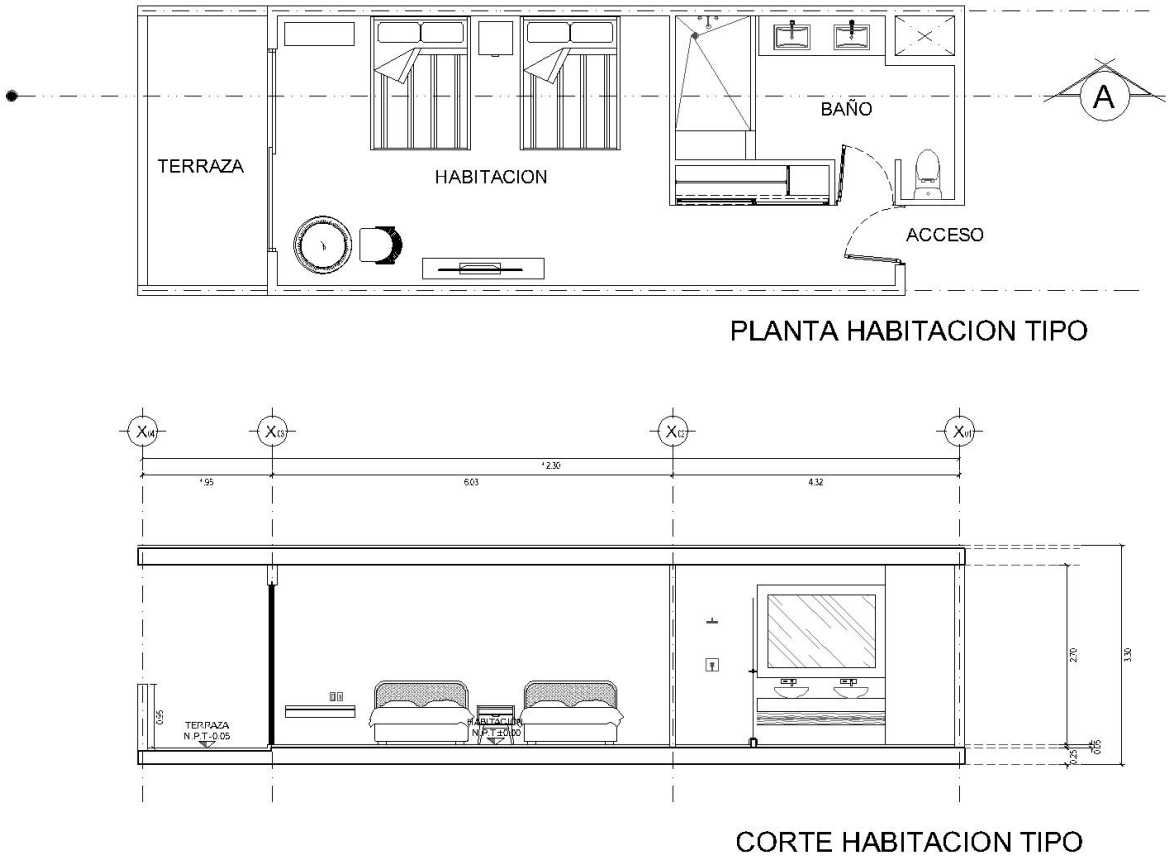


Figura No. 2 Distribución en planta y corte de la habitación tipo del hotel

5.3. Otras instalaciones

Área de Servicios y de mantenimiento.

Esta área incluye áreas de mantenimiento y de servicio como almacenes, cuarto de mantenimiento, sanitarios, área de cisterna, cuarto de máquinas, cuartos de basura, comedor de empleados, ama de llaves, lavandería, seguridad y cocina general.

Almacenes. Se contará con almacenes de carpintería, pintura, jardinería, para residuos peligrosos y de sustancias químicas.

Cuarto de mantenimiento. En este se encontrará el equipo y herramienta necesaria para el mantenimiento de equipos, bombas, etc.

Sanitarios de personal. Se contará con sanitarios para hombres y mujeres para el uso del personal del hotel.

Cuarto de máquinas. Se albergarán las bombas, calderas, cuarto eléctrico y medidores, así como los equipos necesarios para el funcionamiento del hotel.

Cisterna. Se contará una cisterna de 50 m^2 por 5.0 m de altura, con capacidad para almacenar 250 m^3.

Cuartos de basura. Se contemplan dos cámaras de basura para el acopio temporal de los residuos sólidos. Una de las cámaras será un cuarto frío refrigerado para recibir los residuos orgánicos, y la otra corresponde a un cuarto seco con compartimentos para el acopio diferenciado de residuos inorgánicos, reciclables y no reciclables.

Comedor de empleados. Se contempla un comedor para el personal del hotel con sillas, mesas y barra para la comida.

Ama de llaves: Se considera un área de ama de llaves donde se almacenarán los utensilios que utilizan para la limpieza, así como las toallas, sábanas, etc., para el servicio de habitaciones y para el área de uniformes

Lavandería: Se contará con un área de lavandería con los equipos y productos necesarios para este servicio.

Seguridad. Se contará con un cuarto para el personal de seguridad, donde se coordinarán las actividades de este departamento.

Cocina general. Esta contará con varias áreas de preparación de alimentos, área de refrigeración y congelados, área de lavaloza.

6. Obras y actividades que se realizarán

6.1. Preparación del sitio.

Esta etapa consiste, en la limpieza y trazo de las obras en el terreno. Se llevarán a cabo las actividades de desmonte, despalme, recuperación de tierra, triturado de material vegetal, trazo y nivelación de la plataforma para las obras.

Deslinde topográfico:

Ubicación topográfica de las zonas de aprovechamiento y delimitación física de las zonas de conservación.

Rescate de Fauna:

El rescate de la fauna, se apegará a lo establecido por el Programa de Rescate de Fauna adjunto al presente DTU. Se estima que, con la delimitación de las zonas de aprovechamiento y de las de conservación, se mantendrán áreas donde la fauna puede desplazarse de manera natural.

De la superficie total del proyecto, se respetará el 41.19% de la superficie. Para evitar que el personal de la obra acceda a estas zonas durante el periodo de preparación y construcción, se colocará una barda provisional de malla electrosoldada y plástico negro de vivero. La altura a la que se desplantará la malla será de 80 cm a nivel del suelo, con el fin de permitir el tránsito de la fauna.

Rescate de Vegetación:

Primeramente, se llevará a cabo la identificación de las especies e individuos de la flora que será rescatada de acuerdo con el Programa de Rescate de Flora adjunto a este DTU como **Anexo Tecnico 1**.

Toda la planta de rescate será ubicada en una sección del predio en la que se proporcionarán las condiciones para su recuperación y mantenimiento. Posteriormente, serán utilizadas en las zonas susceptibles de reforestación, o bien, en las áreas ajardinadas del proyecto.

Desmonte:

Con el fin de reforzar las acciones que favorezcan el desplazamiento de la fauna (Programa de Rescate de Fauna como **Anexo Tecnico 2**), el desmonte se llevará a cabo de manera manual. Además, la tala de la vegetación arbórea será direccionada con el fin de evitar dañar la vegetación colindante.

Todo el material producto del desmonte será triturado y el material resultante servirá para enriquecer el suelo de las áreas de conservación.

Despalme:

Con el rescate ejecutado y el desmonte realizado, se procederá al despalme de las áreas de aprovechamiento. Para ello, toda la actividad se realizará con maquinaría. El resultado de esta actividad serán los tocones y raíces de los árboles, así como tierra fértil. La madera obtenida se triturará, en tanto que la tierra será cribada y posteriormente utilizada, ya sea en el vivero, o bien, como sustrato para las áreas de conservación.

Nivelación.

Para llevar a cabo esta actividad, se procederá a la determinación de las curvas de nivel resultantes del despalme. Posteriormente, se calculará el volumen de material que será requerido para la nivelación de las zonas de desplante. Se declara que todo el material pétreo que será utilizado en la construcción será adquirido en los bancos de material o casas comerciales autorizados por la autoridad ambiental estatal.

Una vez realizada esta actividad, se preparará la plataforma de trabajo en donde se colocarán las cimentaciones del edificio.

Cimentación.

La cimentación de los edificios que se proponen se realizará utilizando pilotes o zapatas corridas (dependiendo de los resultados del estudio de mecánica de suelos), quedando sobre el nivel de suelo natural. Para su cimentación se colocarán los pilotes de acuerdo con el estudio de mecánica de suelos que se realice, garantizando con ello la seguridad de las instalaciones y que se mantenga el flujo natural del agua. El agua rodeará los pilotes, por lo que no se interrumpirá el flujo subterráneo.

6.2. Etapa de construcción.

Para la construcción de los edificios, se llevará a cabo la cimentación, levantamiento de paredes, colado de losas, albañilería, acabados, instalación de muebles, acabados, instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas. También se construirán los andadores, vialidades, estacionamiento y se conformarán los jardines.

Edificio del hotel con áreas públicas y de servicio:

Se prevé realizar la cimentación de los edificios con zapatas aisladas, columnas y contratrabes, de acuerdo con los resultados y recomendaciones del estudio de geohidrología y geofísica realizados exprofeso para este DTU. Sin embargo, esto se confirmará una vez que se puedan llevar a cabo los estudios de mecánica de suelo que se realizarán previo al inicio de la construcción del proyecto.

La estructura del edificio será a base marcos de concreto de columnas, trabes y losas de vigueta y bovedilla montadas en sitio los muros se harán con muros de block de 15 x 20 x 40 asentados con mortero y aplanados.

Se establecerán las instalaciones (hidráulica, pluvial, sanitaria, eléctrica, contra incendios, circuito cerrado, telefonía y datos) necesarias para la operación correcta del hotel.

Acabados:

Se realizarán los aplanados con base de morteros con arena y de un espesor no mayor a 5 mm, en todos los muros existentes ya sean de block o de concreto. Posteriormente, se colocarán los pisos y zoclos que serán de mármol de primera calidad en distintos colores y modelos, según sean diseñados los espacios. En los muros, se utilizará una pasta texturizada de distintos tonos. Algunas de las áreas llevarán falso plafón de tabla roca para cubrir las instalaciones y por diseños interiores.

Se instalará la cancelería de aluminio en ventanas y se colocarán todos los accesorios eléctricos finales como apagadores, contactos, lámparas, ventiladores, focos y luminarias en el interior y exterior del edificio.

Finalmente, se instalarán los equipos de operación como el aire acondicionado, motobombas, cámaras, etc., y se realizarán las pruebas de operación.

Albercas:

En las áreas de descanso de la alberca, los pisos serán de madera con piedra natural y el recubrimiento de la alberca será mosaico kolorines de 5 cm de varios colores.

6.2.1. Materiales de construcción a utilizar.

En el Cuadro se enlistan los principales materiales y sustancias a utilizar durante la obra, indicando las unidades y cantidades estimadas requeridas durante la obra proyectada.

Cuadro No. 11. Relación de materiales y sustancias que serán utilizados en el proceso constructivo. Se presentan las cifras aproximadas que se requerirán.

Materiales	Unidad	Total
Alambrón	kg	40,598.16
Alambre recocido	Kg	29,930.10
Varilla de acero	Ton	1,016.73
Clavos	Kg	11,648.70
Malla electro soldada 6x6 - 10x10	m^2	11,565.41
Pasto en rollo	m^2	1,218.09
Cemento tipo 1	Ton	1,352.66
Cemento blanco	Ton	100.56
Cal hidratada	kg	450.16
Cemento crest (20kg)	kg	205,326.63
Masilla fina (40kg)	saco	2,019.74

Materiales	Unidad	Total
Polvo de piedra	m^3	2,867.96
Grava	m^3	1,364.86
Agua (pipas)	m^3	2,745.93
Block de concreto 15x20x40	Pza.	349,284.10
Cubierta para lavabo de mármol	Pza.	299.48
Bovedilla de concreto	Pza.	100,273.10
Vigueta de concreto	ml	25,109.39
Madera de pino de 3a en duela	Pt	39,377.13
Madera de pino de 3a en barrote	Pt	100,908.76
Madera de pino de 3a en polín	Pt	131,511.28
Madera de pino de 3a en tablón	Pt	5,191.16
Cimbra de madera de pino de 3a	hoja	3,260.04
Concreto Premezclado	m^3	7,612.63
Material Sascab	m^3	22,953.43

6.2.2. Requerimientos de mano de obra durante la etapa de construcción.

Para la construcción de todas las obras, se requerirá la contratación de alrededor de 500 trabajadores. En ningún momento coincidirán la totalidad de los empleados.

La mano de obra será contratada en la Ciudad de Cancún. El número de personas de cada oficio se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro No. 12. Personal requerido para la construcción de todas las obras.

Oficio	Unidad	Total
Peón	personas	288
Cabo de obra	personas	16
Oficial albañil	personas	68
Operador de maquinaria menor	personas	5
Operador de tractor D4E y trascabo	personas	11
Carpinteros	personas	23
Fierreros	personas	20
Electricista	personas	23
Plomero	personas	11
Aluminero	personas	9
Pintor	personas	11
Topógrafo	personas	9
Herrero	personas	5
Colocador	personas	23
Palapero	personas	5
Total		**500**

6.2.3. Requerimientos de equipos durnte la construcción

Durante la construcción del proyecto se requerirá de maquinaria y equipo como vibradoras, tractores, motoconformadoras, etc. El equipo requerido durante la construcción se enlista en el Cuadro.

Cuadro No. 13. Equipo requerido para la construcción de toda la infraestructura que comprende el proyecto.

Equipo	Cantidad	Total
Retroexcavadoras	h	14,250
Tractor frontal D-9	h	174
Grúa montacargas	h	2,790
Motoconformadora	h	304
Bobcat	h	2,790
Revolvedora de 1 saco	h	924
Volquetes 7 m3	viajes	899
Revolvedora de 7 m3	viajes	915
Camion pipa de 10,000 lts.	viajes	212
Vibradora de 9 tons	h	312
Compresor Ingersollrand	h	368

6.2.4. Obras y/o servicios de apoyo o provisionales del proyecto.

Sanitarios portátiles:

Se requiere de la instalación de sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores. Dichos sanitarios recibirán limpieza y mantenimiento cada tercer día por parte de una empresa que cuente con permiso de la autoridad competente para realizar la colecta y traslado de las aguas residuales a una planta de tratamiento.

Bodega:

Se habilitará una bodega a base de láminas para el resguardo de los materiales y herramientas que se utilicen durante la construcción del proyecto.

Comedor:

Se habilitará un área para comedor de obra para dar servicio de alimentos y bebidas.

Caseta:

Se tendrá una caseta de control de acceso por la cual se llevará el registro de todo personal, equipo y material que ingrese al predio.

No se contempla la instalación de campamentos ya que la totalidad de los trabajadores provendrán de la propia Ciudad de Cancún.

No se llevarán a cabo dentro del predio actividades de mantenimiento y reparación de la maquinaria que será utilizada. Dichas actividades se realizarán en talleres ex profeso ubicados en el sitio más cercano al proyecto.

6.3. Operación y mantenimiento

Una vez concluida la construcción el proyecto, entrará en operación del hotel, y la administración a su cargo será la responsable de las actividades de mantenimiento de las habitaciones y, áreas comunes y del manejo de los residuos que se generen.

La etapa de operación consistirá en mantener limpias y en funcionamiento las instalaciones del hotel.

Las actividades de mantenimiento que se realizarán en la etapa de operación incluyen las revisiones periódicas de equipos, máquinas e instalaciones hidráulicas, eléctricas, sanitarias, y del estado de los edificios en general.

Las actividades de mantenimiento para las instalaciones, consistirán en:

- Verificación periódica de instalaciones, máquinas y equipo.
- Pintar las instalaciones cuando sea requerido.
- Si alguna instalación sufriera daño se realizarán las acciones de mantenimiento en ese momento.
- Se realizará la limpieza de todas las instalaciones.
- Para el mantenimiento de las albercas se utilizarán sistemas de limpieza mediante filtros y bombas que ayudarán a minimizar el gasto de agua.

6.4. Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera

Preparación del sitio: En esta etapa se prevé realizar el rescate de la vegetación presente en el área de desplante del proyecto, para posteriormente llevar a cabo las actividades de desmonte y despalme para la construcción de las obras del proyecto. En esta etapa la mayor cantidad de residuos que se puede generar será a partir de los desechos vegetales obtenidos y producidos por la remoción de vegetación, así como aquellos que se generarán por el uso de maquinaria y equipo empleados para la remoción y en general en la preparación del proyecto.

Construcción: En esta etapa se realizará la cimentación y construcción de edificios y áreas de servicios y amenidades y la instalación de la red hidráulica, eléctrica y sanitaria. Así como el ajardinado y arborización de las áreas verdes que el proyecto requiera.

Debido a lo anterior es importante diseñar las acciones y estrategias a seguir para el Manejo de Residuos en la etapa de preparación del sitio y construcción, para ello se aplicarán medidas que disminuyan los posibles impactos negativos que se podrían generar tanto a la salud humana como al ambiente.

Se implementa en todas las etapas del proyecto el Programa Integeral de Manejo de Residuos del proyecto con el objeto de reducir riesgos de contaminación al suelo, aire y agua superficial y subterránea.

6.4.1. Actividades Generales

Sensibilización Ambiental: se pretende dar pláticas de inducción ambiental a la gente que se emplee (Arquitecto, Ingeniero y/o Contratistas), considerando lo establecido en el Programa de Capacitación y Difusión Ambiental, para que estén informados de cómo deben disponerse los diferentes tipos de residuos generados en el proyecto.

Se fomentará entre los trabajadores el reusó y reciclaje, para minimizar el volumen de residuos a generar.

Señalización: Colocar letreros de educación ambiental que indiquen las diferentes áreas en donde se colocan los residuos, que promuevan el uso de los contenedores, el uso de equipo de seguridad, el uso de sanitarios portátiles y/o de obra, entre otras cosas.

Ejemplos:

- Depositar los residuos en el contenedor que le corresponda.
- No depositar residuos en las áreas de conservación.
- No depositar residuos de ninguna clase hacia el mar.

6.4.2. Actividades Específicas

6.4.2.1. Residuos Sólidos

- El material vegetal producto del desmonte deberá ser triturado y reutilizar el material obtenido para actividades de reforestación y conservación de suelos; se colocará en un sitio determinado, para su posterior uso como sustrato en las actividades de reforestación, jardinería y/o mantenimiento de las áreas verdes.

- La primera capa de suelo fértil producto del despalme deberá recuperarse, para ser empleada en las actividades de reforestación y/o jardinería del proyecto y conservación de suelos.
- Se colocarán los contenedores necesarios en el área del proyecto, de acuerdo a la cantidad de personal que se tenga.
- Los tipos de contenedores a utilizar dependerán de la naturaleza de los residuos generados, deben estar claramente etiquetados en función de las características de los residuos que se van a almacenar. Las etiquetas deben ser del tamaño adecuado y resistente al agua.
- Los contenedores deberán ubicarse en la zona de facil acceso y donde se encuentre la mayor concentración de trabajadores.
- Dentro de la obra se destinarán sitios para el acopio de los diferentes tipos de residuos generados. Dichos sitios deben estar identificados con letreros de señalización, y contarán por lo menos con 3 módulos en donde se coloquen los residuos sólidos urbanos, los residuos de construcción (también podrán ser reclasificados para reciclaje) y el material vegetal triturado y la tierra vegetal cribada.
- Los residuos de construcción susceptibles a ser reutilizados tales como la madera, metales, cartón, etc., serán separados del resto de los residuos.
- Se reciclarán los residuos de construcción como el alambre, madera, etc., que sean susceptibles a este proceso, con la ayuda de empresas recolectoras de residuos.
- Se llevarán a cabo actividades de limpieza todos los días, al finalizar cada jornada de trabajo.
- Se retirarán los residuos de los centros de acopio periódicamente y disponerlos en los sitios autorizados por el municipio, para evitar su dispersión y la proliferación de fauna nociva.
- Los residuos que no puedan ser reutilizados o reciclados, serán canalizados alguna empresa dedicada a dicha actividad, o a los sitios de disposición final a cargo del Ayuntamiento del municipio de Benito Juárez.
- Está prohibido el uso del fuego como medio para la disposición final de residuos.
- El frente de la construcción durante la etapa de construcción se mantendrá limpia, quedando prohibido el almacenamiento de escombros y materiales en la vía pública.
- Se contará con un comedor en la obra con el fin de evitar la dispersión de los residuos que se generan por el consumo de alimentos; de igual forma se contará con contenedores que tendrán su rótulo de acuerdo al tipo de residuo a colectar.

6.4.2.2. Residuos Líquidos

- Se colocarán sanitarios portátiles suficientes a razón de 1 por cada 20 trabajadores, mismos que deberán de ser distribuidos de tal manera que el personal tenga acceso a ellos en cualquiera de las áreas en las que se encuentre laborando y se colocarán letreros que promuevan su uso.
- Se realizará limpieza de los sanitarios cada dos días y se llevaran bitácoras de limpieza de los sanitarios portátiles con el fin de vigilar que esto se lleve a cabo de forma continua.

- Se contratará el servicio de una empresa especializada en el manejo de aguas negras, se verificará que la empresa contratada cuente con su autorización vigente para realizar dicha actividad, y, por lo tanto, con los medios necesarios para efectuar el transporte y disposición adecuada de estos líquidos.

6.4.2.3. Residuos Peligrosos

Se debe contar con almacenes temporales para el acopio de materiales y residuos peligrosos los cuáles cumplan con lo establecido en el Artículo 82 del *Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*.

Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos deben tener las siguientes condicionantes:

- Estar separadas de las áreas de producción, servicios y de almacenamiento de materias primas o productos terminados.
- Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones.
- Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretiles de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados.
- Cuando se almacenen residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño.
- Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados.
- Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, de forma visible.
- El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios.

6.4.2.4. Residuos.

Debido que el proyecto es de dimensiones medianas, se estima que los residuos sólidos que se generarán tanto para la construcción como para la operación del proyecto serán manejables.

Los residuos forestales resultado del desmonte serán triturados o picados y acomodados en áreas destinadas a la conservación de suelos, preferentemente adyacentes al área del proyecto, evitando su apilamiento.

El escombro se recolectará periódicamente y se dispondrá en los sitios donde lo indique la autoridad municipal. En relación a los residuos domésticos, se dispondrán de contenedores con tapa para recolectar la orgánica en forma separada a la inerte, ambas se depositarán periódicamente en el relleno municipal.

Se colocarán sanitarios portátiles tipo SANIRENT para evitar el fecalismo al aire libre se instalará 1 sanitario por cada 20 trabajadores en frentes de obra; se le exigirá a la empresa que las limpien de conformidad a las especificaciones del fabricante y de conformidad a la normatividad en la materia. El promovente solicitará que se le entreguen facturas o notas de remisión a efecto de comprobar esta afirmación.

Los residuos requieren de un manejo integral que incluye el control de la generación, el acopio, la recolección, el transporte, el procesamiento y la disposición final.



Figura No. 3 Proceso de interacción entre los elementos de un sistema de manejo de residuos.

En cuanto a la generación de emisiones atmosféricas, residuos líquidos, sólidos, vibración y ruido, en la operación del proyecto, serán perceptibles en el proceso constructivo, particularmente desplantes y construcción de las obras, pero una vez iniciada la construcción, los niveles de ruido serán cada vez menores, particularmente porque la vegetación que se dejará servirá como barrera en la dispersión del ruido.

Cuadro No. 14 Generación de emisiones y residuos en la operación de las cabañas.

Generación de Emisiones y Residuos	
Tipo	**Control**
Aguas con grasas y aceites	Para la recolección de las aguas grises y con grasa y aceites, se instalará un contenedor para su almacenamiento temporal que será limpiado cada 2 a 3 días por empresa autorizada. Para la recolección de las aguas negras se instalarán sanitarios tipo SANIRENT a razón de 1 por cada 20 trabajadores, que serán limpiados cado 2 a 3 días por empresa autorizada.
Aguas Jabonosas	
Aguas Residuales (negras)	
Desechos Sólidos	Los desechos sólidos serán almacenados en recipientes cerrados y trasladados a disposición final autorizado.
Agroquímicos para jardinería	Se evaluará el tipo de producto a ser empleado en caso de requerirse para algunas áreas donde se considera se requiere reforzar las plantas reforestadas, de modo que sea acorde con el catálogo de CICOPLAFEST y que no tenga persistencia en el ambiente ni toxicidad.

6.5. Desmantelamiento y abandono.

No se tiene previsto una etapa de desmantelamiento y abandono en tanto haya condiciones de operación del proyecto.

7. Programa de trabajo

El proyecto se pretende construir en 5 años y se solicita un periodo de hasta 100 años para su operación.

Cuadro No. 15 Programa de trabajo para el proyecto

AÑOS	AÑO1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5		6 a 100 años
MESES	1 SEMESTRE	2 SEMESTRE	3 SEMESTRE	4 SEMESTRE	5 SEMESTRE	6 SEMESTRE	7 SEMESTRE	8 SEMESTRE	9 SEMESTRE	10 SEMESTRE	
Licencias y permisos											
Preliminares											
Desmonte											
Despalme											
Cimentación											
Estructura											
Albañilería y aplanados											
Instalaciones especiales											
Pisos y recubrimientos											
Cancelería											
Pasta y pintura											
Inst. eléctrica											
Inst. hidrosanitaria											
Carpintería											
Inst. gas											
Tablaroca											
Inst. equipos de A/C											
Limpiezas											
Impermeablización											
Áreas de jardinería y reforestación											
Operación											

8. Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo.

Para obtener esta estimación se realiza el análisis con respecto al tipo de vegetación para su aprovechamiento por CUSTF, que en este caso es de Vegetación de Duna Costera (Matorral Costero). En el capítulo VII de este estudio se desarrolla ampliamente la metodología y la descripción completa de la cobertura de vegetación en el predio, así como el método y resultados obtenidos para el cálculo de parámetros e índices ecológicos***, por lo que en este apartado se presenta exclusivamente los resultados referentes a la estimación del volumen* para la hectárea tipo y el volumen que se obtendrá por el CUSTF** que se propone en vegetación de duna costera.

8.1. Volumen total estimado por unidad de superficie

La estimación de volumen sólo se realiza para aquella cobertura de vegetació que será afectadas por el CUSTF del proyecto, es decir, para vegetación de duna costera.

8.1.1. Volumen en vegetación de duna costera

Con respecto a las estimaciones de volumen para vegetación de duna costera para los estratos arbóreo y arbustivo, por especies, las estimaciones del muestro arrojan que se alcanzan los 69.7342 m3/Ha v.t.a. de los cuales, 741.249 m3/Ha (59.15%) son aportados por los individuos localizados en el estrato arbóreo, en tanto el saldo del volumen total, que corresponde al estimado en el estrato arbustivo, se alcanza un volumen por el orden de los 28.485 m3/Ha (40.84%).

Como consecuencia de la dominancia que prevalece por la especie ***Sideroxylon americanum*** con una participación de un volumen de 627.908 m3/Ha v.t.a., que es el 40.02% del total de este tipo de vegetación.

Cuadro No. 16 Estimación de volumen por estrato y por especie.

		VOL m3/Ha			
NOMBRE	**ESPECIE**	**ARBOREO**	**ARBUSTIVO**	**TOTAL**	**%**
Bumelia	***Sideroxylon americanum***	15.28	12.63	27.908	40.02
Chechen negro	***Metopium brownei***	14.15	0.60	14.747	21.15
Chaca	***Bursera simaruba***	9.42	2.21	11.631	16.68
Zapote	***Manilkara sapota***	0.56	3.84	4.393	6.30
Chit	***Thrinax radiata***	0.15	3.97	4.127	5.92
Pakalche	***Sideroxylon obtusifolium***	-	3.26	3.262	4.68
Nakax	***Coccothrinax readii***	-	1.11	1.106	1.59
Tadzi	***Neea psychotrioides***	0.60	-	0.595	0.85
Ciricote de playa	***Cordia sebestena***	0.58	-	0.582	0.84
Chacniche	***Colubrina greggii var. yucatanensis***	-	0.42	0.422	0.61
Yax ka'ax	***Pithecellobium keyense***	-	0.42	0.420	0.60
Akitz	***Thevetia gaumeri***	0.26	-	0.255	0.37
Napche	***Ximenia americana***	0.25	-	0.249	0.36
Chacsikin	***Bonellia macrocarpa***	-	0.04	0.035	0.05
Hulub	***Bravaisia berlandieriana***	-	-	-	-
Uva de mar	***Coccoloba uvifera***	-	-	-	-
		41.249	**28.485**	**69.734**	**100.000**

En el gráfico se puede observar el comportamiento de la participación en el volumen de cada una de las especies y de los estratos para vegetación de duna costera.

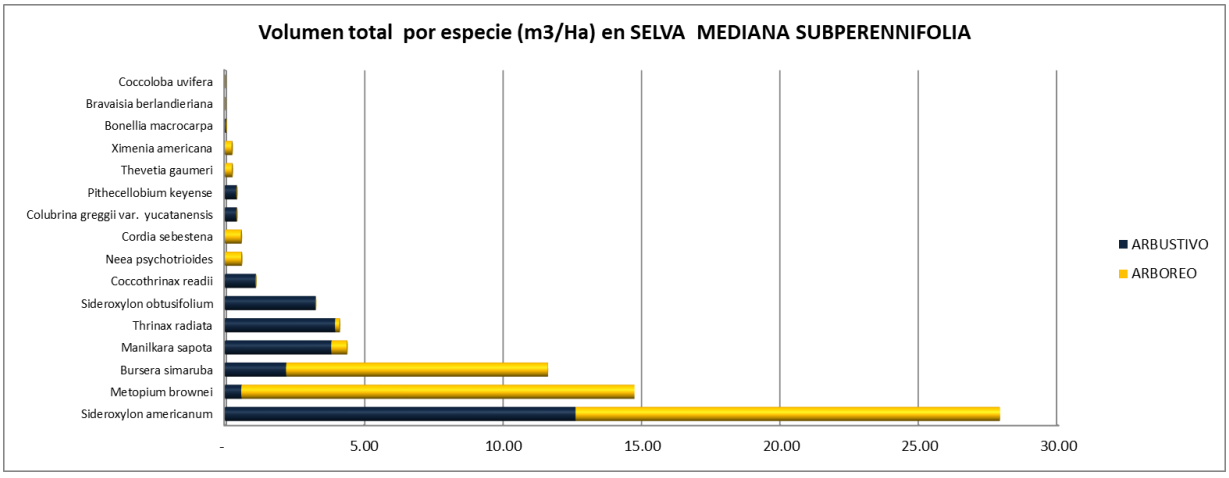


Figura No. 4 Volumen total por especies y por estrato en vegetación de duna costera.

Cuadro No. 17 Principales parámetros dendrométricos obtenidos por especie en el predio del proyecto en vegetación de duna costera.

No.	ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	ARBÓREO			ARBUSTIVO			HERBÁCEO			TOTAL		
			N	AB	VTA	N	AB	VTA	N	AB	VTA	N	AB	VTA
1	Akitz	***Thevetia gaumeri***	7	0.0572	0.255	-	-	-	-			7	0.0572	0.2552
2	Bumelia	***Sideroxylon americanum***	283	4.1083	15.282	1,533	5.1277	12.626	417			2,233	9.2360	27.9079
3	Chacsikin	***Bonellia macrocarpa***	-	-	-	67	0.0253	0.035	-			67	0.0253	0.0355
4	Chaca	***Bursera simaruba***	103	2.5620	9.421	200	0.8025	2.210	833			1,137	3.3645	11.6305
5	Chacniche	***Colubrina greggii var. yucatanensis***	-	-	-	133	0.3496	0.422	-			133	0.3496	0.4222
6	Chechen negro	***Metopium brownei***	130	3.4929	14.152	67	0.1701	0.595	417			613	3.6630	14.7472
7	Chit	***Thrinax radiata***	7	0.0534	0.155	200	1.3223	3.972	-			207	1.3757	4.1269
8	Ciricote de playa	***Cordia sebestena***	17	0.1575	0.582	-	-	-	-			17	0.1575	0.5823
9	Hulub	***Bravaisia berlandieriana***	-	-	-	-	-	-	417			417	-	-
10	Nakax	***Coccothrinax readii***	-	-	-	200	0.8470	1.106	-			200	0.8470	1.1064
11	Napche	***Ximenia americana***	7	0.0798	0.249	-	-	-	-			7	0.0798	0.2492
12	Pakalche	***Sideroxylon obtusifolium***	-	-	-	200	1.0601	3.262	-			200	1.0601	3.2620
13	Yax ka'ax	***Pithecellobium keyense***	-	-	-	333	0.2228	0.420	-			333	0.2228	0.4203
14	Tadzi	***Neea psychotrioides***	13	0.1646	0.595	-	-	-	417			430	0.1646	0.5951
15	Uva de mar	***Coccoloba uvifera***	-	-	-	-	-	-	417			417	-	-
16	Zapote	***Manilkara sapota***	3	0.1458	0.558	400	1.3738	3.835	-			403	1.5196	4.3933
	TOTALES		570.00	10.82	41.25	3,333.33	11.30	28.48	2,916.67	-	-	6,820.0	22.123	69.734

8.2. Volumen de aprovechamiento

Para el caso de los volúmenes que se obtendrá por efecto del cambio de uso del suelo en terrenos forestales de acuerdo al tipo de cobertura por afectar en vegetación de duna costera, las estimaciones se han realizado considerando el volumen obtenido por unidad de superficie para cada especie y considerando la superficie propuesta para el cambio de uso del suelo.

8.2.1. Volumen de aprovechamiento en vegetación de duna costera

Considerando que la afectación por CUSTF en este tipo de vegetación es de 1.448 hectáreas por lo que el volumen total estimado por estrato y especie para su aprovechamiento en este tipo de vegetación es de 100.975 m3 v.t.a., con las proporciones por especie que ya se tenían estimadas en el cuadro anterior.

Cuadro No. 18 Volumen total estimado por especie por el cambio de uso del suelo en terrenos forestales del proyecto en vegetación de duna costera.

		VOL m3/Ha				
NOMBRE	**ESPECIE**	**ARBOREO**	**ARBUSTIVO**	**TOTAL**	**DESPLANTE EN 1.448 HECTÁREAS**	**%**
Bumelia	***Sideroxylon americanum***	15.28	12.63	27.908	0.370	40.02
Chechen negro	***Metopium brownei***	14.15	0.60	14.747	40.411	21.15
Chaca	***Bursera simaruba***	9.42	2.21	11.631	0.051	16.68
Zapote	***Manilkara sapota***	0.56	3.84	4.393	16.841	6.30
Chit	***Thrinax radiata***	0.15	3.97	4.127	0.611	5.92
Pakalche	***Sideroxylon obtusifolium***	-	3.26	3.262	21.354	4.68
Nakax	***Coccothrinax readii***	-	1.11	1.106	5.976	1.59
Tadzi	***Neea psychotrioides***	0.60	-	0.595	0.843	0.85
Ciricote de playa	***Cordia sebestena***	0.58	-	0.582	-	0.84
Chacniche	***Colubrina greggii var. yucatanensis***	-	0.42	0.422	1.602	0.61
Pithecellobium	***Pithecellobium keyense***	-	0.42	0.420	0.361	0.60
Akitz	***Thevetia gaumeri***	0.26	-	0.255	4.723	0.37
Napche	***Ximenia americana***	0.25	-	0.249	0.609	0.36
Chacsikin	***Bonellia macrocarpa***	-	0.04	0.035	1.0140	0.05
Hulub	***Bravaisia berlandieriana***	-	-	-	-	-
Uva de mar	***Coccoloba uvifera***	-	-	-	6.362	-
		41.249	**28.485**	**69.734**	**100.975**	**100.000**

8.2.2. Parámetros estimados por estrato, especie y tipo de vegetación aplicando CUSTF en vegetación de duna costera.

Para conocer los valores de los parámetros en función de la superficie de CUSTF solicitada para el tipo de vegetación de duna costera a partir de la hectárea tipo, se obtiene lo siguiente:

Cuadro No. 19 Principales parámetros dendrométricos obtenidos por estrato y especie en el CUSTF del proyecto en vegetación de duna costera.

No.	ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	ARBÓREO			ARBUSTIVO			HERBÁCEO			TOTAL		
			N	AB	VTA	N	AB	VTA	N	AB	VTA	N	AB	VTA
1	Akitz	***Thevetia gaumeri***	9.7	0.0828	0.3696	-	-	-	-	-	-	10	0.083	0.370
2	Bumelia	***Sideroxylon americanum***	410.3	5.9488	22.1281	2,220.3	7.4249	18.2825	603.3	-	-	3,234	13.374	40.411
3	Chacsikin	***Bonellia macrocarpa***	-	-	-	96.5	0.0367	0.0514	-	-	-	97	0.037	0.051
4	Chaca	***Bursera simaruba***	149.6	3.7098	13.6412	289.6	1.1620	3.1998	1,206.7	-	-	1,646	4.872	16.841
5	Chacniche	***Colubrina greggii var. yucatanensis***	-	-	-	193.1	0.5062	0.6114	-	-	-	193	0.506	0.611
6	Chechen negro	***Metopium brownei***	188.2	5.0577	20.4919	96.5	0.2463	1.01402	603.3	-	-	888	5.304	21.354
7	Chit	***Thrinax radiata***	9.7	0.0773	0.2244	289.6	1.9147	5.7514	-	-	-	299	1.992	5.976
8	Ciricote de playa	***Cordia sebestena***	24.1	0.2280	0.8432	-	-	-	-	-	-	24	0.228	0.843
9	Hulub	***Bravaisia berlandieriana***	-	-	-	-	-	-	603.3	-	-	603	-	-
10	Nakax	***Coccothrinax readii***	-	-	-	289.6	1.2265	1.6020	-	-	-	290	1.226	1.602
11	Napche	***Ximenia americana***	9.7	0.1156	0.3608	-	-	-	-	-	-	10	0.116	0.361
12	Pakalche	***Sideroxylon obtusifolium***	-	-	-	289.6	1.5350	4.7233	-	-	-	290	1.535	4.723
13	Yax ka'ax	***Pithecellobium keyense***	-	-	-	482.7	0.3226	0.6086	-	-	-	483	0.323	0.609
14	Tadzi	***Neea psychotrioides***	19.3	0.2384	0.8618	-	-	-	603.3	-	-	623	0.238	1.0140
15	Uva de mar	***Coccoloba uvifera***	-	-	-	-	-	-	603.3	-	-	603	-	-
16	Zapote	***Manilkara sapota***	4.8	0.2111	0.8083	579.2	1.9892	5.5533	-	-	-	584	2.200	6.362
	TOTALES		825.36	15.67	59.73	4,826.67	16.36	41.25	4,223.33	-	-	9,875.36	32.0337	100.9750

9. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo.

Las formas de valoración económica son dependientes de indicadores físicos y biológicos relativos a los recursos, que permiten hacer las correspondientes modelaciones para derivar los valores asociados. La información física y biológica requerida frecuentemente no existe, o es insuficiente y fragmentada, o poco confiable.

En México existen algunos estudios de caso, de los cuales posiblemente los más estudiados son los bosques como ecosistemas. Se han hecho algunos estudios sobre manglares y sobre la importancia de los vertebrados, y se han estimado algunos indicadores de valor económico para el ecoturismo y el potencial farmacéutico. En otros casos existen indicadores cuantitativos relativos a otros usos, como la producción de leña.

La definición de Recursos Biológicos forestales está en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable:

LGDFS, Artículo 7 fracción XLVI. Recursos biológicos forestales: Recursos biológicos forestales: Comprende las especies y variedades de plantas, hongos y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquéllas para la investigación;

Adicionalmente en la definición de Recursos Forestales de la misma LGDFS se establece lo siguiente:

XLVII. Recursos forestales: *La vegetación de los ecosistemas forestales, sus servicios, productos y residuos, así como los suelos de los terrenos forestales y preferentemente forestales*

A partir de estas dos definiciones se realiza entonces el análisis de la valoración económica. En general, los recursos biológicos son comercializados para su uso directo en el consumo intermedio o final, así que existen mercados donde se fijan sus precios. En otros casos, los recursos se valoran a través del precio de recursos asociados o substitutos que se comercializan.

Para la valoración de los usos indirectos que proporcionan los servicios ambientales, en general no existen mercados, y la valoración tiene que recurrir a mercados simulados y a otros métodos de valoración.

En el caso de mercados reales se utiliza la información de los precios de mercado como un índice del valor monetario del recurso biológico, suponiendo que este precio describa razonablemente el valor.

No obstante que el promovente por la implementación del proyecto no pretende realizar la comercialización de los productos resultantes por el desplante de la obra, sin embargo, con el fin de cumplir con los lineamientos de este capítulo se ha procedido a realizar una estimación económica de los productos forestales maderables y no maderables encontrados en el predio.

Los recursos biológicos forestales que pueden obtenerse en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo son los siguientes:

- Carbón
- Madera para palizada y rollo
- Tierra vegetal
- Captura de carbono
- Plantas de ornato
- Chicle

El valor económico de estos recursos puede estimarse con relativa facilidad, sin embargo otros recursos, como los frutos comestibles y las partes vegetales con propiedades medicinales, son difíciles de calcular económicamente debido a que su aprovechamiento se realiza a través de los usos y costumbres de los habitantes de la región, tal es el caso de Manilkara sapota (Chicozapote), cuyos frutos son utilizados para preparar dulce; y algunos otros frutos, que tienen propiedades medicinales para controlar la fiebre o para enfermedades estomacales.

En el mismo sentido se encuentran las especies que cada día ganan mayor interés por sus cualidades en la rehabilitación de zonas degradadas. El mercado de estas especies aún no se ha establecido y su extracción es por lo general de manera ilegal y de los ambientes naturales.

9.1. Carbón Vegetal

En lo que corresponde al aprovechamiento de Carbón vegetal se tiene lo siguiente:

Con base en la estimación realizada del volumen total maderable derivado de la superficie solicitada para el cambio de uso de terrenos forestales en vegetación de duna costera, y considerando que el rendimiento de la madera en la región, para la elaboración de carbón se estima que por cada (1) m3 de madera se obtiene aproximadamente 0.769 toneladas, se calcula que el volumen de carbón que puede obtenerse sería de 53.626 ton en el CUSTF.

El valor económico de la tonelada en la región oscila alrededor de los $2,000.00 dependiendo de la zona de adquisición por lo que el valor estimado del volumen resultante de carbón con motivo del CUSTF es de $155,299.52.

Cuadro No. 20 Valor del volumen de carbón por aprovechamiento de CUSF del proyecto.

Tipo de vegetación	Sup. Aprov CUSTF (Ha)	Volumen total/Ha (m3)	Ton carbón (ton)	Precio venta ($)
vegetación de duna costera	1.448	69.73	53.626	155,299.52
TOTAL:	**1.448**		**53.626**	**155,299.52**

9.2. Madera para aserrío y palizada

Debido a las dimensiones del arbolado y a las condiciones comerciales, no es posible darle un uso de aserrío a todo el volumen estimado en cada una de las coberturas de vegetación, así como tampoco de palizada, por lo que a continuación se hace un análisis del valor maderable en función del destino para madera de aserrío o uso de palizada, bajo las consideraciones que se describen en los siguientes acápites.

9.2.1. Madera de Aserrío

9.2.1.1. Aserrío de individuos de Vegetación de duna Costera

Si tomáramos en cuenta el volumen reportado en el inventario forestal y el volumen de aprovechamiento establecidos en este capítulo, podemos establecer que en el predio se tienen unas existencias totales de diferentes especies por el orden de los 100.975 m3 vta en una superficie de 1.448 hectáreas de vegetación de duna costera, de acuerdo a las estimaciones realizadas en el capítulo correspondiente de este estudio.

En este caso se han reportado 73.33 ind/Ha para el proceso de aserrío con DN mayor a 20 cm y un total afectable por CUSTF por el orden de los 106.19 árboles de las especies indicadas en el cuadro.

Cuadro No. 21 Número de individuos para aserrío por remoción de vegetación para CUSTF en veegtación de duna costera

ESPECIE	No. ind/HA	No. total de individuos en CUSTF
BUMELIA	3.33	**4.83**
CHACA	23.33	**33.79**
CHECHEN NEGRO	43.33	**62.75**
ZAPOTE	3.33	**4.83**
TOTAL	**73.33**	**106.19**

9.2.1.2. Volúmen de aserrío de individuos de Vegetación de Duna Costera

El volumen estimado por remoción de vegetación en el CUSTF para individuos con posibilidad de aserrío con diámetro mayor a 20 cm se estimó por el orden de los 19.795 m3 vta.

Cuadro No. 22 Volumen a obtener de aserrío (m3 vta) en CUSTF vegetación de duna costera

ESPECIE	VOL TOTAL/HA (M3 VTA)	TOTAL CUSTF (M3 VTA)
BUMELIA	0.4923	0.7129
CHACA	4.7430	6.8678
CHECHEN NEGRO	7.8773	11.4064
ZAPOTE	0.5582	0.8083
TOTAL	**13.6708**	**19.7953**

9.2.1.3. Valor total de madera de Aserrío

Considerando un valor de mercado de $2,500 en primarios, $1,500 en secundarios y $750 para terciarios en maderas comunes tropicales, con una distribución de 70-20-10 de los productos, por lo que se obtiene un valor de mercado aproximado de $42,065.10

Cuadro No. 23 Valor de mercado de madera de aserrío con DN mayor a 20 cm para CUSTF en vegetación de duna costera

Tipo de vegetación	Madera en rollo para aserrío	
	m3 rollo	$
Vegetación de Duna Costera	19.795	42,065.11
Total:	**19.795**	**42,065.108**

9.2.1.4. Palizada de individuos de vegetación de Duna Costera

La cantidad total obtenida para el predio en la cobertura de vegetación de duna costera, en el análisis realizado se estimó que los individuos entre 10 y 20 cm de DN aportan un total de 496.67 ind/Ha, por lo que se estima contar con 719.17 individuos en la remoción de vegetación por CUSTF propuesto en este tipo de cobertura.

Cuadro No. 24 No. de individuos de palizada por remoción de vegetación en CUSTF en vegetación de duna Costera.

	No. de arboles	
ESPECIE	**TOTAL/HA**	**TOTAL CUSTF**
AKITZ	6.67	9.65
BUMELIA	280.00	405.44
CHACA	80.00	115.84
CHECHEN NEGRO	86.67	125.49
CHIT	6.67	9.65
CIRICOTE	16.67	24.13
NAPCHE	6.67	9.65
TADZI	13.33	19.31
TOTAL	**496.67**	**719.17**

Se ha estimado un volumen total para cada especie con este valor diamétrico, por lo que se ha obtenido un volumen total por el orden de los 39.933 m3 vta.

Cuadro No. 25 Volumen a obtener por madera para palizada por remoción de vegetación en CUSTF en vegetación de duna costera

	VOLUMEN M3	
ESPECIE	**TOTAL/HA**	**TOTAL CUSTF**
AKITZ	0.255	0.370
BUMELIA	14.790	21.415
CHACA	4.678	6.773
CHECHEN NEGRO	6.274	9.085
CHIT	0.155	0.224
CIRICOTE	0.582	0.843
NAPCHE	0.249	0.361
TADZI	0.595	1.0140
TOTAL	**27.5785**	**39.9337**

9.2.1.5. Valor total de la palizada

Se ha previsto un valor de mercado de $1,500/m3 de tal manera que con el volumen total se obtiene un valor de $59,900.60.

Cuadro No. 26 Valor de mercado de madera de palizada en vegetación de duna costera.

	Palizada	
Tipo de vegetación	**m3**	**$**
Vegetación de Duna Costera	39.934	59,900.60
Total:	**39.934**	**59,900.601**

9.2.2. Valor total de productos maderables

De esta manera, el valor total estimado para el aprovechamiento de productos maderables tanto de madera para aserrió como de palicada, por el total del volumen del CUSTF, se alcanza una cantidad de $101,965.70.

Cuadro No. 27 Valor de mercado de productos maderables por CUSTF.

Tipo de vegetación	Madera en rollo para aserrío		Palizada		Monto total ($)
	m3 rollo	$	m3	$	
Vegetación de Duna Costera	19.795	42,065.11	39.934	59,900.60	101,965.71
Total:	**19.795**	**42,065.108**	**39.934**	**59,900.601**	**101,965.709**

9.3. Tierra vegetal

En la región la disponibilidad de tierra fértil es muy baja por lo que su acopio para su posterior utilización debe considerarse como una medida obligada en las superficies autorizadas para cambio de uso de suelo, máxime que la recuperación y mantenimiento de carbono capturado está en el sustrato fértil, por lo que la recuperación de este sustrato es importante.

La utilización de la tierra vegetal presente en el predio tiene la enorme ventaja de que posee las características edáficas a las cuales están adaptadas las especies nativas, por lo que es útil en los programas de rescate de flora, así como para su posterior utilización en la creación y mantenimiento de jardines, sin embargo la desventaja es que en la mayoría del predio (como es casi en la totalidad de la península) no existe una capa muy profunda del horizonte A, que corresponde a la capa orgánica del suelo, reportándose apneas 1 cm o menos, ya que la condición de ser un suelo arenoso, típico de las zonas de playa, tiene poca consolidación y poca materia orgánica..

Para estimar el valor económico del volumen de tierra vegetal que se deriva del cambio de uso de suelo forestal para el desarrollo del proyecto se utilizaron los datos generados durante el inventario forestal en duna costera ya que son los que presentan disponibilidad de tierra vegetal con características deseables para su aprovechamiento.

Los precios vigentes se investigaron en viveros comerciales, así como con los vendedores Ambulantes de este recurso en la Ciudad de Cancún es de aproximadamente 100.00 por bulto de tierra y se estima que se pueden obtener aproximadamente 20 bultos/Ha de tierra vegetal producto de las afectaciones causadas por las obras, por lo que se podría obtener hasta 28.96 bultos y un valor estimado de la venta de este producto, con motivo del cambio de uso de suelo forestal por el orden de los $2,896.00 en el CUSTF.

Sin embargo, es necesario aclarar que dicha información solo es de manera estimada y como caso hipotético ya que los dueños de predio y del proyecto no pretenden realizar un uso comercial de los productos resultantes de las afectaciones, aunque sí habrá recuperación del sustrato para uso interno en actividades de reforestación y jardinados.

9.4. Captura de carbono

Se presentan las estimaciones de la capacidad de almacenamiento de carbono en los polígonos de CUSTF del proyecto y el valor de estos en el mercado considerando la comercialización de manera hipotética.

La capacidad de almacenamiento de carbono es un servicio ambiental que estará impactado por la implementación del CUSTF del proyecto toda vez que el almacenamiento de carbono está relacionado con la biomasa de la vegetación y los suelos, que serán removidos por el CUSTF del proyecto.

Así las cosas, es necesario hacer la estimación de la cantidad de carbono que se encuentra almacenado en las áreas que se afectarán por CUSTF para estimar su valor de mercado.

A) Carbono capturado actual en las áreas CUSTF

A.1. Estimación de **Carbono en el suelo** en condición actual en polígonos CUSTF

Se presentan las estimaciones de la capacidad de almacenamiento de carbono en los polígonos de CUSTF del proyecto y la valoración del servicio ambiental en condiciones actuales.

A) Carbono capturado actual en las áreas CUSTF

A.1. Estimación de **Carbono en el suelo** en condición actual en polígonos CUSTF

De acuerdo a diferentes autores, la fórmula para estimar Inventarios de Carbono en el suelo (Paz, et. al.) está considerada en la siguiente fórmula:

$$COS = (DA)(P)\left(1-\frac{FG}{100}\right)(COSp)(100)$$

Donde COS está en Mg C ha-1, DA es la densidad aparente en Mg m-3, P es la profundidad en metros, FG es el porcentaje de fragmentos gruesos (>2 mm), COSp está en porcentaje y 100 es un factor de conversión de unidades.

Para el caso del predio se obtuvieron los siguientes parámetros de suelo:

Parámetro	Valor
% de Materia Orgánica (MO)	0.4
% Arena	96
% Arcilla	4
Profundidad Horizonte (cm)	1
Frag	0.96
Densidad Aparente (Dap)	1.1599

A partir de los datos se obtiene y sustituyendo en la fórmula se obtiene un total de

	MO	Dap	Pr	(1-(frag/100))	100
	0.2	1.1599	0.01	0.96	100
COS=	0.223				

Por lo tanto se tiene que:

COS = 0.223 Ton/Ha

Por lo que al multiplicar por la cantidad de superficie de CUSTF del proyecto que son 1.448 hectáreas, se tendría lo siguiente:

COS del CUSTF = COS*Sup CUSTF.

COS Suelo = 0.223 * 1.448

COS Suelo = 0.322 ton

De lo anterior se desprende que la cantidad de carbono del suelo es de 0.322 ton que serán afectadas por el CUSTF.

A.2) Estimación de **carbono en la biomasa** en condición actual en polígonos CUSTF

Para la estimación de la biomasa existen diversos métodos para obtener los valores de carbono de la cobertura vegetal. Se tienen estimaciones a nivel de tipos de vegetación para México, a través de la generación de modelos de regresión que permiten conocer la cantidad de biomasa para cada tipo de ecosistema. En el estado de Campeche también se ha realizado un mecanimos similar y se han generado los modelos de regresión correspondientes.

Sin embargo, un método más específico y eficiente está relacionado con ecuaciones alométricas. Los estudios son variados para diversas especies de diferntes ecosistemas. El problema radica en que no existe un estudio específico que haya generado modelos matemáticos para la medición de biomasa de cada una de las especies de los ecosistemas de selvas del país. Sin embargo, Chave et al.(2005) ha establecido una ecuación general para bosques tropicales secos, que considera el uso de los parámetros altura, diámetro y la densidad de la madera de cada especie, como parámetros que permiten hacer una estimación muy aproximada de la biomasa aérea y a partir de ella, obtener el carbono almacenado.

Así las cosas, la ecuación propuesta por Chave et al. (2005) es la siguiente:

$$\langle AGB \rangle_{est} = \exp\left(-2.187 + 0.916 \times \ln\left(\rho D^2 H\right)\right)$$
$$\equiv 0.112 \times \left(\rho D^2 H\right)^{0.916}$$

Donde:

AGB: Biomasa aérea estimada

p: Densidad de la madera de cada especie

D: Diámetro de cada individuo

H:Altura total

De esta manera, uno de los primeros pasos ha sido recolectar la densidad de las especies enontradas en el predio en diversas fuentes bibliográficas que aportan este tipo de información.

Una vez obtenido la densidad de las especies se ha procedido a realizar los cálculos de la biomasa aérea para cada uno de los individuos de cada especie registrados en la muestra. Las estimaciones se han realizado también para cada estrato por unidad de área y se han extrapolado para la superficie del CUSTF. Se ha obtenido entonces la cantidad de Biomasa Aérea (AGB) en la muestra que alcanzó los 11,0487.422 Kg.

$AGB_{Muestra}$= 11,0487 Kg

De esta manera, aplicando el factor de conversión de biomasa a carbono, recomendado por el IPCC con valor de 0.47, se obtiene que existen 5,399.088 kg C (5.399 ton C) de Carbono en la muestra para los tres estratos y entonces se alcanza una cantidad de 35,019.184 kg/Ha de C (35.019 ton/Ha de C).

CC= 35.019 ton/Ha

A partir de la cantidad de carbono de la biomasa de 35.019 ton/Ha C se extrapoló a la superficie de CUSTF, por lo que en 1.448 hectáreas se alcazará un total de 50,707.7 Kg CC (50.707 Ton de C) como se indida en el cuadro.

CC_{Total}=CV_{total}= 50.7078 ton

Cuadro No. 28 Biomasa aérea y Cantidad de Carbono por especie y estrato para unidad de área y para la superficie CUSTF.

		AGB/Ha					
NOMBRE	**ESPECIE**	**ARBOREO**	**ARBUSTIVO**	**HERBÁCEO**	**AGB TOTAL**	**CC EN SUPERFICIE CUSTF (Kg)**	**CC (ton)**
Bumelia	***Sideroxylon americanum***	7,331.24	8,287.13	7.37	15,625.74	22,626.07	22.6261
Chechen negro	***Metopium brownei***	5,838.70	363.97	0.27	6,202.95	8,981.86	8.9819
Zapote	***Manilkara sapota***	379.29	3,426.68	-	3,805.97	5,511.04	5.5110
Chaca	***Bursera simaruba***	2,754.53	848.57	3.50	3,606.59	5,222.34	5.2223
Pakalche	***Sideroxylon obtusifolium***	-	2,072.08	-	2,072.08	3,000.38	3.0004
Chit	***Thrinax radiata***	47.74	1,541.73	-	1,589.47	2,301.56	2.3016
Nakax	***Coccothrinax readii***	-	478.60	-	478.60	693.01	0.6930
Yax ka'ax	***Pithecellobium keyense***	-	411.17	-	411.17	595.37	0.5954
Chacniche	***Colubrina greggii var. yucatanensis***	-	410.74	-	410.74	594.75	0.5947
Tadzi	***Neea psychotrioides***	271.35	-	0.77	272.12	394.03	0.3940
Ciricote de playa	***Cordia sebestena***	256.35	-	-	256.35	371.20	0.3712
Napche	***Ximenia americana***	131.78	-	-	131.78	190.81	0.1908
Akitz	***Thevetia gaumeri***	92.03	-	-	92.03	133.26	0.1333
Chacsikin	***Bonellia macrocarpa***	-	31.50	-	31.50	45.61	0.0456
Hulub	***Bravaisia berlandieriana***	-	-	30.63	30.63	44.35	0.0444
Uva de mar	***Coccoloba uvifera***	-	-	1.47	1.47	2.14	0.0021
		17,103.001	**17,872.164**	**44.019**	**35,019.184**	**50,707.778**	**50.7078**

De esta manera, en el escenario 1, con las condiciones actuales de la estimación de carbono en los polígonos CUSTF tanto en el suelo como en la biomasa, se estima un total de **50.707 TonC** como se puede observar en el siguiente cuadro que suma el carbono contenido en el suelo y el carbono contenido en la biomasa.

Cuadro No. 29 Captura total de carbono en polígonos CUSTF en condición actual considerando suelo (COS) y biomasa (CV).

Tipo de cobertura	COS (Ton)	CV (ton)	C TOTAL (ton)
Vegrtación de Duna Costera	0.322	50.708	51.030

De este análisis se puede hacer la estimación del valor económico de la captura del carbono en los polígonos CUSTF considerando un valor de marcado de 10 USD/tonC de tal manera que se podría alcanzar un total de $9,185.45 pesos considerando una tasa de cambio de 18.0 pesos/1USD.

Cuadro No. 30 Valor económico de la captura de carbono en polígonos CUSTF del proyecto

	COS (Ton)	CV (ton)	C TOTAL (ton)
Cantidad (TC)	0.322	50.708	51.030
Valor de CC ($)	58.05	9,127.40	9,185.45

9.5. Chicle.

Debido a la condición que tiene el predio, no se registraron en el muestreo individuos de la especie ***Manilkara sapota*** con condiciones para su aprovechamiento en chicle.

9.6. Plantas de ornato.

En cuanto a plantas ornamentales, se ha estimado que sólo 1 especie tiene potencial para su comercialización, sin considerar los ejemplares de Thrinax radiata y Coccothrinax radiata que se habrán de rescatar. Así las cosas, se tiene que se podrían alcanzar un valor de comercialización en las áreas de CUSTF por el orden de los $32,000.00.

Cuadro No. 31. Valoración de plantas de ornato en el predio del proyecto.

ESPECIE	CANTIDAD TOTAL	VALOR TOTAL ($)
BUMELIA	640	32,000.00

9.7. En resumen

En resumen, se tiene que el predio aportaría, en teoría y sin excluir las actividades, un monto de $298,306.68 por año en las zonas afectadas por el CUSTF, si todas las actividades se pudieran llevar a cabo de manera integral; sin embargo, este criterio de valoración económica no está considerando que algunas de las actividades no permiten la ejecución de otras por no ser compatibles entre sí. Por otro lado, otras actividades como la maderable estarían sujetas a programas de manejo con temporalidad de aprovechamiento, lo que implicará sólo parcialidades en el aprovechamiento del predio, o sólo una intervención y esperar un nuevo ciclo de corta, por ejemplo.

Cuadro No. 32. Valoración de productos maderables y no maderables y servicios ambientales del predio.

Concepto	Valoración estimado ($)
Carbón vegetal	155,299.52
Madera aserrada	42,065.11
Palizada	59,900.60
Tierra vegetal	2,896.00
Captura de carbono	9,185.45
Plantas de ornato	28,960.00
Chicle	0.00
Total	**298,306.68**

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.

1. Ordenamientos jurídicos federales

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con todos y cada uno de los instrumentos normativos de aplicación directa en materia ambiental a los cuales se acatará la ejecución del proyecto. En este orden de ideas a continuación se muestran las Leyes, Reglamentos aplicables al proyecto.

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)
- Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servicios públicos que se señalan
- Ley General de Vida Silvestre
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos

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

El proyecto "Hotel The View", es un proyecto que se pretende realizar en el Lote 3, en el KM. 23.4 del Blvd. Kukulkán en la tercera etapa de la Zona hotelera de la Ciudad de Cancún. Para poder realizar conforme a la ley el proyecto propuesto, debe someterse al proceso de evaluación de impacto ambiental, tal como se manifiesta en el Artículo 28 de la LGEPPA, que a la letra menciona:

*"**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: (…)".*

VII. Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;

IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;

X. Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales; en el caso de actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias se estará a lo dispuesto por la fracción XII de este artículo.

El proyecto corresponde a la construcción de un Hotel, constituye un cambio de uso del suelo en terrenos forestales y se encuentra colindante con una zona de humedal, la obra propuesta deberá sujetarse al proceso de evaluación ambiental y por consiguiente presentar ante la SEMARNAT un Documento Técnico Unificado que deberá contener: a) la descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectado por la obra o actividad de que se trate, y b) las medidas preventivas, de mitigación y las que sean necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente, según lo establece el artículo 30 de la LGEEPA y al Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 22 de diciembre de 2010.

El proyecto pretendido se localiza en un ecosistema costero en términos de lo establecido en el artículo tercero fracción XIII Bis de la Ley en comento, que, a la letra, define:

> ***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 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.*

En este sentido, el sitio de estudio se considera ecosistema costero por las siguientes razones:

1. Se encuentra en una vegetación matorral costero,
2. Se encuentra a menos de 100 km tierra adentro y además tiene menos de 50 m de elevación.

Adicionalmente, las obras o actividades deberán sujetarse a lo que establezca la LGEEPA y sus reglamentos, además de las normas oficiales mexicanas aplicables; los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas aplicables; según lo establece el artículo 35 de la LGEEPA.

1.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental, establece las especificaciones a las cuales se sujeta el proceso de evaluación de impacto ambiental, y en su Artículo 5° se enlista las obras que requerirán previamente la autorización de la secretaría, siendo los incisos O) y R) los aplicables al presente proyecto:

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

O). Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas: (…)

***I.** Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1,000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables. (…)*

Q). Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros:

Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurants, 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 recuparaciónj de playas, o arecifes, afecte ecosistemas costeros.

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

***I.** Cualquier obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas. (…)"*[1]

Este Documento Técnico Unificado modalidad B particular, se presenta en virtud de que el proyecto consiste en el cambio de uso del suelo en terrenos forestales; la construcción de un hotel y se pretende ubicar en un sitio definida como matorral costero en su totalidad.

[1] Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. DOF. 30 de mayo DE 2000, última reforma 31 de octubre de 2014.

Dicho documento, se presenta en términos de lo establecido en el Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 22 de diciembre de 2010.

De acuerdo al **Artículo 10** del reglamento, el estudio en materia de impacto ambiental puede ser presentado en dos modalidades; regional o particular, y el **Artículo 11** del mismo, establece los criterios para determinar en qué modalidad se debe presentar, dependiendo de las siguientes actividades:

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

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

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

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

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

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

Dado que las obras del proyecto "**Hotel The View**" no actualizan los supuestos de alguno de estos incisos, de acuerdo con el artículo 28 de la LGEEPA y 5 de su reglamento, se presenta este estudio considerando la modalidad **particular** en materia de impacto ambiental.

1.3. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable "es 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, y tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX inciso G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. Cuando se trate de recursos forestales cuya propiedad o legítima posesión corresponde a los pueblos y comunidades indígenas se observará lo dispuesto por el artículo 2do. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.[2]

Esta Ley se publicó en el Diario Oficial el 5 de junio de 2018, y su Reglamento fue expedido en el mismo medio el 21 de febrero de 2005; este último con última reforma publicada el 09 de diciembre de 2020. En el artículo 93 de esta ley se plasman los términos mediante que la Secretaría autorizará en el cambio de uso de suelo forestal, que a la letra señala:

*"**Artículo 93.-** La Secretaría autorizará el cambio de uso del 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 el Reglamento, los cuales demuestren la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.*

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.

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."

[2] Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. DOF. 26 de abril de 2021.

Considerando lo anterior, se deben tener claros los conceptos de Cambio de Uso de Suelo en Terreno Forestal, Terreno Forestal, y de Vegetación Forestal. Estos están definidos en el artículo 7 de la ley en comento, en las fracciones VI, LXXI y LXXX respectivamente:

*"**Artículo 7.** Para los efectos de esta Ley se entenderá por: (…)*

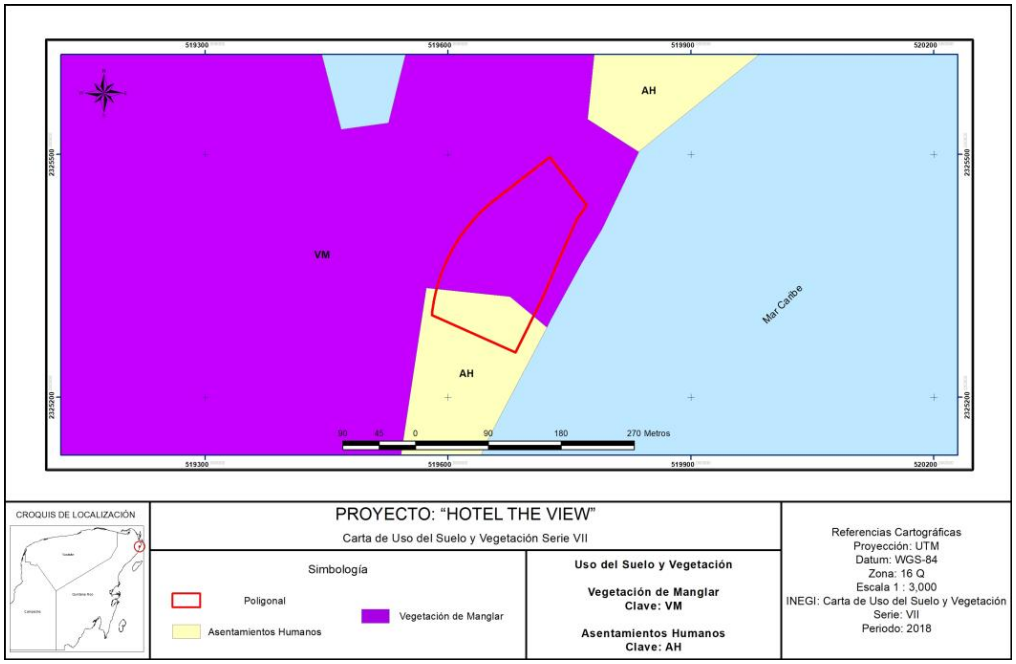
***VI. Cambio de Uso de Suelo en Terreno Forestal**: La remosión total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o incluirlos a actividades no forestales;*

***LXXI. Terreno forestal:** Es el que esta cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales;*

***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 equilibrada de otros recursos y procesos naturales; (…)*

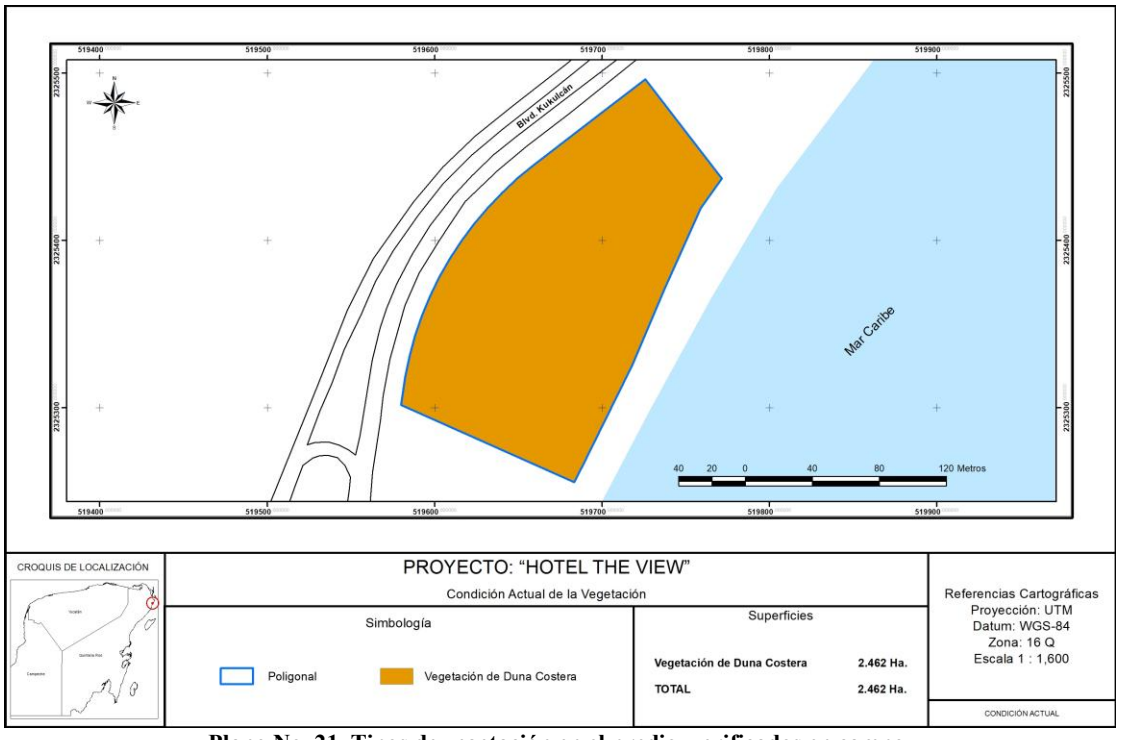
De acuerdo a la Carta temática de Uso de Suelo y vegetación Serie VII del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) el predio donde se pretende establecer el proyecto se ubica sobre vegetación de Manglar por lo que en el predio del proyecto existe vegetación forestal, y dado que se localiza fuera de los límites de cualquier centro de población, se trata de un terreno forestal.

En ese sentido, de acuerdo con la "Carta temática de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII" del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), el predio donde se pretende establecer el proyecto se ubica sobre vegetación de humedal de manglar y asentamientos humados. Debido a las escalas de la cartografía del INEGI, esta clasificación no es exacta, ya que en el predio, mediante los trabajosd e campo, se puede identificar la existencia de vegetación de duna costera (matorral costero), lo cual se demuestra en el capítulo IV y VI del presente estudio, donde se hace la descripción de las condiciones de cobertura del predio y se presentan los trabajos del inventario forestal realizado en el predio.



Plano No. 20. Usos de suelo definidos por la Serie VII de INEGI.

De esta manera y de acuerdo a los trabajos de campo, imagen aérea e imágenes de satélite, se pudo comprobar que la cobertura total del predio es de vegetación de duna costera (matorral costero).



Plano No. 21. Tipos de vegetación en el predio, verificados en campo.

1.4. Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servicios públicos que se señalan

En el presente proyecto se pretenden desarrollar obras y actividades que, para su ejecución requieren de autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales y en materia de Impacto Ambiental o de esta última y de Aprovechamiento de Recursos Forestales, lo que implica la realización de dos trámites y la elaboración de dos estudios, representando un incremento en costos y tiempo invertido en dos trámites individuales para los interesados.

Estos dos trámites comparten identidad de propósitos y alcances, por lo que, es posible unificar en un solo procedimiento los trámites relativos a dichas autorizaciones. Para el caso de proyecto "**Hotel The View**", se establece que el trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal debe presentarse en su modalidad B, conforme al acuerdo que a la letra señala lo siguiente:

*"**SEGUNDO.** Para los efectos del presente Acuerdo se entenderá por: (…)*

***V. Trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, modalidad B:** es el que integra en un solo procedimiento administrativo el trámite relativo a la autorización en materia de impacto ambiental para la obras y actividades señaladas en la fracción VII más las descritas en cualquier otra fracción del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, excepto la prevista en la fracción V de dicho numeral y el trámite de autorización de cambio de uso de suelo forestal a que se refiere el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable."*[3]

Derivado de lo anterior, y dado que el proyecto y su ubicación inciden en otras fracciones adicionales a la VII del artículo 28 de la Ley; es decir las fracciones: VII, IX y X, se presenta este documento como un **Documento Técnico Unificado Modalidad B Particular**, para integrar en un solo procedimiento el trámite de autorización en materia de impacto ambiental, y el trámite de autorización de cambio de uso de suelo forestal, en términos del artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable publicado en el Diario Oficial de la Federación en su última reforma el 26 de abril de 2021, toda vez que el artículo 117 al que se refiere el acuerdo en comento, corresponde a la Ley del 25 de febrero de 2003, misma que fue derogada mediante el mismo decreto del 5 junio de 2018.

[3] Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servicios públicos que se señalan. DOF. 22 de diciembre de 2010.

1.5. Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

La Ley General de Vida Silvestre es de orden público y de interés social, es 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 estatales y de los municipales, en el ámbito de sus 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.

En su última versión publicada el día 20 de mayo de 2021, en el **Artículo 18** establece que:

"***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."[4]

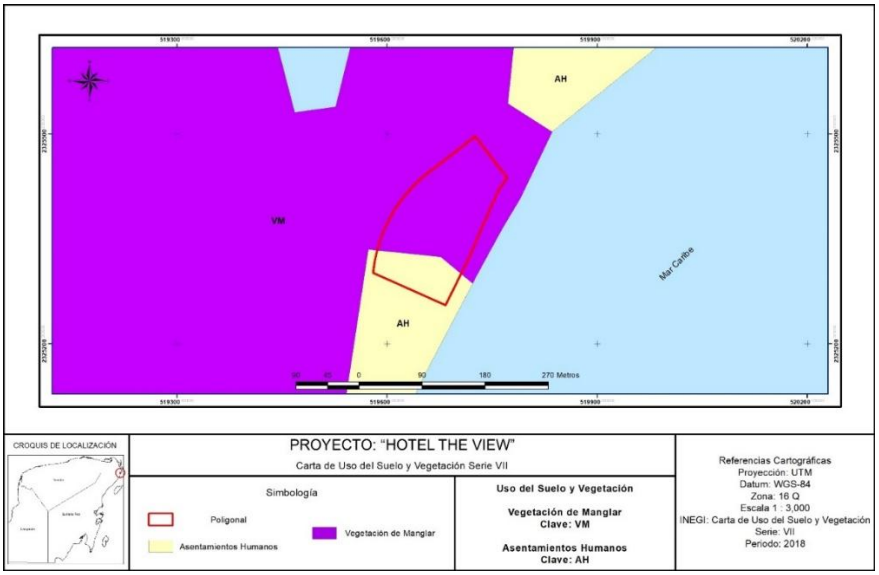
Adicionalmente, el artículo 60 TER de la misma ley establece las consideraciones para el uso y aprovechamiento de las comunidades de manglar:

Artículo 60 TER.- *Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.*

Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.

En ese sentido, de acuerdo con la "Carta temática de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII" del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), el predio donde se pretende establecer el proyecto se ubica sobre vegetación de manglar en su gran parte y otra en asentamientos humanos.

[4] Ley General de Vida Silvestre DOF. 03 de julio de 2000, última reforma 19 de enero de 2018.



Plano No. 22. Distribución de Manglares en México.

Cabe hacer mención que a pesar de que la cartografía muestre la presencia del ecosistema de manglar, los resultados arrojados de la caracterización en el predio demuestran que está cubierto en su totalidad de vegetación de duna costera.

En el Capítulo IV y VI se describe a detalle los resultados obtenidos del estudio de caracterización en el predio, como ya se ha indicado en párrafos previos en este capítulo.

1.6. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) con fecha de reforma 19 de enero de 2018, es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado 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, y prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

Con base en lo dispuesto en el **artículo 5** de esta ley, que establece los criterios por los que un generador de residuos puede clasificarse como Gran Generador, se determinó que el proyecto entra dentro de esta categoría, debido a la cantidad de residuos de manejo especial y de residuos sólidos urbanos que se generarán durante la instalación y operación, respectivamente. Por lo anterior, se hace necesario presentar el Plan Integral de Manejo de Residuos correspondiente, en concordancia con la misma Ley de orden estatal. El artículo 5 que clasifica al proyecto como gran generador dice a la letra:

"***ARTÍCULO 5.-*** Para los efectos de esta Ley se entiende por:

(…) 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."[5]

La generación de residuos de manejo especial, será principalmente durante las actividades de desmonte, despalme y preparación del sitio, se obtendrán residuos de composición vegetal, rocas y tierras, considerando volúmenes mayores de 5 toneladas con referencia a las estimaciones realizadas.

2. Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET).

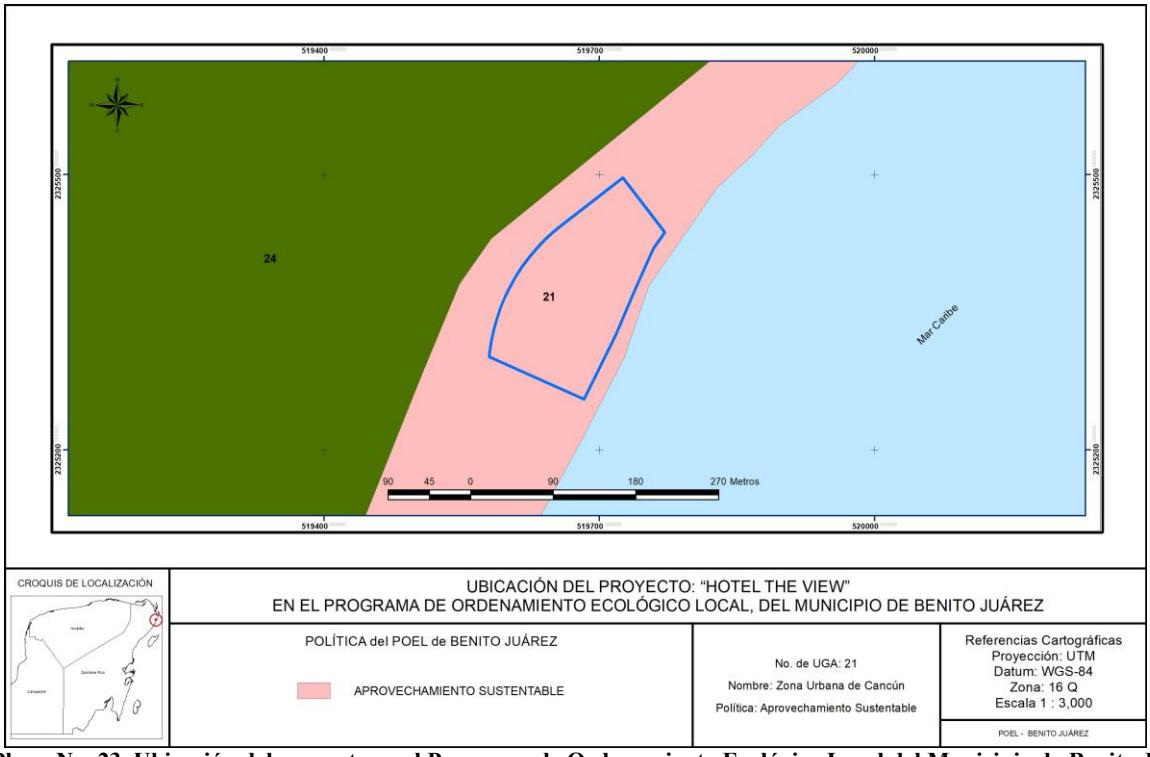
Considerando la ubicación del proyecto los instrumentos de planeación que le aplican son los siguientes:

- **MODIFICACIÓN DEL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO** (PERIÓDICO OFICIAL DEL GOBIERNO DEL ESTADO, 27 DE FEBERERO DE 2014).
- **PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE** (DIARO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, 24 de noviembre de 2012).

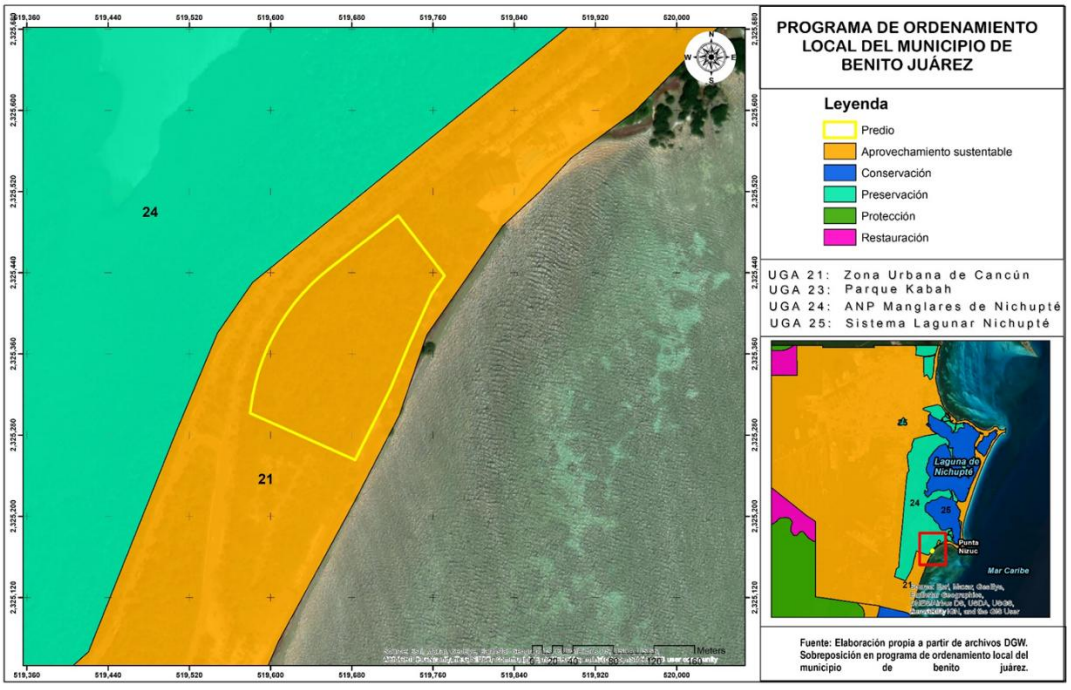
2.1. Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

De acuerdo con la Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, el día 27 de febrero de 2014, el predio de interés se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental 21, Zona Urbana de Cancún y tiene asignada una Política de Aprovechamiento Sustentable. No obstante, se mantiene sujeto el aprovechamiento del predio a lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano vigente, que en este caso es el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez 2018-2030.

[5] Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.



Plano No. 23. Ubicación del proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.



Plano No. 24. Sobreposición de UGAs en condiciones actuales del predio.

A continuación, se presentan las características de la UGA 21 Zona Urbana de Cancún.

Cuadro No. 33. Unidad de gestión ambiental.

Unidad de gestión ambiental	**21**
Superficie: **24,628.19 m²**	**Política ambiental** Aprovechamiento Sustentable
% UGA que posee vegetación en buen estado de conservación 10.92 %	% UGA con importancia para la recarga del acuífero 56.54 %
Parámetros aprovechamiento: • Sujeto a lo establecido en su Programa de Desarrollo Urbano vigente.	
Usos compatibles: Los que establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente.	
Usos incompatibles: Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente.	

Cuadro No. 34. Criterios Ecológicos aplicables a la UGA 21.

Recursos y procesos prioritarios	**Clave**	**Criterios de Regulación Ecológica**
Agua	URB	01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17
Suelo y subsuelo		19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29
Flora y Fauna		30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41
Paisaje		43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59

Los criterios ecológicos de aplicación general, son de observancia en todo el territorio municipal de Benito Juárez, independientemente de la unidad de gestión ambiental en la que se ubique el proyecto o actividad.

Cuadro No. 35. Cumplimiento de los Criterios de Regulación Ecológica

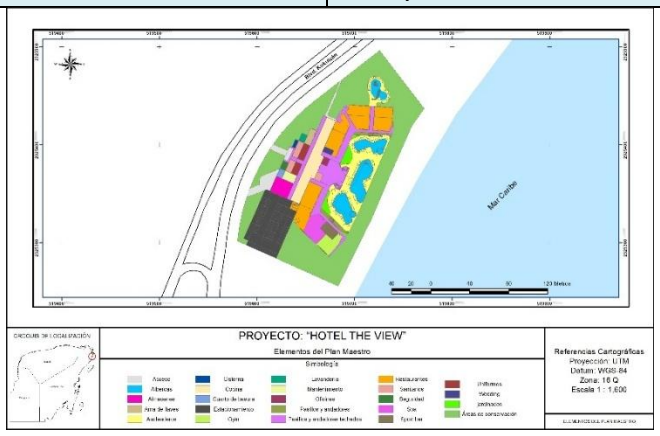
Clave	Criterio	Cumplimiento
CG-01	En el tratamiento de plagas y enfermedades de plantas en cultivos, jardines, áreas de reforestación y de manejo de la vegetación nativa deben emplearse productos que afecten específicamente la plaga o enfermedad que se desea controlar, así como los fertilizantes que sean preferentemente orgánicos y que estén publicados en el catálogo vigente por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Substancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	En caso de detección de plagas en las áreas ajardinadas que se proponen solo se utilizarán fertilizantes y productos que estén publicados en el catálogo de la CICOPLAFEST, con el fin de dar cumplimiento a este criterio.

Clave	Criterio	Cumplimiento
CG-02	Los proyectos que en cualquier etapa empleen agroquímicos de manera rutinaria e intensiva, deberán elaborar un programa de monitoreo de la calidad del agua del subsuelo a fin de detectar, prevenir y, en su caso, corregir la contaminación del recurso. Los resultados del Monitoreo se incorporarán a la bitácora ambiental.	En el proyecto no se prevé utilizar agroquímicos de manera rutinaria ni intensiva, solo en caso de que se detecte alguna plaga que tuviera que controlarse en las áreas ajardinadas. Durante su aplicación se acatará lo indicado en la ficha técnica de cada producto y los envases se dispondrán a través del proveedor o de alguna empresa autorizada en su manejo, para evitar posibles afectaciones al suelo y/o al agua.
CG-03	Con la finalidad de restaurar la cobertura vegetal que favorece la captación de agua y la conservación de los suelos, la superficie del predio sin vegetación que no haya sido autorizada para su aprovechamiento, debe ser reforestada con especies nativas propias del hábitat que haya sido afectado.	Para el desplante del proyecto se ocupará una superficie de aprovechamiento de 1.4480 ha (14,480.0 m^2), que representa el 58.81% del predio. El proyecto contempla una superficie de C.O.S. (obras techadas) de 0.984 ha equivalente al 39.97% de la superficie del predio, el cual, se encuentra por debajo de lo permitido, esto de acuerdo al Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez, Quintana Roo 2018-2030 que le permite el 40%. Tambien se cuenta con una constancia de uso de suelo emitido por la Dirección de Planeación y Normatividad Urbana número MBJ/24/01/CUS/0127/2025 de fecha de 20 de febrero de 2025 (**Anexo 1**) que le permite el 40%. De la superficie sujeta a cambio de uso de suelo la vialidad y accesos a playa serán construidos a base de hidrocreto. Por lo que, junto con las áreas ajardinadas y las áreas de conservación serán permeables. Se mantendrá una superficie de 1.0140 ha (10,140.0 m^2) como áreas de conservación. La suma de las superficies de conservación, las ajardinadas y las de vialidades corresponden a un área de 1.103 ha., que representa el 42.32% del predio de acuerdo

Clave	Criterio	Cumplimiento
		con lo establecido en el artículo 132 de la Ley del Equilibrio Ecológico de Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo. En relación a los tipos de vegetación a afectar, el proyecto se desplantará en su totalidad en duna costera. 280 m^2 que corresponden a áreas ajardinadas incluidas dentro de la superficie de aprovechamiento, se introducirán especies que resulten de las actividades rescate de flora. El predio no posee áreas desprovistas de vegetación, por lo que no se requiere realizar actividades de reforestación.
CG-04	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.	En el proyecto el drenaje pluvial y sanitario estarán separados. En las azoteas de los edificios, se colocará un sistema de bajantes pluviales con decantadores para retener los sólidos, los cuales se conducirán hacia las áreas ajardinadas y hacia una de las cisternas para su almacenamiento y posterior uso en áreas como sanitarios áreas de mantenimiento.
CG-05	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.	El artículo 132 de la LEEPAQROO establece que las personas quedan obligadas a proporcionar un porcentaje del terreno a construir, preferentemente como área verde, lo que en su caso siempre será permeable. En predios cuya superficie sea de 3,001 metros cuadrados en adelante,

Clave	Criterio	Cumplimiento
		proporcionarán como área verde el 40% como mínimo. En relación con lo anterior, y dado que el predio tiene una superficie de 2.462 ha (24,628.19 m^2) le corresponde mantener 0.986 ha (9,851.27 m^2) como área permeable. En tanto que el proyecto comprende un área permeable de 1.103 ha (44.80%), que incluye las zonas de conservación (1.014 ha) y obras no techadas como las vialidades y accesos (0.061 ha) y las áreas ajardinadas (0.028 ha). Conforme a lo señalado, se contempla un área como lo marca la LEEPAQROO, por lo que se cumple con este criterio.
CG-06	Con la finalidad de evitar la fragmentación de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deberán agrupar las áreas de aprovechamiento preferentemente en áreas "sin vegetación aparente" y mantener la continuidad de las áreas con vegetación natural. Para lo cual, el promovente deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de la infraestructura planteada por el proyecto, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.	El predio del proyecto posee en su totalidad con vegetación de duna costera No posee áreas sin cobertura vegetal. Para el diseño del proyecto se consideró una zonificación ambiental, en la que se definió el primer cordón de duna y se observaron, las restricciones ambientales, para después agrupar las áreas de aprovechamiento en la franja de vegetación de matorral costero. El área de aprovechamiento se delimitó a partir de donde termina el primer cordón de dunas hasta el camino existente. En los lados laterales se dejarán franjas de amortiguamiento de 10 m con vegetación de matorral costero, las cuales servirán para dar continuidad a las áreas con vegetación natural y permitirá el paso de la fauna del sitio. Mientras que, en la colindancia con el Mar Caribe, se conservará en condiciones naturales el primer cordón de dunas.

Clave	Criterio	Cumplimiento
		Para el desplante del proyecto se ocupará una superficie de aprovechamiento de 1.4480 ha (14,480.0 m^2), que representa el 58.81% del predio. El proyecto contempla una superficie de C.O.S. (obras techadas) de 0.984 ha equivalente al 39.97% de la superficie del predio, el cual, se encuentra por debajo de lo permitido, esto de acuerdo al Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez, Quintana Roo 2018-2030 que le permite el 40%. Tambien se cuenta con una constancia de uso de suelo emitido por la Dirección de Planeación y Normatividad Urbana número MBJ/24/01/CUS/0127/2025 de fecha de 20 de febrero de 2025 (**Anexo 1**) que le permite el 40%. De la superficie sujeta a cambio de uso de suelo la vialidad y accesos a playa serán construidos a base de hidrocreto. Por lo que, junto con las áreas ajardinadas y las áreas de conservación serán permeables. Se mantendrá una superficie de 1.0140 ha (10,140.0 m^2) como áreas de conservación. La superficie de áreas permeables corresponde a un área de 1.103 ha. que representa el 44.80 % del predio, cumpliendo con lo establecido en el artículo 132 de la Ley del Equilibrio Ecológico de Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo. En relación a los tipos de vegetación a afectar, el proyecto se desplantará en su totalidad en vegetación de duna costera. En la siguiente imagen se presenta un plano esquemático de las áreas que se mantendrán con vegetación y la huella de desplante del proyecto.

Clave	Criterio	Cumplimiento
		 Figura 1. Zonificación ambiental.
CG-07	En los proyectos en donde se pretenda llevar a cabo la construcción de caminos, bardas o cualquier otro tipo de construcción que pudiera interrumpir la conectividad ecosistémica deberán implementar pasos de fauna menor (pasos inferiores) a cada 50 metros, con excepción de áreas urbanas.	En el predio se desarrolla vegetación de duna costera, la vegetación se encuentra en buen estado de conservación y presenta pocas perturbaciones. Además, de acuerdo con la zonificación ambiental del proyecto, se agrupó el área de aprovechamiento del proyecto, dejando franjas laterales con vegetación de matorral costero, se conservará la vegetación del primer cordón de dunas. Por otra parte, el proyecto no considera la construcción de bardas en su perímetro general. De acuerdo con lo anterior, no se interrumpirá la conectividad ecosistémica, ya que se dejarán franjas con vegetación natural que podrán ser utilizadas por la fauna.
CG-08	Los humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes, cuerpos de agua superficiales, presentes en los predios deberán ser incorporados a las áreas de conservación.	No hubo registros de humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes ni cuerpos de agua superficiales en el predio del proyecto.
CG-09	Salvo en las UGA urbanas, los desarrollos deberán ocupar el porcentaje de aprovechamiento o desmonte correspondiente para la	El predio de interés se ubica en la UGA 21 y está sujeto a lo que establezca el PMDU de Benito Juárez, de acuerdo con el cual el predio tiene un uso Turístico Hotelero (TH).

Clave	Criterio	Cumplimiento
	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 bardeadas y deberán ubicarse preferentemente a lo largo del perímetro del predio en condiciones naturales y no podrán ser desarrolladas en futuras ampliaciones.	De manera particular, el lote turístico con Constancia de Uso de suelo No. MBJ/24/01/CUS/0127/2025 de fecha de 20 de febrero de 2025, emitida por la Dirección de Planeación Urbana, la cual indica los parámetros permitidos de manera particular para el lote 3. En dicha constancia se establece que de la superficie total del predio que es de 24,628.19 m^2, se tiene permitido el aprovechamiento para COS del 40% o bien 9,851.28 m^2 de obra techada, teniendo que el proyecto se apega a este parámetro toda vez que la obra techada corresponde a 0.984 ha (9,810.00 m^2), que representan el 39.97 % de COS de la superficie de aprovechamiento establecida en dicha constancia de uso se suelo y a la que se le aplican los parámetros de intensidad de construcción. Se mantendrá como área de conservación, la superficie restante de matorral costero 1.0140 ha (10,140.0 m^2). Estas áreas no serán cercadas o bardeadas, dando cumplimiento a este criterio. De esta manera las obras planteadas se ajustan a lo establecido en los instrumentos de regulación aplicables.
CG-10	Solo 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 de acceso, ya que colinda directamente con el Blvd. Kukulkán, la cual cuenta con los servicios básicos para la operación del hotel. Para el suministro de agua potable el proyecto se conectará a la red de agua municipal, para el establecimiento del proyeco se cuenta con la Factibilidad de servicios emitida por Comisión de agua potable y alcantarillado del estado (CAPA) a favor de Hogares Vivenda S.A de C.V. oficio No.

Clave	Criterio	Cumplimiento
		CAPA/DBJIM/SDT/0303/2023 de fecha de 03 de abril de 2023 (**Anexo 6**). Para el manejo de las aguas residuales se instalará una red de drenaje interna que conducirá las aguas residuales a la red de drenaje municipal. La energía eléctrica será suministrada por la Comisión Federal de Electricidad, para ello, se cuenta con la Factibilidad de servicios emitida por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) a favor de Hogares Vivenda S.A de C.V. oficio No. ZCAN-DPLA/0465/2022 de fecha de 18 de octubre de 2022 (**Anexo 6**).
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 predio de interés se ubica en la UGA 21 y está sujeto a lo que establezca el PMDU de Benito Juárez, de acuerdo con el cual el predio tiene un uso Turístico Hotelero (TH). Como se mencionó, el lote turístico cuenta con Constancia de Uso de suelo No. MBJ/24/01/CUS/0127/2025 de fecha de 20 de febrero de 2025, emitida por la Dirección de Planeación Urbana, la cual indica los parámetros permitidos de manera particular para el lote, siendo para uso de suelo Turístico Hotelero. En dicha constancia se establece que de la superficie total del predio que es de 24,628.19 m^2, por lo que se tiene permitido el aprovechamiento para COS del 40% o bien 9,851.28 m^2 de obra techada, teniendo que el proyecto se apega a este parámetro toda vez que la obra techada corresponde a 0.984 ha (9,810.00 m^2) que representan el 39.97 % de COS de la superficie de aprovechamiento establecida en dicha constancia de uso se suelo y a la que se le aplican los parámetros de intensidad de construcción.
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.	

Clave	Criterio	Cumplimiento
		Se mantendrá una superficie de 1.0140 ha (10,140.0 m^2) como áreas de conservación.
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.	Para el desplante del proyecto se ocupará una superficie de aprovechamiento de 1.4480 ha (14,480.0 m^2), que representa el 58.81% del predio. El proyecto contempla una superficie de C.O.S. (obras techadas) de 0.984 ha equivalente al 39.97% de la superficie del predio, el cual, se encuentra por debajo de lo permitido, por el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez, Quintana Roo 2018-2030, que establece el 40%. Tambien, se cuenta con una constancia de uso de suelo, emitida por la Dirección de Planeación y Normatividad Urbana número MBJ/24/01/CUS/0127/2025 de fecha de 20 de febrero de 2025 que le permite el 40%. De la superficie sujeta a cambio de uso de suelo, la correspondiente a la vialidad y accesos a playa, que serán construidos a base de hidrocreto, se considerán áreas permeables. Por lo que, junto con las áreas ajardinadas y las áreas de conservación serán permeables. Se mantendrá una superficie de 1.0140 ha (10,140.0 m^2) como áreas de conservación. La superficie de áreas permeables corresponde a un área de 1.103 ha. que representa el 44.80 % del predio, cumpliendo con lo establecido por la autoridad, de acuerdo con lo establecido en el artículo 132 de la Ley del Equilibrio Ecológico de Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo. En relación a los tipos de vegetación a afectar, el proyecto se desplantará en su totalidad en vegetación de duna costera.

Clave	Criterio	Cumplimiento
		Por lo anterior, se llevará a cabo el rescate de los ejemplares susceptibles de ello, dando prioridad a especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, los cuales se mantendrán en un vivero que se instale para tal fin dentro del área de aprovechamiento, y posteriormente serán utilizados para las áreas ajardinadas del proyecto. En cuanto a la fauna terrestre, de acuerdo con la caracterización realizada en el predio se registraron aves, mamíferos y reptiles, los cuales se prevé que se desplacen ante la presencia humana. Sin embargo, se considera que, de manera previa a las actividades del proyecto, se llevará a cabo un recorrido en busca de ejemplares de fauna, los cuales serán ahuyentados y en caso de registrar fauna de lento desplazamiento o que no pueda moverse, se llevarán acciones de rescate y reubicación en las áreas de conservación. Las actividades de rescate se llevarán a cabo conforme a los Programas de Rescate de Flora (Anexo 1) y el Programa de Rescate de Fauna (Anexo 2), que se anexan al presente estudio.
CG-14	En los predios donde no exista cobertura arbórea, o en el caso que exista una superficie mayor desmontada a la señalada para la unidad de gestión ambiental ya sea por causas naturales y/o usos previos, el proyecto solo podrá ocupar la superficie máxima de aprovechamiento que se indica para la unidad de gestión ambiental y la actividad compatible que pretenda desarrollarse.	El predio donde se propone el proyecto posee en su totalidad vegetación de duna costera y no posee áreas sin cobertura vegetal. El predio de interés se ubica en la UGA 21 y está sujeto a lo que establezca el PMDU de Benito Juárez, de acuerdo con el cual el predio tiene un uso Turístico Hotelero (TH). De manera particular, el lote turístico con Constancia de Uso de suelo No. MBJ/24/01/CUS/0127/2025 de fecha de 20 de febrero de 2025, emitida por la Dirección de Planeación Urbana, la cual indica los

Clave	Criterio	Cumplimiento
		parámetros permitidos de manera particular para el lote 3. En dicha constancia se establece que de la superficie total del predio que es de 24,628.19 m^2, se tiene permitido el aprovechamiento para COS del 40% o bien 9,851.28 m^2 de obra techada, teniendo que el proyecto se apega a este parámetro toda vez que la obra techada corresponde a 0.984 ha (9,810.00 m^2) que representan el 39.97 % de COS de la superficie de aprovechamiento establecida en dicha constancia de uso se suelo y a la que se le aplican los parámetros de intensidad de construcción. Con respecto a la densidad el proyecto se encuentra por debajo de lo permitido, esto es 456 de los 541 cuartos. En cuanto a la altura, se consideran 15 niveles, tal como se indica en el Programa de Desarrollo Urbano de Benito Juárez, Quintana Roo 2018-2030, publicado el día 17 de abril de 2019. Para el desplante del proyecto se ocupará una superficie de aprovechamiento de 1.4480 ha (14,480.0 m^2), que representa el 58.81% del predio. El proyecto contempla una superficie de C.O.S. (obras techadas) de 0.984 ha equivalente al 39.97% de la superficie del predio, el cual, se encuentra por debajo de lo permitido, esto de acuerdo al Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez, Quintana Roo 2018-2030 que le permite el 40%. Tambien se cuenta con una constancia de uso de suelo emitido por la Dirección de Planeación y Normatividad Urbana número MBJ/24/01/CUS/0127/2025 de fecha de 20 de febrero de 2025 (**Anexo 1**) que le permite el 40%.

Clave	Criterio	Cumplimiento
		De la superficie sujeta a cambio de uso de suelo la vialidad y accesos a playa serán construidos a base de hidrocreto. Por lo que, junto con las áreas ajardinadas y las áreas de conservación serán permeables. Se mantendrá una superficie de 1.0140 ha (10,140.0 m^2) como áreas de conservación. La superficie de áreas permeables corresponde a un área de 1.103 ha. que representa el 44.80 % del predio, cumpliendo con lo establecido por la autoridad, de acuerdo con lo establecido en el artículo 132 de la Ley del Equilibrio Ecológico de Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo. En relación a los tipos de vegetación a afectar, el proyecto se desplantará en su totalidad en vegetación de duna costera.
CG-15	En los ecosistemas forestales deberán eliminarse los ejemplares de especies exóticas considerados como invasoras por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) que representen un riesgo de afectación o desplazamiento de especies silvestres. El material vegetal deberá ser eliminado mediante procedimientos que no permitan su regeneración y/o propagación.	En el predio se desarrolla vegetación de duna costera, en las que no se registraron especies exóticas consideradas como invasoras de acuerdo con la CONABIO, por lo que este criterio no le aplica.
CG-16	La introducción y manejo de palma de coco (*Cocos nucifera*) debe restringirse a las variedades que sean resistentes a la enfermedad conocida como "amarillamiento letal del cocotero".	En caso que se utilicen palmas de coco en el proyecto, se emplearán las que sean resistentes a la enfermedad indicada, por lo que se acatará este criterio.
CG-17	Se permite el manejo de especies exóticas, cuando:	En las áreas ajardinadas propuestas se emplearán especies nativas y ornamentales no invasoras, las cuales provendrán de viveros

Clave	Criterio	Cumplimiento
	1. La especie no esté catalogada como especie invasora por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y/o La SAGARPA. 2. La actividad no se proyecta en cuerpos naturales de agua. 3. 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 de aquellas aguas provenientes de la limpieza de los sitios de confinamiento. 4. Se garantice el confinamiento de los ejemplares y se impida su dispersión o distribución al medio natural. 5. Deberán estar dentro de una Unidad de Manejo Ambiental o PIMVS.	autorizados y del rescate que se realice en el predio.
CG-18	No se permite la acuicultura en cuerpos de agua en condiciones naturales, ni en cuerpos de agua artificiales con riesgo de afectación a especies nativas.	En el proyecto no se contempla llevar a cabo actividades de acuicultura.
CG-19	Todos los caminos abiertos que estén en propiedad privada, deberán contar con acceso controlado, a fin de evitar posibles afectaciones a los recursos naturales existentes.	Durante las actividades de construcción del proyecto, se controlará el acceso del personal y de los vehículos que ingresen al predio, con el fin de evitar afectaciones a otros sitios.
CG-20	Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua deberán mantener inalterada su estructura geológica y mantener el estrato arbóreo, asegurando que la superficie establecida para su uso garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.	En el predio no se registraron cuerpos de agua, por lo que no se prevé ningún tipo de afectación a causa del proyecto. Para el proyecto solo se pretende remover la vegetación de matorral costero del área de aprovechamiento. De la misma forma, se contará con la infraestructura necesaria para garantizar un

Clave	Criterio	Cumplimiento
		manejo adecuado de los residuos que se generen, evitando su dispersión hacia las áreas con vegetación o hacia el mar. De acuerdo con lo anterior, se tomarán las medidas necesarias para que se mantengan las condiciones ecológicas de las zonas inundables del predio.
CG-21	Donde se encuentren vestigios arqueológicos, deberá reportarse dicha presencia al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y contar con su correspondiente autorización para la construcción de la obra o realización de actividades.	En el predio no existen vestigios arqueológicos.
CG-22	El derecho de vía de los tendidos de energía eléctrica de alta tensión solo podrá ser utilizado conforme a la normatividad aplicable, y en apego a ella no podrá ser utilizado para asentamientos humanos.	El predio no posee derecho de vía con tendidos de energía eléctrica de alta tensión, por lo que no le es aplicable este criterio.
CG-23	La instalación de infraestructura de conducción de energía eléctrica de baja tensión y de comunicación deberá ser subterránea en el interior de los predios, para evitar la contaminación visual del paisaje y afectaciones a la misma por eventos meteorológicos extremos y para minimizar la fragmentación de ecosistemas.	En el proyecto se considera realizar la instalación de la infraestructura de energía eléctrica de manera subterránea dentro de los edificios, dando cumplimiento a este criterio.
CG-24	Los taludes de los caminos y carreteras deberán ser reforestados con plantas nativas de cobertura y herbáceas que limiten los procesos de erosión.	El proyecto solo contempla vialidad de acceso desde la Av. Blvd kukulcan, las cuales estarán rodeadas con vegetación natural.
CG-25	En ningún caso la estructura o cimentación de las construcciones deberá interrumpir la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea.	Se realizó el estudio de mecánica de suelos, el cual se adjunta como **Anexo**. De acuerdo a los resultados obtenidos, no se detectaron oquedades en ninguno de los sondeos realizados y el nivel freático se

Clave	Criterio	Cumplimiento
		detectó a los 2 m en promedio respecto al nivel del brocal de los sondeos. Analizando los resultados de los sondeos de avance controlado realizados en el predio, y considerando las características de la estructura que se pretende desplantar en él, el estudio recomienda el uso de una cimentación profunda a base de pilas coladas en el lugar. La longitud y profundidad de empotramiento de las pilas coladas dentro del estrato resistente será definida de manera específica en función de las descargas de la cimentación, sin embargo, con los sondeos realizados, la profundidad de la cimentación estará en promedio en los 13 m, ya que el estrato resistente inicial inicia a una profundidad de 8.00 m por lo que el estudio recomienda que el empotramiento de las pilas sea a partir de esa profundidad y dentro de los 5.00 m. del material resistente (son 8 m de arenas + 5 m de roca caliza). Por lo anterior y de acuerdo al estudio de mecánica de suelos (se adjunta como **Anexo iii Mecánica de suelos)** el proceso constructivo del proyecto será por medio de pilotes. Para su cimentación se colocarán los pilotes de acuerdo a proyecto ejecutivo, garantizando con ello lo seguridad de las instalaciones y que se mantenga el flujo del agua. El agua rodeará los pilotes por lo que no se interrumpirá el flujo subterráneo. El flujo superficial se verá modificado en las áreas de desplante del proyecto, sin embargo, se mantendrá la infiltración del agua a través de las áreas permeables y las áreas ajardinadas. Además de que en el 41.19 % del

Clave	Criterio	Cumplimiento
		predio se mantendrá como área de conservación y permanecerá este flujo superficial en condiciones naturales. De acuerdo a los resultados arrojados por el estudio de mecánica de suelos el acuífero en la zona se encuentra a una profundidad a los 2 m, debido a esto el proceso constructivo es por medio de pilotes que permitirá mantener el flujo hidrológico subterráneo. Se anexa el estudio de mecánica de suelos.
CG-26	De acuerdo a lo que establece el Reglamento Municipal de Construcción, los campamentos de construcción o de apoyo y todas las obras en general deben: A. Contar con al menos una letrina por cada 20 trabajadores. B. 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). C. Establecer las medidas necesarias para almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos sólidos generados. D. Establecer medidas para el correcto manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos peligrosos.	Para la construcción de las obras no se considera la instalación de campamentos de construcción, dado que solo se contratará personal de la Ciudad de Cancún, mismos que pueden trasladarse fácilmente de su lugar de residencia al predio del proyecto. Durante la preparación del sitio, construcción y operación de las obras se espera generar residuos sólidos, los cuales serán colectados, almacenados temporalmente y serán trasladados al relleno sanitario (construcción) y/o entregados al servicio de limpia (operación) para evitar afectaciones al agua, al suelo o al aire. Para el manejo de las aguas residuales generadas por parte de los trabajadores durante la preparación de sitio y construcción del proyecto, se utilizarán los sanitarios portátiles en proporción de 1 por cada 20 trabajadores, los cuales recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora. Estos sanitarios se colocarán en el área de aprovechamiento. Durante la etapa operativa se realizará la implementación de medidas de ahorro de agua y luz, a través de la instalación de WC con sistemas de doble carga y grifería con sistemas de ahorro de agua y programadores horarios que apaguen o enciendan las luces a

Clave	Criterio	Cumplimiento
		determinada hora. Al mismo tiempo se considera la utilización de paneles solares en las azoteas para generacion de energia electrica. Se espera generar aguas grises provenientes de las cocinas, lavanderías, regaderas, albercas y lavado en general en las áreas de mantenimiento. De igual forma se espera generar aguas negras provenientes de los inodoros. En ambos casos, estas aguas se conducirán a través de una red interna e independiente una de la otra, hacia la red de drenaje de municipal. Los residuos peligrosos que se generen tendrán un manejo adecuado mediante su colecta, almacenamiento temporal y entrega a una empresa autorizada en su manejo durante todas las etapas del proyecto. En el Programa de manejo de Residuos que se anexa a este estudio, se especifican las medidas necesarias para realizar una correcta disposición de los mismos (**Anexo 3**).
CG-27	En el diseño y construcción de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos se deberán colocar en las caídas para residuos y en el estanque de lixiviados, una geomembrana de polietileno de alta densidad o similar, con espesor mínimo de 1.5 mm. Previo a la colocación de la capa protectora de la geomembrana se deberá acreditar la aprobación de las pruebas de hermeticidad de las uniones de la geomembrana por parte de la autoridad que supervise su construcción.	El proyecto no contempla la construcción de sitios de disposición final de residuos, por lo que no le es aplicable este criterio.

Clave	Criterio	Cumplimiento
CG-28	La disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o dragados solo 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.	La disposición de materiales derivados de las obras se realizará en el sitio que la autoridad municipal indique.
CG-29	La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.	Los residuos sólidos que se generen durante la etapa de preparación y construcción de las obras serán trasladados al relleno sanitario del Municipio de Benito Juárez, que es utilizado para tal fin. En la etapa operativa, los residuos sólidos que no sean susceptibles de reciclaje serán entregados al servicio de limpia municipal, que los trasladará al relleno sanitario del Municipio de Benito Juárez. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, los residuos susceptibles de reciclaje serán entregados a empresas dedicadas a su reciclaje o en el Programa Reciclatón que organiza el Municipio. Mientras que, en la etapa operativa, todos los residuos susceptibles de ser reciclados, se entregarán a empresas encargadas de su reciclaje, las cuales deberán estar debidamente acreditadas para tal fin.
CG-30	Los desechos biológicos infecciosos no podrán disponerse en el relleno sanitario y/o en depósitos temporales de servicio municipal.	No se espera generar desechos biológico infecciosos, durante la preparación del sitio, la construcción y operación de las obras que se proponen.
CG-31	Los sitios de disposición final de RSU deberán contar con un banco de material pétreo autorizado dentro del área proyectada, mismo que se deberá ubicar aguas arriba de las celdas de almacenamiento y que	El proyecto no pretende establecer un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos, por lo que no le aplica este criterio.

Clave	Criterio	Cumplimiento
	deberá proveer diariamente del material de cobertura.	
CG-32	Se prohíbe la quema de basura, así como su entierro o disposición a cielo abierto.	El manejo de los residuos que se generen en el proyecto se realizará conforme a lo establecido en el Programa de Manejo de Residuos que se anexa a este DTU-B. En ningún momento se pretende la quema, entierro o disposición a cielo abierto de los residuos, por el contrario, durante las etapas de preparación del sitio y construcción de las obras serán colectados en botes debidamente identificados, separando los residuos valorizables de los de origen orgánico, siendo todos almacenados temporalmente para posteriormente ser trasladados al relleno sanitario del Municipio Benito Juárez, o bien entregados a centros de acopio o en el Programa Reciclatón que organiza el municipio. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, los residuos susceptibles de reciclaje serán entregados a empresas dedicadas a su reciclaje o en el Programa Reciclatón que organiza el Municipio. Mientras que, en la etapa operativa, todos los residuos susceptibles de ser reciclados, se entregarán a empresas encargadas de su reciclaje, las cuales deberán estar debidamente acreditadas para tal fin.
CG-33	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.	Durante la preparación del sitio y construcción de las obras que se proponen se contará con un sitio específico para el acopio temporal para los residuos sólidos, los cuales serán trasladados al relleno sanitario del Municipio Benito Juárez. Los residuos susceptibles de reciclaje serán separados de acuerdo con su tipo en papel y cartón, vidrio, PET y otros plásticos y aluminio para finalmente ser llevados a un centro de

Clave	Criterio	Cumplimiento
		acopio para su venta o bien entregados en el Programa Reciclatón que organiza el municipio. Durante la etapa operativa, serán separados los residuos sólidos de acuerdo con su tipo en el cuarto de basura del proyecto, y los que no sean susceptibles de reciclaje se entregarán al servicio de limpia del municipio. Mientras los que sean valorizables serán entregados a empresas especializadas y acreditadas para el reciclaje de los residuos.
CG-34	El material pétreo, sascab, piedra caliza, tierra negra, tierra de despalme, madera, materiales vegetales y/o arena, que se utilice en la construcción de un proyecto, deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados.	Los materiales pétreos, tierra, madera y materiales vegetales que se utilicen durante la construcción del proyecto serán adquiridos en comercios autorizados.
CG-35	En la superficie en la que por excepción la autoridad competente autorice la remoción de la vegetación, también se podrá retirar el suelo, subsuelo y las rocas para nivelar el terreno e instalar los cimientos de las edificaciones e infraestructura, siempre y cuando no se afecten los ríos subterráneos que pudieran estar presentes en los predios que serán intervenidos.	La superficie total de aprovechamiento será de 1.4480 ha (14,480.0 m^2), de los cuales se pretende realizar la remoción de la vegetación de duna costera. En esta superficie se retirará el suelo y las rocas para nivelar el terreno y realizar la cimentación en los sitios que se requieran. La cimentación de los edificios que se proponen se realizará utilizando pilotes o zapatas corridas (dependiendo de los resultados del estudio de mecánica de suelos), quedando sobre el nivel de suelo natural. Para su cimentación se colocarán los pilotes de acuerdo con el estudio de mecánica de suelos que se realice, garantizando con ello la seguridad de las instalaciones y que se mantenga el flujo de agua natural del agua. El agua rodeará los pilotes, por lo que no se interrumpirá el flujo subterráneo. Para la construcción de las albercas se realizarán excavaciones de 1.20 m debajo del

Clave	Criterio	Cumplimiento
		nivel de plataforma (1.5 m), por lo que no se prevé que llegue al nivel estático. Las obras no techadas como vialidades y estacionamientos no requieren cimentaciones, estas serán niveladas hasta alcanzar el nivel requerido y se conformarán las guarniciones y el colado del concreto sobre el nivel de la plataforma, por lo que no se afectarán los flujos subterráneos.
CG-36	Los desechos orgánicos derivados de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales deberán aprovecharse en primera instancia para la recuperación de suelos, y/o fertilización orgánica de cultivos y áreas verdes, previo composteo y estabilización y ser dispuestos donde lo indique la autoridad competente en la materia.	En el proyecto no se realizarán actividades agrícolas, pecuarias o forestales, por lo que no le aplica este criterio.
CG-37	Todos los proyectos que impliquen la remoción de la vegetación y el despalme del suelo deberán realizar acciones para la recuperación de la tierra vegetal, realizando su separación de los residuos vegetales y pétreos, con la finalidad de que sea utilizada para acciones de reforestación dentro del mismo proyecto o donde lo disponga la autoridad competente en la materia, dentro del territorio municipal.	En el predio se removerá una superficie de 1.4480 ha (14,480.0 m^2), de vegetación de duna costera, en la que se realizará la recuperación del suelo. También se realizará la separación de los restos vegetales para su triturado. El suelo que se recupere se empleará en las áreas ajardinadas.
CG-38	No se permite la transferencia de densidades de cuartos de hotel, residencias campestres, cabañas rurales y/o cabañas ecoturísticas de una unidad de gestión ambiental a otra.	El predio del proyecto solo se ubica en una UGA, cuya densidad está determinada por el Programa Municipal de Desarrollo Urbano, por lo que este criterio no le aplica.
CG-39	El porcentaje de desmonte permitido en cada UGA que implique el cambio de uso de suelo de la vegetación forestal, solo podrá realizarse cuando la autoridad	La vegetación presente en el predio del proyecto es forestal y para el proyecto se requiere remover una superficie de 1.4480 ha (14,480.0 m^2) de vegetación de duna costera, por lo que requiere autorización para el cambio

Clave	Criterio	Cumplimiento
	competente expida por excepción las autorizaciones de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales.	de uso de suelo en terrenos forestales, la cual será obtenida de acuerdo con lo establecido en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

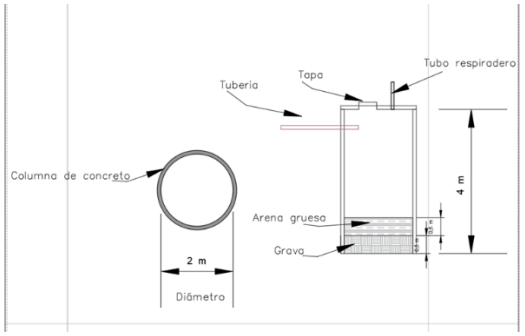
En el siguiente cuadro se enlistan los criterios urbanos enmarcados por el POEL y su respectiva vinculación con el proyecto.

Cuadro No. 36. Criterios urbanos aplicables a la UGA 21 del POEL del Municipio de Benito Juárez.

Criterio		Cumplimiento del Proyecto
Recurso agua		
URB-01	En tanto no existan sistemas municipales para la conducción y tratamiento de las aguas residuales municipales, los promoventes de nuevos proyectos, de hoteles, fraccionamientos, condominios, industrias y similares, deberán instalar y operar por su 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 normas oficiales mexicanas en la materia.	El proyecto se ubica en la zona hotelera de la Ciudad de Cancún, que está urbanizada, para el establecimiento del proyecto se cuenta con la factibilidad de servicios emitido por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (Oficio CAPA/DBJIM/SDT/0303/2023 de fecha de 03 de abril de 2023), que permitirá conectarse a la red de drenaje municipal. Se espera generar aguas grises provenientes de las cocinas, lavanderías, regaderas, albercas y lavado en general en las áreas de mantenimiento. De igual forma se espera generar aguas negras provenientes de los inodoros. En ambos casos, estas aguas se conducirán a través de una red interna para conectarse finalmente al drenaje municipal. Conforme a lo señalado, se dará cumplimiento a estos criterios.
URB-02	Al fin de evitar la contaminación ambiental y/o riesgos a la salud pública y solo en aquellos casos excepcionales en que el tendido de redes hidrosanitarias no exista, así como las condiciones financieras, socioeconómicas y/o topográficas necesarias para la introducción del servicio que lo ameriten o justifiquen, la autoridad competente en la materia podrá autorizar a personas físicas el empleo de biodigestores para que en sus domicilios particulares se realice de manera permanente un tratamiento de las aguas negras domiciliarias. Estos	

Criterio		Cumplimiento del Proyecto
	sistemas deberán estar aprobados por la autoridad ambiental competente.	
URB-03	En zonas que ya cuentan con servicio de drenaje sanitario el usuario estará obligado a conectarse a dicho servicio. En caso de que a partir de un dictamen técnico del organismo operador resulte no ser factible tal conexión, se podrán utilizar sistemas de tratamiento debidamente certificados y autorizar la conexión de descargas por la CONAGUA.	Actualmente en el área del proyecto se cuenta con la infraestructura necesaria para realizar la conexión a la red de drenaje municipal y cuenta con factibilidad CAPA como ha estado mencionando con anterioridad.
URB-04	Los sistemas de producción agrícola intensiva (invernaderos, hidroponía y viveros) que se establezcan dentro de los centros de población deben reducir la pérdida de agua de riego, limitar la aplicación de agroquímicos y evitar la contaminación de los mantos freáticos.	El proyecto es de tipo turístico, por lo que no se trata de un sistema de producción agrícola, de ahí que este criterio no le aplica.
URB-05	En el caso de campos de golf o usos de suelo similares que requieran la aplicación de riegos con agroquímicos y/o aguas residuales tratadas, deberán contar con la infraestructura necesaria para la optimización y reciclaje del agua. Evitando en toda la contaminación al suelo, cuerpos de agua y mantos freáticos.	Las obras que se proponen no contemplan campos de golf o similares, de ahí que este criterio no le aplica.
URB-06	Los proyectos de campos deportivos y/o de golf, así como las áreas ajardinadas de los desarrollos turísticos deberán minimizar el uso de fertilizantes y/o pesticidas químicos para evitar riesgos de contaminación.	En el proyecto solo se utilizarán plaguicidas en caso de que se detecte alguna plaga, por lo que el uso será mínimo.
URB-07	No se permite la disposición de aguas residuales sin previo tratamiento hacia los cuerpos de agua, zonas inundables y/o al suelo	Las aguas residuales que se generen en el proyecto se conducirán a través de la red interna de drenaje hacia la red de drenaje municipal, donde serán tratadas.

Criterio		Cumplimiento del Proyecto
	y subsuelo, por lo que se promoverá que se establezca un sistema integral de drenaje y tratamiento de aguas residuales.	
URB-08	En las zonas urbanas y sus reservas del Municipio de Benito Juárez se deberán establecer espacios ajardinados que incorporen elementos arbóreos y arbustivos de especies nativas.	El proyecto contempla áreas ajardinadas en una superficie de 0.028 ha (280 m^2) en las que se emplearán especies nativas y ornamentales de la región, que incluirán elementos arbóreos, arbustivos y herbáceos.
URB-09	Para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en las zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, deben existir parques y espacios recreativos que cuenten con elementos arbóreos y arbustivos y cuya separación no será mayor a un km entre dichos parques.	Es responsabilidad de la autoridad municipal vigilar la dotación de parques y espacios recreativos para los ciudadanos. En el proyecto se contemplan áreas ajardinadas y de conservación, que ayudarán a disminuir la sensación térmica, a mantener el paisaje con vegetación y servirán como sitios de infiltración de agua.
URB-10	Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua presentes en los centros de población deben formar parte de las áreas verdes, asegurando que la superficie establecida para tal destino del suelo garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.	En el predio no se registraron cuerpos de agua. De la misma forma, se contará con la infraestructura necesaria para garantizar un manejo adecuado de los residuos que se generen, evitando su dispersión hacia las zonas inundables. Las actividades de cimentación se realizarán empleando pilotes o zapatas corridas (dependiendo de los resultados del estudio de mecánica de suelos), garantizando con ello el mantenimiento del flujo de agua.
URB-11	Para el ahorro del recurso agua, las nuevas construcciones deberán implementar tecnologías que aseguren el ahorro y uso eficiente del agua.	El proyecto implementará las tecnologías que aseguren el ahorro y uso eficiente del agua.

Criterio		Cumplimiento del Proyecto
URB-12	En las plantas de tratamiento de aguas residuales y de desactivación de lodos deberán implementarse procesos para la disminución de olores y establecer franjas de vegetación arbórea de al menos 15 m de ancho que presten el servicio de barreras dispersantes de malos olores dentro del predio que se encuentren en dichas instalaciones.	A través de la red interna de drenaje del hotel, se canalizarán las aguas residuales a la red de drenaje municipal donde se le dará el tratamiento adecuado.
URB-13	La canalización del drenaje pluvial hacia espacios verdes, cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, deben 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.	En el proyecto el drenaje pluvial y sanitario estarán separados. El proyecto contempla la construcción de 7 pozos de absorción distribuidos como se muestra en el siguiente plano. Se adjunta el plano en formato AutoCad como **Ubicación de pozos de absorción.** La profundidad de los pozos es de 4 m, como se muestra en el siguiente corte. El diseño en formato AutoCad se adjunta como **Anexo Diseño de pozo de absorción.**  En las azoteas de los edificios, se colocará un sistema de bajantes pluviales con decantadores para retener los sólidos, los cuales se conducirán hacia las áreas ajardinadas.
URB-14	Los crematorios deberán realizar un monitoreo y control de sus emisiones a la atmósfera.	El proyecto es de tipo turístico de ahí que este criterio no le aplica.

Criterio		Cumplimiento del Proyecto
URB-15	Los cementerios deberán impermeabilizar paredes y piso de las fosas, con el fin de evitar contaminación al suelo, subsuelo y manto freático.	
URB-16	Los proyectos en la franja costera dentro de las UGAs 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 20m conduzcan y permitan el libre flujo que de manera natural se establezca para el desagüe.	El predio del proyecto no se encuentra en una boca de tormenta, de ahí que no le aplica el presente criterio.
URB-17	Serán susceptibles de aprovechamiento los recursos biológicos forestales, tales como semilla, que generen los árboles urbanos, con fines de propagación por parte de particulares, mediante la autorización de colecta de recursos biológicos forestales.	No se pretende realizar el aprovechamiento de recursos biológicos forestales, en caso de requerirlo el proyecto se apegará a lo que marca el presente criterio.
URB-19	La autorización emitida por la autoridad competente para la explotación de bancos de materiales pétreos deberá sustentarse en los resultados provenientes de estudios de mecánica de suelos y geohidrológicos que aseguren que no existan afectaciones irreversibles al recurso agua, aún 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	El proyecto contempla la construcción y operación de un hotel, por lo que no se considera la explotación de bancos de materiales pétreos, de ahí que este criterio no le aplica.

Criterio		Cumplimiento del Proyecto
	proyecto y los parámetros y periodicidad para realizar el monitoreo que tendrá que realizarse durante todas las etapas del proyecto, incluyendo las actividades de la etapa de abandono.	
URB-20	Con el objeto de integrar cenotes, rejolladas, cuevas y cavernas a las áreas públicas urbanas, se permite realizar un aclareo, poda y modificación de 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 predio del proyecto no se cuenta con ninguna de estas formaciones naturales, de ahí que este criterio no le aplica.
URB-21	Los bancos de materiales autorizados deben respetar una zona de amortiguamiento que consiste en una barrera vegetal alrededor del mismo, conforme lo señala el Decreto 36, del Gobierno del Estado; y/o la disposición jurídica que la sustituya.	En el proyecto se contempla el desmonte, la construcción y operación de un hotel, por lo que no se llevarán a cabo actividades relacionadas con un banco de materiales pétreos, de ahí que estos criterios no le aplican.
URB-22	Para evitar la contaminación del suelo y subsuelo, en las actividades de extracción y exploración de materiales pétreos deberán realizarse acciones de acopio, separación, utilización y disposición final de cualquier tipo de residuos generados, en el marco de lo que establezcan las disposiciones jurídicas aplicables.	
URB-23	Para reincorporar las superficies afectadas por extracción de materiales pétreos a las actividades económicas del municipio, deberá realizarse la rehabilitación de dichas superficies en congruencia con los usos que prevean los instrumentos de planeación vigentes para la zona.	

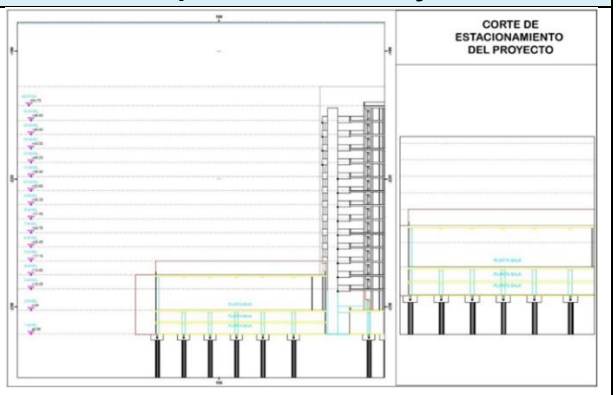
Criterio		Cumplimiento del Proyecto
URB-24	Los generadores de Residuos de Manejo Especial y los Grandes Generadores de Residuos Sólidos Urbanos deberán contar con un plan de manejo de los mismos, en apego a la normatividad vigente en la materia.	El proyecto que se propone contará con un Plan de Manejo de Residuos, que se anexa a este DTU-B, el cual se implementará durante la preparación del sitio, construcción y operación de las obras.
URB-25	Para el caso de fraccionamientos habitacionales, el fraccionador deberá construir a su cargo y entregar al Ayuntamiento por cada 1000 viviendas previstas en el proyecto de fraccionamiento, parque o parques públicos recreativos con sus correspondientes áreas ajardinadas y arboladas con una superficie mínima de 5,000 metros cuadrados, mismos que podrán ser relacionados a las áreas de donación establecidas en la legislación vigente en la materia, tratándose de fracciones en el número de viviendas previstas en el fraccionamiento, las obras de equipamiento urbano serán proporcionales, pudiéndose construir incluso en predios distintos al fraccionamiento.	En el proyecto se contempla el desmonte, la construcción y operación de un hotel, por lo que estos criterios no le aplican. Sin embargo, se considera la conformación de áreas ajardinadas, lo que contribuirá a disminuir la sensación térmica, así como a mejorar el paisaje. Asimismo, se mantendrá con vegetación en estado natural una superficie que equivale al 41.19 % del predio, donde se seguirán llevando los procesos ecológicos en duna costera, que seguirán prestando sus servicios ambientales.
URB-26	En las etapas de crecimiento de la mancha urbana considerada por el PDU, para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en las zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, favorecer la función de barrera contra ruido, dotar de espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, los fraccionamientos deben incorporar áreas verdes que contribuyan al Sistema Municipal de Parques, de	

Criterio		Cumplimiento del Proyecto
	conformidad con la normatividad vigente en la materia.	
URB-27	La superficie ocupada por equipamiento en las áreas verdes no deberá exceder de un 30% del total de la superficie cada una de ellas.	En las obras que se plantean no se considera equipamiento en áreas verdes ajardinadas.
URB-28	Para evitar las afectaciones por inundaciones, se prohíbe el establecimiento de fraccionamientos habitacionales, así como de infraestructura urbana dentro del espacio excavado de las sascaberas en desuso y en zonas en donde los estudios indiquen que existe el riesgo de inundación (de acuerdo al Atlas de Riesgos del municipio y/o del estado).	El proyecto es de tipo turístico y no corresponde por tanto a fraccionamiento habitacional ni a infraestructura urbana; no se ubica dentro del espacio excavado de una sascabera ni con riesgo de inundación, salvo las condiciones extraordinarias que puedan presentarse por eventos extraordinarios. El proyecto contempa procesos constructivos para riesgo de inundación, pero eventos de gran envergadura eventulamente pueden ocurrir por efectos naturales.
URB-29	En la construcción de fraccionamientos dentro de las áreas urbanas, se permite la utilización del material pétreo que se obtenga de los cortes de nivelación dentro del predio. El excedente de los materiales extraídos que no sean utilizados deberá disponerse en la forma indicada por la autoridad competente en la materia.	En caso que se obtenga material pétreo adecuado derivado de los cortes de nivelación dentro del predio, éste podrá ser utilizado para su construcción o disponerse en donde la autoridad municipal indique.
Recurso Flora y Fauna		
URB-30	En zonas inundables, se deben mantener las condiciones naturales de los ecosistemas y garantizar la conservación de las poblaciones silvestres que la habitan. Por lo que las actividades recreativas de contemplación deben ser promovidas y las actividades de aprovechamiento extractivo y de construcción deben ser condicionadas.	El proyecto se pretende desplantar sobre vegetación de matorral costero, por lo que se aprovechará una superficie total de 1.4480 ha (14,480.0 m^2), sin embargo, misma superficie que se solicita su remoción. En las áreas de conservación se mantendrán áreas con vegetación de matorral costero, las cuales se preservarán en condiciones naturales.
URB-31	Las áreas destinadas a la conservación de la biodiversidad y/o del agua que colinden con las áreas definidas para los asentamientos	El área de aprovechamiento del proyecto, estará rodeada de áreas con vegetación natural, que podrán ser utilizadas para la reubicación de la fauna.

Criterio		Cumplimiento del Proyecto
	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.	Asimismo, la fauna que se rescate podrá ser reubicada en los sitios aledaños dentro del mismo sistema ambiental de acuerdo con el Programa de Rescate de Fauna que se anexa a este DTU-B.
URB-32	Deberá preverse un mínimo de 50% de la superficie de los espacios públicos ajardinados para que tengan vegetación natural de la zona y mantener todos los árboles nativos que cuenten con DAP mayores de 15 cm, en buen estado fitosanitario y que no representen riesgo de accidentes para los usuarios.	Para el desplante del proyecto se ocupará una superficie de aprovechamiento de 1.4480 ha (14,480.0 m^2), que representa el 58.81% del predio. El proyecto contempla una superficie de C.O.S. (obras techadas) de 0.984 ha equivalente al 39.97% de la superficie del predio, el cual, se encuentra por debajo de lo permitido por el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez, Quintana Roo 2018-2030 que le permite el 40%. Tambien, se cuenta con una constancia de uso de suelo emitido por la Dirección de Planeación y Normatividad Urbana número MBJ/24/01/CUS/0127/2025 de fecha de 20 de febrero de 2025 (**Anexo 1**) que le permite el 40%. De la superficie sujeta a cambio de uso de suelo la vialidad y accesos a playa serán construidos a base de hidrocreto. Por lo que, sumadas a las áreas ajardinadas y las áreas de conservación, serán permeables. Se mantendrá una superficie de 1.0140 ha (10,140.0 m^2) como áreas de conservación.
URB-33	Deberán establecerse zonas de amortiguamiento de al menos 50 m alrededor de las zonas industriales y centrales de abastos que se desarrollen en las reservas urbanas. Estas zonas de amortiguamiento deberán ser dotados de infraestructura de parque público.	El proyecto se encuentra en la zona hotelera de la Ciudad de Cancún y es de tipo turístico, por lo que este criterio no le aplica.
URB-	En los programas de rescate de	De manera previa a llevar a cabo actividades

Criterio		Cumplimiento del Proyecto
34	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.	de desmonte, se contemplan acciones de ahuyentamiento de fauna y de rescate en caso de que sea necesario. Los ejemplares que sean rescatados se reubicarán en las áreas de conservación del predio, o en las zonas aledañas dentro del sistema ambiental. Las actividades de rescate y reubicación se llevarán a cabo conforme al Programa de Rescate de Fauna que se anexa a este DTU-B. Durante las actividades que se proponen se fomentará el cuidado y respeto de la fauna que se observe.
URB-35	No se permite introducir o liberar fauna exótica en parques y/o áreas de reservas urbanas.	El proyecto se apegará a lo que marca este criterio.
URB-36	Las áreas con presencia de ecosistemas de manglar dentro de los centros de población deberán ser consideradas como Áreas de Preservación Ecológica para garantizar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales que proveen por lo que no podrán ser modificadas, con el fin de proporcionar una mejor calidad de vida para los habitantes del municipio; con excepción de aquellas que cuenten previamente con un plan de manejo autorizado por la autoridad ambiental competente.	El predio del proyecto posee una superficie de 24,628.19 m^2, esta cubierto en su totalidad por vegetación de duna costera. Para el desplante del proyecto se ocupará una superficie de aprovechamiento de 1.4480 ha (14,480.0 m^2), que representa el 58.81% del predio. El proyecto contempla una superficie de C.O.S. (obras techadas) de 0.984 ha equivalente al 39.97% de la superficie del predio, es decir esta por debajo del 40% permitido por el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez, Quintana Roo 2018-2030. Tambien se cuenta con una constancia de uso de suelo emitido por la Dirección de Planeación y Normatividad Urbana número MBJ/24/01/CUS/0127/2025 de fecha de 20 de febrero de 2025 que le permite el 40%. De la superficie sujeta a cambio de uso de

Criterio		Cumplimiento del Proyecto
		suelo la vialidad y accesos a playa serán construidos a base de hidrocreto. Por lo que, junto con las áreas ajardinadas y las áreas de conservación serán permeables. Se mantendrá una superficie de 1.0140 ha (10,140.0 m^2) como áreas de conservación. De acuerdo con lo anterior, se dará cumplimiento a este criterio.
URB-37	Para minimizar los impactos ambientales y el efecto de borde sobre los ecosistemas adyacentes a los centros urbanos, la ocupación de nuevas reservas territoriales para el desarrollo urbano, solo podrá realizarse cuando se haya ocupado el 85% del territorio de la etapa de desarrollo urbano previa.	El proyecto se ubica dentro de la mancha urbana del municipio Benito Juárez y no en una reserva territorial, de ahí que este criterio no le aplica.
URB-38	Las áreas verdes de los estacionamientos descubiertos públicos y privados deben ser diseñadas en forma de camellones continuos y deberá colocarse por lo menos un árbol por cada dos cajones de estacionamiento.	En los estacionamientos no techados se contempla colocar un árbol por cada dos cajones, por lo que se cumplirá con este criterio. los estacionamientos serán techados en dos niveles con capacidad de 76 cajones en total, es decir, 38 en cada nivel. En la siguiente figura se puede visualizar. Se adjunta el plano en formato AutoCad como **Anexo Plano Estacionamientos techados**. Debido a que los estacionamientos serán techados, no es viable plantar árboles, ya que por la altura entre nivel y por ser áreas cerradas no se asegura la supervivencia de los ejemplares. En el siguiente plano se puede observar un corte de los estacionamientos techados del proyecto.

Criterio		Cumplimiento del Proyecto
		 Es importante resaltar que a pesar de que no es viable plantar árboles en los estacionamientos por ser espacios cerrados y de alturas bajas por nivel el proyecto pretende utilizar sólo el 39.97% de coeficiente de ocupación del suelo (C.O.S.) en relación a la superficie del predio, lo cual está por debajo del límite máximo que es del 40% que aplica para el uso del suelo del predio, por lo que esta situación permite aportar mayor cantidad de áreas verdes de conservación y áreas verdes públicas al proyecto Se mantendrá una superficie de conservación de 41.19% de la superficie del predio, y en cuanto a la superficie de áreas permeables, se mantendrá el 44.80% de la superficie del predio, cumpliendo con lo establecido en el artículo 132 de la Ley del Equilibrio Ecológico de Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo.
URB-39	Los predios colindantes con los humedales deberán tener áreas de vegetación, preferentemente nativa, que permitan el tránsito de la vida silvestre hacia otros manchones de vegetación.	El área de aprovechamiento del proyecto se delimitó dejando franjas de amortiguamiento laterales con vegetación de duna costera y conservando el primer cordón de dunas. De acuerdo con lo anterior, se mantendrán áreas con vegetación donde se permita el

Criterio		Cumplimiento del Proyecto
	Los predios colindantes en el Sur del área natural protegida Manglares de Nichupté (ANPLN) deberán mantener su cubierta vegetal para favorecer el tránsito de fauna. Se deberán realizar obras que permitan la comunicación de la fauna entre el ANPLN el área de vegetación nativa con la que colinda en su límite Sur, para tal efecto se deberán realizar las obras necesarias en la carretera que las divide para que la fauna pueda transitar entre ambos terrenos, sin que pueda ser atropellada.	tránsito de la fauna y que continúen los procesos ecosistémicos que ahí se desarrollan. Se adjunta el plano georreferenciado como Plano de conjunto detrás de cordón de dunas. Se adjunta el plano georreferenciado como Plano topográfico, zofemat y cordón.
URB-40	En las previsiones de crecimiento de las áreas urbanas colindantes con las ANPs, se deberán mantener corredores biológicos que salvaguarden la conectividad entre ecosistemas existentes.	El predio del proyecto no se encuentra en un área de previsión de crecimiento urbano, sino que forma parte de la zona urbana de la Ciudad de Cancún, por lo que este criterio no le aplica.
URB-41	Los proyectos urbanos deberán reforestar camellones y áreas verdes colindantes a las ANPs y parques municipales deberán reforestar con especies nativas que sirvan de refugio y alimentación para la fauna silvestre, destacando el chicozapote (*Manilkara zapota*), la guaya (*Talisia olivaeformis*), capulín (*Muntingia calabura*), *Ficus spp*., entre otros.	El predio del proyecto no posee áreas sin vegetación, por lo que no se contemplan acciones de reforestación.
Recurso Paisaje		
URB-43	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.	El proyecto implementará durante la preparación del sitio, la construcción y operación, las medidas para un manejo adecuado de residuos sólidos y peligrosos, de las emisiones de ruido y contaminantes, y se dará manejo adecuado a las aguas residuales que se generen en estas etapas a través de una empresa especializada para la limpieza y recolección de las aguas provenientes de los

Criterio		Cumplimiento del Proyecto
		sanitarios portátiles. De igual forma, en la etapa operativa se espera generar aguas grises y negras, las cuales se conducirán a través de una red interna después a la red de drenaje municipal. Como se ha estado mencionando el proyecto cuenta con la factibilidad de servicios emitido por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (Oficio CAPA/DBJIM/SDT/0303/2023 de fecha de 03 de abril de 2023) que permitirá conectarse a la red de drenaje municipal.
URB-44	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 predio de interés se ubica en la UGA 21 y está sujeto a lo que establezca el PMDU de Benito Juárez, de acuerdo con el cual el predio tiene un uso Turístico, Hotelero con clave (TH/15/O) y corresponde al uso que se le pretende dar al predio, apegándose a lo que dictamine este criterio.
URB-45	Para recuperar el paisaje y compensar la pérdida de vegetación en las zonas urbanas, en las actividades de reforestación designadas por la autoridad competente, se usarán de manera prioritaria especies nativas acordes a cada ambiente.	En el proyecto no se contemplan actividades de reforestación, sólo se conformarán áreas ajardinadas en una superficie de 280 m^2, en las que se emplearán especies nativas y ornamentales de la región.
URB-46	El establecimiento de actividades de la industria concretera y similar 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 contempla la construcción de obras turísticas, que no tiene relación con la industria concretera, por lo que este criterio no le aplica.
URB-47	Se establecerán servidumbres de paso y accesos a la zona federal marítimo terrestre y el libre paso por la zona federal a una distancia máxima de 1000 metros entre estos	El proyecto no contempla servidumbres de paso y accesos a la zona federal a través del predio, ya que estos accesos están a cargo de las autoridades correspondientes.

Criterio		Cumplimiento del Proyecto
	accesos, de conformidad con la Ley de Bienes Nacionales y el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vidas Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.	
URB-48	En las áreas de aprovechamiento proyectadas se debe mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, áreas verdes, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.	En el proyecto se pretende mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que coincidan con las áreas ajardinadas, de tal forma que se integren al diseño arquitectónico del mismo.
URB-49	Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con las playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el periodo de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías.	El predio de interés colinda con la playa, en la cual no se registraron anidaciones de tortugas marinas de acuerdo con los recorridos realizados durante las actividades de caracterización. La zona de playa arenosa existente frente al predio es mínima, por esta razón no es apta para arribazón de tortugas marinas. Sin embargo, se implementarán medidas necesarias en caso e que llegase a registrar alguno de estos organismos. Durante las actividades de preparación del sitio y construcción del proyecto, se colocará un tapial que delimite el área de aprovechamiento para evitar que los trabajadores pasen hacia la zona de playa. En la etapa operativa se seguirán las siguientes medidas. ✓ Durante la temporada de anidación se suspenderán actividades en la zona de playa a partir de las 6:00 pm hasta las

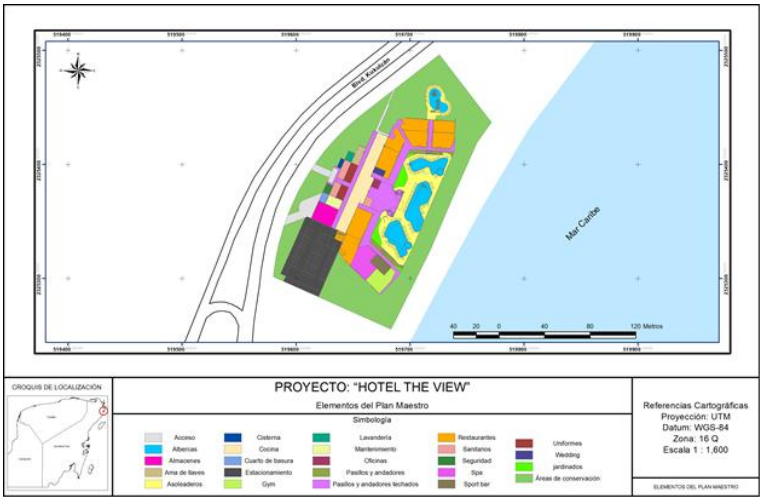
Criterio		Cumplimiento del Proyecto
		6:00 am. ✓ Durante la temporada de anidación de tortugas marinas la zona de playa se mantendrá limpia y libre de obstáculos que impidan el paso de estos organismos. ✓ No se colocarán obstáculos que limiten el desplazamiento de las hembras durante la anidación o la llegada de las crías al mar. ✓ Durante la noche no se colocará ningún tipo de iluminación, dado que esta puede alterar la conducta de las tortugas. ✓ En el frente de playa se mantendrá la vegetación que existe. ✓ Se realizará el manejo adecuado de los residuos, evitando dejarlos en la zona de playa, dado que estos podrían modificar las características fisicoquímicas de la arena. Cabe mencionar que se están considerando estas medidas, porque frente al predio en la zona norte y sur del predio sí existen condiciones para la anidación de tortugas marinas.
URB-50	Las especies recomendadas para la reforestación de dunas son: Plantas rastreras: *Ipomea pes-caprae*, *Sesuvium portulacastrum*, herbáceas: *Ageratum littorale*, *Erythalis fruticosa* y arbustos: *Tournefortia gnaphalodes*, *Suriana marítima*, *Coccoloba uvifera* y Palmas *Thrinax radiata* y *Coccothrinax readii*.	En el proyecto no se pretende realizar la reforestación de la duna costera, por lo que no le aplica este criterio.
URB-51	La selección de sitios para la rehabilitación de dunas y la creación infraestructura de retención de arena	No se consideran actividades de rehabilitación de dunas.

Criterio		Cumplimiento del Proyecto
	deberá tomar en cuenta los siguientes criterios: • Que haya evidencia de la existencia de dunas en los últimos 20 años. • Que los vientos prevalecientes soplen en dirección a las dunas. • Que existan zonas de dunas pioneras (embrionarias) en la playa en la que la arena esté constantemente seca, para que constituya la fuente de aportación para la duna. • Las cercas de retención deberán ser biodegradables, con una altura aproximada de 1.2m y con un 50% de porosidad y ubicadas en paralelo a la costa. • Las dunas rehabilitadas deberán ser reforestadas.	
URB-52	En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias: • Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación. • Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación. • Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías. • Eliminar, reorientar o modificar cualquier	Se realizará lo siguiente a pesar de que el sitio no es apta para la anidación de tortugas marinas. ✓ Durante la temporada de anidación se suspenderán actividades en la zona de playa a partir de las 6:00 pm hasta las 6:00 am. ✓ No se modificará la playa, ni será removida la vegetación halófita costera destinada por el proyecto para conservación. ✓ Durante la temporada de anidación de tortugas marinas la zona de playa se mantendrá limpia y libre de obstáculos que impidan el paso de estos organismos. ✓ Durante la noche no se colocará ningún tipo de iluminación, dado que esta puede alterar la conducta de las tortugas. En caso de requerir iluminación, solo se utilizarán los tipos referidos en este

Criterio		Cumplimiento del Proyecto
	instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina. • Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto: a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas. b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente. c) Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión. • 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. Solo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el	criterio. ✓ Se realizará el manejo adecuado de los residuos, evitando dejarlos en la zona de playa, dado que estos podrían modificar las características fisicoquímicas de la arena. ✓ Se colocarán letreros informativos para el conocimiento, la protección y conservación de las tortugas marinas. ✓ No se permitirá el tránsito vehicular por la playa. ✓ No se dejarán sueltos animales domésticos que pudieran perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías

Criterio		Cumplimiento del Proyecto
	manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.	
URB-53	Las obras y actividades que son susceptibles de ser desarrolladas en las dunas costeras deberán evitar la afectación de zonas de anidación y de agregación de especies, en particular aquellas que formen parte del hábitat de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	El frente de playa del predio no es un sitio apto para anidación de tortugas marinas ya que la playa arenosa es una franque pequeña, y las especies de tortugas marinas requieren de sitios amplias y libres de vegetación para poder desovar. Por esta razón, el frente del predio no es apta para el arribazón de tortugas marinas. Por otra parte, las obras del proyecto se pretenden desplantar detrás del primer cordón de dunas.
URB-54	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.	
URB-55	La construcción de infraestructura permanente o temporal debe quedar fuera de las dunas pioneras (embrionarias)	Las obras del proyecto quedarán fuera de las dunas embrionarias y fuera del primer cordón de duna.
URB-56	En las dunas primarias podrá haber construcciones de madera o material degradable y piloteadas (p.e. casas tipo palafito o andadores), detrás de la cara posterior del primer cordón y evitando la invasión sobre la corona o cresta de estas dunas. El pilotaje deberá ser superficial (hincado a golpes), no cimentado y deberá permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda que tenga al menos un metro de elevación respecto al nivel de la duna. Esta recomendación deberá revisarse en regiones donde hay fuerte incidencia de huracanes, ya que en esas áreas	De acuerdo a la topografía, la geoforma del primer cordón de duna no presenta elevaciones pronunciadas entre el frente-cresta y post duna, sin embargo, está bien identificado en campo cuando se correlaciona la elevación topográfica con la vegetación que crece sobre ella, y el tipo de sustrato observado, ya que en este primer cordón el sustrato arenoso es más móvil que en las dunas posteriores, y la vegetación que domina es la herbáceo-arbustiva. En la zona de matorral costero las dunas ya están estabilizadas y el sustrato es rico en materia orgánica, formando un suelo estable, lo que permite soportar una vegetación arbórea como la que se encuentra en el sitio (matorral costero).

Criterio		Cumplimiento del Proyecto
	constituyen un sistema importante de protección, por lo que se recomienda, después de su valoración específica, dejar inalterada esta sección del sistema de dunas.	La obra más cercana (las albercas y las áreas ajardinadas) se ubican detrás de la cresta del primer cordón de dunas.
URB-57	La restauración de playas deberá realizarse con arena que tenga una composición química y granulometría similar a la de la playa que se va a rellenar. El material arenoso que se empleara en la restauración de playas deberá tener la menor concentración de materia orgánica, arcilla y limo posible para evitar que el material se consolide formando escarpes pronunciados en las playas por efecto del oleaje.	Las actividades que se proponen no implican restauración de playas.
URB-58	Se prohíbe la extracción de arena en predios ubicados sobre la franja litoral del municipio con cobertura de matorral costero.	Solo se llevarán a cabo actividades relacionadas con la preparación del sitio, la construcción y operación de un hotel, por lo que no se extraerá arena.
URB-59	En las áreas verdes los residuos vegetales producto de las podas y deshierbes deberán incorporarse al suelo después de su composteo. Para mejorar la calidad del suelo y de la vegetación.	Los restos vegetales derivados de las actividades de desmonte serán triturados para después incorporarse al suelo.



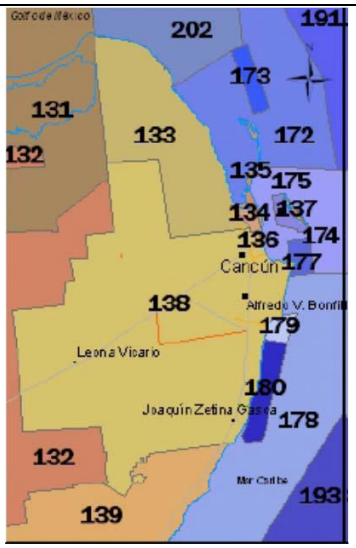
Plano No. 25. Se muestra el plano de conjunto detrás del primer cordón de duna

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

De acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012), el predio se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental 138, Benito Juárez.

Características UGA 138.

Tipo de UGA	Regional
Nombre:	Benito Juárez
Municipio:	Benito Juárez
Estado:	Quintana Roo
Población:	573,325 Habitantes
Superficie:	225,770.386 Ha.
Subregión:	Aplicar criterios zona Costera inmediata Mar Caribe
Islas:	
Puerto Turístico	Presente
Puerto Comercial	Presente
Puerto Pesquero	Presente
Nota:	



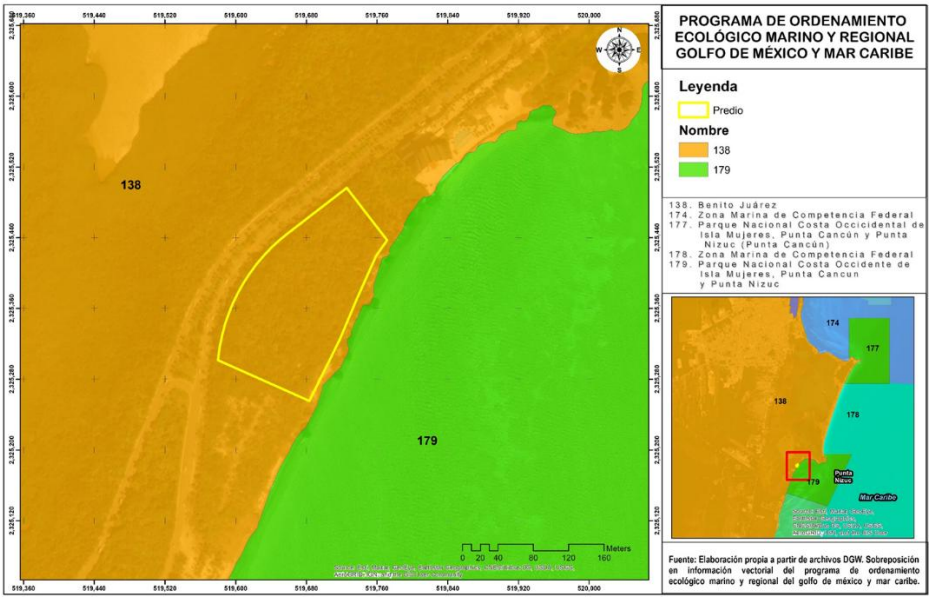
En el Decreto del programa se establece en su Artículo 1, que se expide la parte marina del POEMyRGMyMC y en su Artículo 2, indica que da a conocer la parte regional del mismo.

Mientras que el Artículo Tercero de dicho Programa el cual se cita a continuación:

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.*

Con base en lo anterior y toda vez que, a la fecha no han sido emitidos los decretos correspondientes por parte de las Entidades afectadas, en este caso, el Estado de Quintana Roo, sólo está vigente la parte marina de dicho Programa de Ordenamiento.

Tomando en consideración lo señalado, y que el proyecto se ubica en una UGA regional que no está vigente, no se vincula el proyecto con los criterios establecidos para esta UGA.

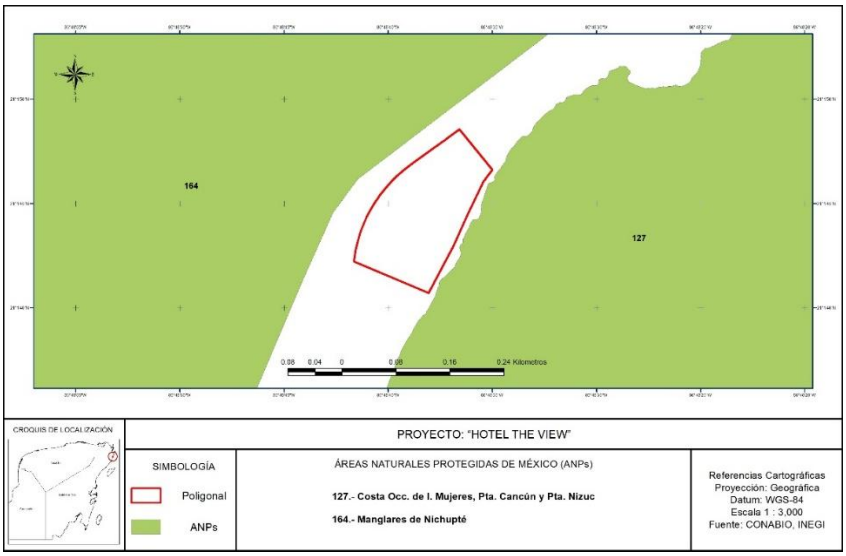


Plano No. 26. Ubicación del proyecto dentro de la UGA 138 del POEMRGFyMC

3. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.

3.1. Áreas naturales protegidas

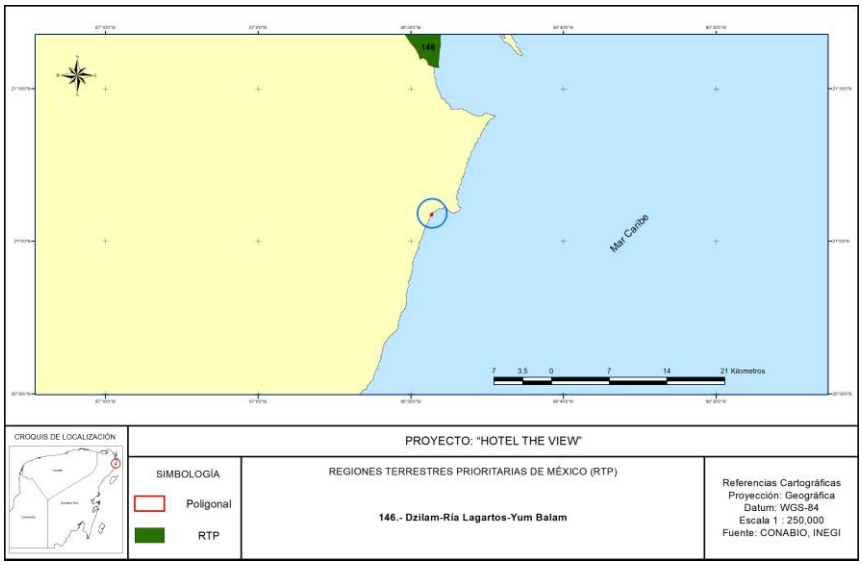
Dentro del predio no existen decretos o programas que limiten o restrinjan el desarrollo del proyecto, ya que el predio no se encuentra dentro de los límites de ninguna área natural protegida.



Plano No. 27. El proyecto en el contexto de las ANP federal o estatal

3.2. Regiones Terrestres Prioritarias

El proyecto no está dentro ni colinda con alguna Región Terrestre Prioritaria de la CONABIO, por lo que no influye en este tipo de áreas de diversidad.



Plano No. 28. El predio en el contexto de las Regiones Terrestres Prioritarias.

3.3. Regiones Hídricas Prioritarias

Para el caso de las Regiones Hídricas Prioritarias, la CONABIO ha identificado la denominada RHP 105 "Corredor Cancún-Tulum" con una extensión de 1,715 km2 con la descripción de las siguientes características descritas por la propia CONABIO

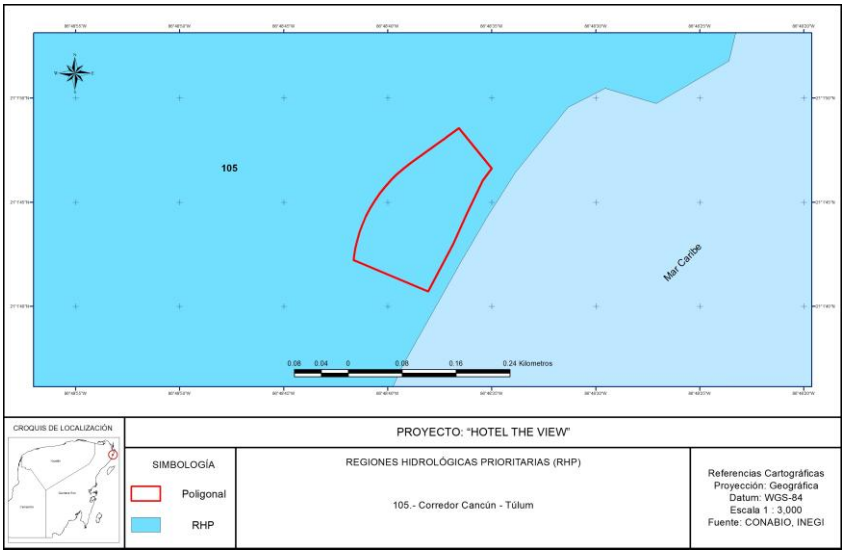
Recursos Hídricos lénticos: *lagunas de Chakmochuk y Nichupté, cenotes, estuarios, humedales.*
Recursos Hídricos lóticos: *aguas subterráneas.*
Limnología básica: ND
Geología/Edafología: *suelos tipo Litosol, Rendzina y Zolonchak. Los suelos se caracterizan por poseer una capa superficial abundante en humus y fértil, que descansa sobre roca caliza.*
Características varias: *clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 26-28 ºC. Precipitación total anual 1000-2000 mm.*

Principales poblados*: Cancún, Playa del Carmen, Pto. Morelos, Tulum, Akumal, Xel-ha*
Actividad económica principal: *turismo, forestal y pecuaria.*
Indicadores de calidad de agua: *ND.*

Biodiversidad: *tipos de vegetación: selva mediana subperennifolia, selva baja perennifolia, selva baja inundable, manglar, sabana, palmar inundable y vegetación de dunas costeras. Diversidad de hábitats: estuarios, humedales, dunas costeras, caletas, cenotes y playas*

Problemática:

- *Modificación del entorno: perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, desforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales.*
- *Contaminación: aguas residuales y desechos sólidos.*
- *Uso de recursos: pesca ilegal en la laguna de Chakmochuk y plantaciones de coco Cocos nucifera tasiste.*

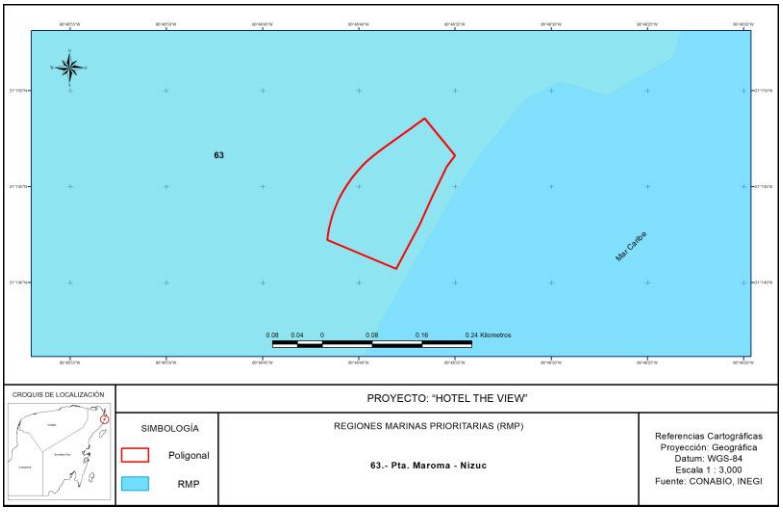


Plano No. 29. Regiones Hídricas Prioritarias en la Península de Yucatán y en el área de influencia del predio del proyecto.

Las medidas de mitigación propuestas por el proyecto en las distintas fases permitirán reducir los riegos de contaminación del acuífero y como ya se ha demostrado en capítulos anteriores, se prevé que la cantidad y calidad del agua infiltrada al acuífero no se modificará a lo que ocurre actualmente, por lo que se considera que no habrá afectaciones relevantes hacia el acuífero, como ya ha quedado demostrado en este estudio.

3.4. Regiones Marinas Prioritarias

El proyecto se encuentra dentro de la Región Marina Prioritaria de la CONABIO, denominada como Punta maroma-Punta nizuc.



Plano No. 30. Regiones Marinas Prioritarias en la Península de Yucatán y en el área de influencia del predio del proyecto.

Características principales con las que cuenta la Región Marina Prioritaria Punta marona – Punta nizuc.

Estado (s): Quintana Roo

Extensión: 1,005 km^2
Polígono: Latitud. 21°11'24" a 20°32'24"
Longitud. 87°7'48" a 86°40'12"

Clima: Cálido subhúmedo con lluvias en otoño. Temperatura media anual 22-26°C. Ocurren tormentas tropicales, huracanes, nortes.

Geología: placa de Norteamérica, rocas sedimentarias, plataforma amplia.

Descripción: arrecifes, lagunas, playas, dunas costeras, estuarios.

Oceanografía: predomina la corriente de Yucatán. Oleaje variable. Aporte de agua dulce por lagunas. Hay giros y contracorriente.

Biodiversidad: moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, esponjas, corales, artrópodos, tortugas, peces, aves, mamíferos marinos, manglares, selva baja inundable. Zona de reproducción de tortugas y merostomados.
Aspectos económicos: zona de poca pesca organizada en cooperativas y libres. Se explotan crustáceos y peces. Crianza de peces en la laguna Nichupté. Turismo de alto impacto, ecoturismo y buceo. Hay porcicultura en Puerto Morelos, Quintana Roo.

PROBLEMÁTICA: *Modificación del entorno: por tala de manglar, relleno de áreas inundables (pérdida de permeabilidad de la barra), remoción de pastos marinos, construcción sobre bocas, modificación de barreras naturales. Daño al ambiente por*

embarcaciones pesqueras, mercantes y turísticas. Existe desforestación (menor retención de agua) e impactos humanos (Cancún y otros desarrollos turísticos). Blanqueamiento de corales.

Vinculación con el proyecto: El predio se encuentra en la zona hotelera de la Ciudad de Cancún, que corresponde a una zona urbanizada. De esta manera ya fue fragmentada la vegetación desde que se construyó la vialidad Blvd. Kukulcan, sin embargo, la vegetación en el interior del predio se encuentra en buen estado de conservación.

Las obras que se proponen se concentraron en la parte central, en una zona donde se desarrolla vegetación de duna costera, delimitándola desde la parte posterior del primer cordón de dunas, dejando dos franjas laterales como conservación.

Para el desplante del proyecto se ocupará una superficie de aprovechamiento de 1.4480 ha (14,480.0 m^2), que representa el 58.81% del predio.

El proyecto contempla una superficie de C.O.S. (obras techadas) de 0.984 ha equivalente al 39.97% de la superficie del predio, el cual, se encuentra por debajo de lo permitido, esto de acuerdo al Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez, Quintana Roo 2018-2030 que le permite el 40%. Tambien se cuenta con una constancia de uso de suelo emitido por la Dirección de Planeación y Normatividad Urbana número MBJ/24/01/CUS/0127/2025 de fecha de 20 de febrero de 2025 que le permite el 40%.

De la superficie sujeta a cambio de uso de suelo la vialidad y accesos a playa serán construidos a base de hidrocreto. Por lo que, junto con las áreas ajardinadas y las áreas de conservación serán permeables.

Se mantendrá una superficie de 1.0140 ha (10,140.0 m^2) como áreas de conservación.

Se cumplirá con el COS, CUS y altura establecidos en el PMDU de Benito Juárez. Se dará cumplimiento a los criterios establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez y a la normatividad aplicable al proyecto. De esta manera se garantiza que el proyecto se apegará a la normatividad aplicable, reduciendo al máximo los impactos sobre los ecosistemas. El lote turístico cuenta con Constancia de Uso de suelo No. MBJ/24/01/CUS/0127/2025 de fecha de 20 de febrero de 2025 emitida por la Dirección de Planeación Urbana, la cual indica los parámetros permitidos de manera particular para el lote 3.

Contaminación*: por descargas urbanas y falta de condiciones de salubridad.*

Vinculación con el proyecto: Para el manejo de los residuos, se implementará el Programa de Manejo de Residuos que se anexa a la presente, el cual será aplicado durante todas las etapas del proyecto, y se contará con la infraestructura adecuada para el acopio y almacenamiento temporal de los residuos que se generen, los cuales se trasladarán al relleno sanitario del Municipio de Benito Juárez.

En el caso de las aguas residuales, durante la preparación del sitio y construcción del proyecto se utilizarán sanitarios portátiles y durante la operación se canalizarán las aguas residuales a través de la red interna de drenaje hacia la red de drenaje municipal, para el establecimiento del proyecto con la factibilidad de servicios emitido por la Comisión de agua potable y alcantarillado del estado (CAPA) a favor de Hogares Vivenda S.A de C.V. oficio No. CAPA/DBJIM/SDT/0303/2023 de fecha de 03 de abril de 2023.

De acuerdo con lo anterior, no se utilizarán o descargarán las aguas residuales sino cumplen con las Normas Oficiales Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, NOM-003-SEMARNAT-1997 y las normas establecidas en el Convenio de Cartagena que establece aspectos relativos a las características que deben tener las aguas residuales domésticas.

Uso de recursos*: presión sobre peces (boquinete) y langostas. Pesca ilegal en la laguna Chakmochuk; campamentos irregulares en el área continental del Municipio de Isla Mujeres.*

Vinculación con el proyecto: El proyecto no prevé actividades en el área marina de la zona arrecifal, salvo el nado de los usuarios del hotel en la zona inmediata al litoral.

Especies introducidas: de *Cassuarina spp.* y *Columbrina sp.*

Vinculación con el proyecto: Dentro del predio del proyecto no se registraron especies consideradas por la CONABIO como exóticas invasoras.

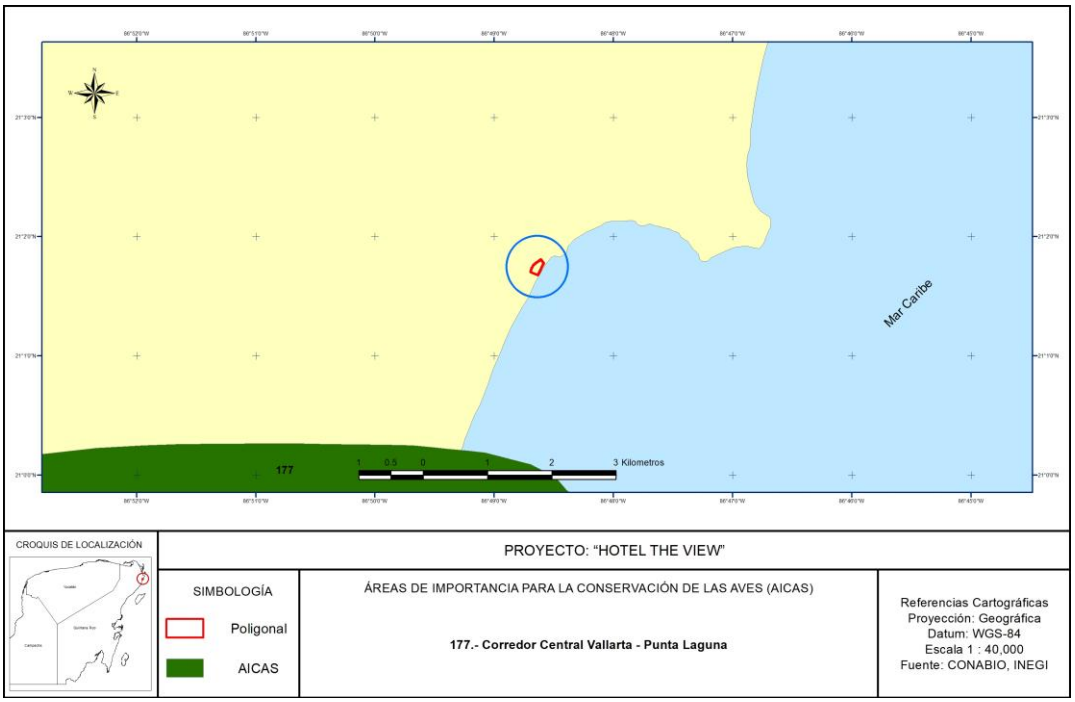
En las áreas ajardinadas que se conformarán, solo se utilizarán especies nativas derivadas del rescate y algunas ornamentales que no se encuentran en el listado de la CONABIO como exóticas invasoras.

Conservación: Ya están protegidos los arrecifes de Puerto Morelos; se recomienda dar impulso a su plan de manejo y a su bonificación. La Laguna de Nichupté debería estar sujeta a normas de uso y protección.

Grupos e instituciones: UNAM (ICMyL-Pto. Morelos), INP (CRIP-Pto. Morelos), IPN (Cinvestav-Mérida), Ecosur, CICY, Amigos de Sian Ka´an A.C, Gema.

3.5. Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS)

Para el caso de las Aves la misma CONABIO ha propuesto las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) de tal manera que el predio no está incluido en alguna de éstas áreas.



Plano No. 31. Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS).

3.6. Sitios de Manglar con Relevancia Biológica y con Necesidades de Rehabilitación Ecológica.

En México hay 142 Humedales de Importancia Internacional, ocupando el segundo lugar a nivel mundial. Los Humedales de Importancia Internacional, mejor conocidos como Sitios Ramsar, son áreas que han sido reconocidas internacionalmente al asignarles una designación de acuerdo a los criterios establecidos por la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas" (Convención Ramsar), tratado internacional del que México es parte. Esta Convención fue celebrada en la ciudad de Ramsar, Irán el 2 de febrero de 1971.

En México, la Convención Ramsar fue aprobada por la Cámara de Senadores del Congreso de la Unión el 20 de diciembre de 1984 y fue publicada en el Diario Oficial de la Federación los días 24 de enero y 18 de julio del año 1985. El instrumento de adhesión de la Convención fue firmado por el presidente Miguel de la Madrid el 23 de julio de 1985 y depositado ante el Director General de la UNESCO el 4 de julio de 1986, fecha en que se designó el primer Sitio Ramsar del país: "Humedal de Importancia Especialmente para la Conservación de Aves Acuáticas Reserva Ría Lagartos", área que corresponde a la Reserva de la Biósfera Ría Lagartos ubicada en el Estado de Yucatán.

El Artículo 133 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos indica que "…*todos los tratados que estén de acuerdo con la misma [Constitución], celebrados y que se celebren por el presidente de la República, con aprobación del Senado, serán la ley suprema de toda la Unión*".

Por eso, la Convención Ramsar debe de considerarse como una ley suprema y su cumplimiento es responsabilidad de todos los mexicanos, en función de nuestras atribuciones.

De acuerdo al Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la función de la CONANP en el marco de la Convención Ramsar, es coordinarse con las unidades administrativas competentes de dicha secretaría y otras dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, para que cada institución, en función de sus atribuciones, impulse el cumplimiento de los acuerdos y compromisos adoptados en este tratado internacional.

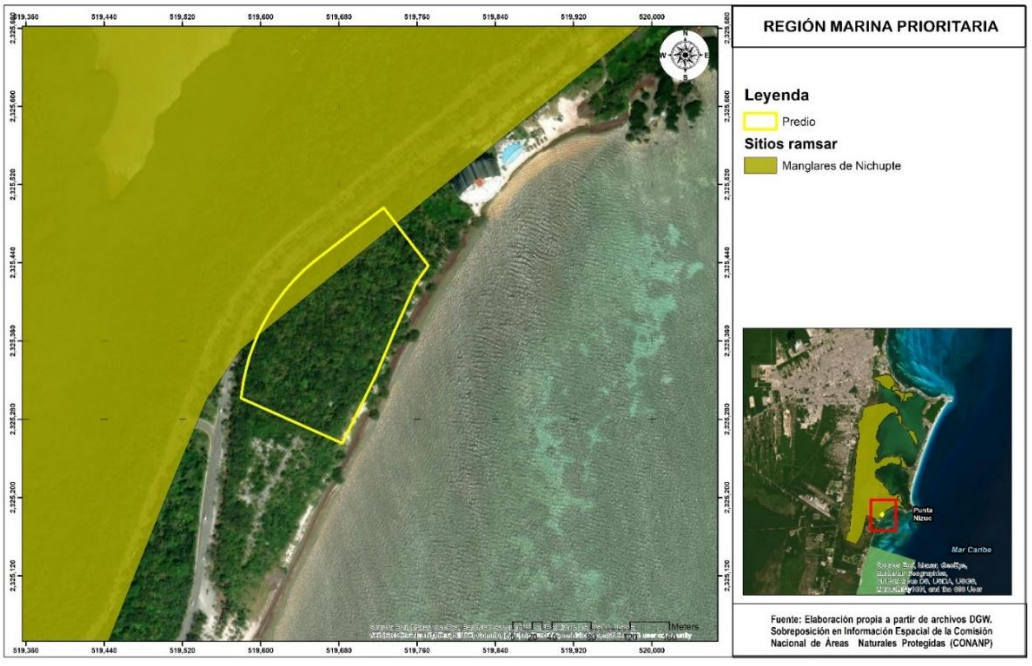
Actualmente la CONANP impulsa el cumplimiento de la Convención en los Sitios Ramsar que se encuentran dentro de Áreas Naturales Protegidas Federales y facilita procesos para que todos los actores relacionados con los Sitios Ramsar fuera de Áreas Naturales Protegidas Federales, den cumplimiento a este compromiso internacional que, a través de los procesos ecológicos de los humedales, brinda beneficios a todos los mexicanos.

En Quintana Roo existen 12 sitios incorporados (claves 1320, 1323, 1329, 1332, 1343, 1351, 1353, 1360, 1364, 1449, 1777 y 1921). El predio del proyecto se ubica a una distancia mínima de 638.00 m del Sitio Ramsar Manglares de Nichupté con No. 1777, que ha sido designado como humedal de importancia internacional.

Cuadro No. 37 Sitio Ramsar Manglares de Nichupté

Nombre del sitio Ramsar	Manglares de Nichupté
Estado	Quintana Roo
Extensión	4,257 ha
Coordenadas	Límites: 21° 0' 7" N - 86° 46' 3" W y 21° 9' 32" N - 86° 50' 46" W , Centro: 21° 4' 50" N - 86° 48' 25" W
Ubicación General	Manglares de Nichupté se localiza en el estado de Quintana Roo y exclusivamente dentro del ámbito territorial del Municipio de Benito Juárez, en las zonas inmediatas de Manglares de Nichupté (MDN) incluyendo la zona federal marítimo terrestre y posee una población de 572,973 habitantes según el II Conteo de Población y Vivienda 2005. Colinda al oeste con terrenos ejidales y particulares, al norte con el Boulevard Kukulcán, al este con MDN y al sur con terrenos particulares. Se encuentra dentro de la región denominada "Planicie Costera Suroriental", que se extiende desde la Sierra de Naolinco, en el centro de Veracruz, abarcando el Istmo de Tehuantepec, casi la totalidad del estado de Tabasco, porciones del estado de Chiapas y la Península de Yucatán.
Descripción:	El manglar opera como refugio de numerosas especies animales, terrestres y acuáticas, migratorias o locales, además de ser fuente de nutrientes - vía detritus - de una gran diversidad de organismos de diferente nivel trófico pues llegan a constituir hasta el 75 % del alimento de varios heterótrofos (Vázquez –Yañez *et al.,* 1999). A su vez, resultan ser importantes estabilizadores de sedimentos en ambientes con flujos de agua tranquilos como son los que se presentan en el SLN. Existen densos manglares de franja que protegen a las áreas de tierra adentro de la acción del oleaje provocado durante el paso de huracanes y tormentas. También destaca su importancia por el valor paisajístico de la zona y su importancia como sitio para la realización de un turismo de bajo impacto que permite a la gente gozar de los escenarios naturales que el área posee. De esta forma el área actúa como importante marco para el desarrollo turístico y económico de la región, generando al mismo tiempo en cada una conciencia hacia la conservación y valoración de los recursos naturales del sistema, del país y del mundo. Otra característica importante del sitio es que se han encontrado restos arqueológicos de la cultura maya, cuyo estado de conocimiento es pobre y requiere de estudios y un manejo adecuado para garantizar su conservación.
Criterios de Ramsar	**Criterio 1**: La selva baja caducifolia ocurre de manera restringida en la Península de Yucatán, y en especial en el estado de Quintana Roo, ya que su desarrollo está asociado a condiciones edáficas muy particulares, como afloramientos de roca (Durán 1986). En Quintana

Nombre del sitio Ramsar	Manglares de Nichupté
	Roo, este tipo de vegetación se encuentra sólo en la costa del Caribe, donde su distribución es particularmente discontinua. Igualmente, la presencia de cenotes, humedales costeros de cuevas cársticas, lo hace un ecosistema especial. **Criterio 2:** El sitio alberga especies de la flora y fauna bajo alguna categoría de protección por la NOM-059-ECOL-2001, como son: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), Mangle negro (*Avicennia germinans*), Mangle Botoncillo (*Conocarpus erectus*) y Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), catalogadas como especies que están sujetas a protección especial. Además también existe la Palma de Chit (*Thrinax radiata*), catalogada como amenazada. Faunísticamente ocurren especies como la iguana (*Ctenosaura similis)* catalogada como amenazada, el cocodrilo (*Crocodylus moreletii*), la Rana leopardo (*Rana berlandieri*) Sujetas a Protección Especial y a la tortuga blanca (*Chelonia mydas*) en peligro en extinción. Cada una de estas especies encuentra en este lugar un espacio indispensable para su alimentación y reproducción.



Plano No. 32. Ubicación del proyecto en relación a los sitios ramsar.

Vinculación con el proyecto:

El predio del proyecto posee vegetación en su totalidad de duna costera.

Para el desplante del proyecto se ocupará una superficie de aprovechamiento de 1.4480 ha (14,480.0 m^2), que representa el 58.81 % del predio. De la superficie sujeta a cambio de uso de suelo la vialidad y accesos a playa serán construidos a base de hidrocreto. Por lo que, junto con las áreas ajardinadas y las áreas de conservación serán permeables.

Se mantendrá una superficie de 1.0140 ha (10,140.0 m^2) como áreas de conservación.

La superficie de áreas permeables corresponde a un área de 1.103 ha. que representa el 44.80 % del predio, cumpliendo con lo establecido por la autoridad, de acuerdo con lo establecido en el artículo 132 de la Ley del Equilibrio Ecológico de Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo.

Se cumplirá con el COS, CUS y altura establecidos en el PMDU de Benito Juárez. Se dará cumplimiento a los criterios establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez y a la normatividad aplicable al proyecto. De esta manera se garantiza que el proyecto se apegará a la normatividad aplicable, reduciendo al máximo los impactos sobre los ecosistemas.

El lote turístico cuenta con Constancia de Uso de suelo No. MBJ/24/01/CUS/0127/2025 de fecha de 20 de febrero de 2025 emitida por la Dirección de Planeación Urbana, la cual indica los parámetros permitidos de manera particular para el lote 3.

En dicha constancia se establece que de la superficie total del predio que es de 2.462 ha (24,628.19 m^2), se tiene permitido el aprovechamiento para COS del 40% o bien 0.985 ha (9,851.28 m^2) de obra techada, teniendo que el proyecto se apega a este parámetro toda vez que la obra techada corresponde a 0.984 ha (9,840.00 m^2) que representan el 39.97% de COS de la superficie de aprovechamiento establecida en dicha constancia de uso se suelo y a la que se le aplican los parámetros de intensidad de construcción.

En el caso de las aguas residuales, durante la preparación del sitio y construcción del proyecto se utilizarán sanitarios portátiles y durante la operación se canalizarán las aguas residuales a través de la red interna de drenaje hacia la red de drenaje municipal, para el establecimiento del proyecto con la factibilidad de servicios emitido por la Comisión de agua potable y alcantarillado del estado (CAPA) a favor de Hogares Vivenda S.A de C.V. oficio No. CAPA/DBJIM/SDT/0303/2023 de fecha de 03 de abril de 2023.

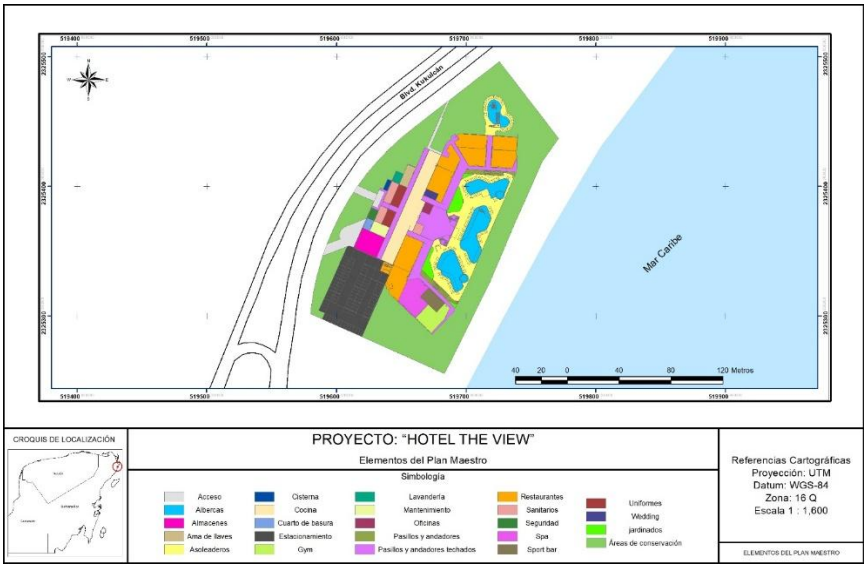
4. Normas oficiales mexicanas

4.1. Ley General de Vida Silvestre en su artículo 60 TER y Norma Oficial exicana NOM-022-SEMARNAT-2003

Esta norma establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. La norma es obligatoria para todo usuario de la cuenca hidrológica, dentro del marco del plan global de manejo de la cuenca hidrológica. La Norma Oficial Mexicana en comento tiene por objeto establecer las especificaciones que regulen el aprovechamiento sustentable en humedales costeros para prevenir su deterioro, fomentando su conservación y, en su caso, su restauración. Para efectos de la Norma se entiende por humedal costero las unidades hidrológicas integrales que contengan comunidades vegetales de manglares. Las disposiciones contenidas en la Norma son de observancia obligatoria para los responsables de la realización de obras o actividades que se pretendan ubicar en humedales costeros o que, por sus características, puedan influir negativamente en éstos.

Es importante dejar plasmado que en el interior del predio no se registró manglar, sin embargo, se registraron algunos mangles dispersos fuera de los límites del predio, del lado Este del predio colindando, con el Mar Caribe.

Se identificaron individuos de mangle: mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle negro (*Avicennia germinans*) *y* mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), con alturas entre los 4 y 8.5 metros y diámetros al pecho en promedio de 20.5 cm.



Plano No. 33. Plan maestro del proyecto con una franja verde libre de obras, frente de ZOFEMAT, donde se localizan los mangles dipsersos encontrados fuera de los límites del predio.

Las obras que se proponen no afectarán en ningún momento los individuos de mangle ubicados fuera del predio, pues se concentrarán, en su totalidad en la parte central del predio en donde se desarrollo vegetación de duna costera. En consecuencia, el proyecto no implicará la remoción, relleno, trasplante, poda ni cualquier otra actividad de manglar, que afecte la integralidad del ecosistema o de su área de influencia, o bien, los procesos naturales de productividad, hábitat para la fauna e interacciones con los ecosistemas adyacentes.

La distancia entre los individuos de mangle y las obras del proyecto, la más cercana se encuentra a 15 m, por lo que se tomarán las medidas necesarias para evitar cualquier afectación.

A continuación, se realiza el análisis de la manera en la que el proyecto dará cumplimiento a lo establecido en el artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre y la NOM-022-SEMARNAT-2003, que regulan la protección de los manglares.

Ambos instrumentos jurídicos se vinculan a la par dado que sus especificaciones de protección a este ecosistema son equivalentes.

El artículo 60 TER de la LGVS dispone, a la letra, lo siguiente:

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

Por su parte, la NOM-022-SEMARNAT-2003 "*establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar*". Esta norma consta de una serie de especificaciones (4.0 a la 4.43), en las cuales se dictan los criterios de uso y conservación de los **humedales en zonas de manglar**, resumiendo en la especificación 4.0 los aspectos más importantes a considerar para su aprovechamiento y conservación, los cuales coinciden con los requeridos por el artículo 60 TER de la LGVS.

Cabe mencionar, que a pesar de que en el interior del predio no se registro ecosistema de manglar, se procede a vincular el proyecto con este instrumento ya que se registraron individuos de mangle del lado Este del predio (fuera de los límites del predio).

De esta forma, ambos instrumentos presentan concordancia en las especificaciones que regulan la preservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales con manglar.

Cuadro No. 38. Comparativo de las principales directrices del Art. 60 TER de la LGVS y el numeral 4.0 de la NOM-022-SEMARNAT.

	Criterios del Artículo 60 TER de la LGVS	**Criterios de la especificación 4.0 de la NOM-022-SEMARNAT-2003**
1	Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecten:	El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos:
2	la integralidad del flujo hidrológico del manglar;	La integridad del flujo hidrológico del humedal costero;
3	del ecosistema y su zona de influencia;	La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental;
4	de su productividad natural;	Su productividad natural;
5	de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos;	La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas;
6	de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;	Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;
7	o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales,	La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de

	Criterios del Artículo 60 TER de la LGVS	**Criterios de la especificación 4.0 de la NOM-022-SEMARNAT-2003**
		superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales;
8	o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.	Cambio de las características ecológicas;
		Servicios ecológicos;
		Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros).

Debido a la equivalencia de criterios, al analizar técnicamente el numeral 4.0 NOM-022-SEMARNAT-2003, se cumple también con el análisis de los siete supuestos del artículo 60 TER de la LGVS. De ahí que, a continuación, solamente se describe el cumplimiento del proyecto con los numerales 4.0 a 4.43 de la citada norma en el siguiente cuadro:

Cuadro No. 39 Especificaciones 4.0 a 4.43 de la NOM-022-SEMARNAT-2003.

Especificaciones	Acciones del proyecto
4.0 El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorizaciones de aprovechamiento de la vida silvestres e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplan los siguientes puntos: - La integralidad de flujo hidrológico del humedal costero; - La integridad 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; - La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna , la zona marina adyacente y los corales; - Cambio de las características ecológicas; - Servicios ecológicos; - Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros).	En el predio del proyecto no se registro vegetación de manglar, predomina en su totalidad vegetación de duna costera. Sin embargo, en la ZOFEMAT, colindando con el Mar caribe ,se registraron individuos de mangle como: mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle negro (*Avicennia germinans*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), con alturas entre los 4 y 8.5 m y diámetros al pecho en promedio de 20.5 cm. Se ocasionarán impactos propios de la construcción de un hotel como son la generación de polvo, ruido, generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos, entre otros; sin embargo, se aplicarán las medidas necesarias para evitar afectaciones a los individuos de mangle que se desarrolla al Este del predio. Para la cimentación de las obras, se utilizarán pilotes o zapatas corridas, una vez teniedo los resultados del estudio geohidrológico del proyecto. El tipo de cimentación propuesto es a través de pilotes o zapatas corridas y el cálculo estructural requerido, se definirá con los resultados arrojados por el estudio de mecánica de suelos correspondiente, que se realizará previo al inicio de las obras del proyecto, una vez que ya se pueda remover la vegetación para hacer las brechas requeridas para introducir el equipo al predio. Durante la construcción, se colocará de forma temporal un tapial en el perímetro del área de aprovechamiento para retener los residuos sólidos y sedimentos que pudieran dispersarse hacia las colindancias y por acción del viento pudieran llegar de lado de la costa. El flujo superficial del agua se afectará puntualmente en las áreas de desplante del proyecto, que se ubica en una zona topográficamente alta del predio, pero no afectará el lado Este del predio.

Especificaciones	Acciones del proyecto
	Se aplicarán las siguientes medidas de mitigación, para evitar afectaciones indirectas a la vegetación de manglar: - Con el fin de no afectar los flujos subterráneos, las obras se cimentarán sobre pilotes o zapatas corridas. - No se dejarán materiales de construcción en el suelo para evitar cualquier lixiviación por acción de la lluvia o dispersión por medio del aire hacia el manglar. - Se colocará el tapial perimetral en el área de aprovechamiento. - Se vigilará que los trabajadores realicen sus necesidades fisiológicas en los sanitarios que se instalen para tal fin. - Los sanitarios portátiles contarán con instalaciones adecuadas de contención para evitar fugas hacia el suelo y agua. - Se dispondrán los residuos sólidos adecuadamente en contenedores con tapa. Los residuos se retirarán al final de cada jornada laboral para evitar su dispersión. - Los materiales pétreos serán transportados al sitio, cubiertos de lona para evitar la dispersión de partículas al aire. - Los residuos peligrosos que se lleguen a generar se dispondrán a través de una empresa especializada en su manejo. Con estas medidas, se garantiza que los individuos de mangle no se afectarán durante el proceso constructivo de las obras. El flujo superficial del agua cambiará en el área de aprovechamiento del proyecto; sin embargo, se seguirá infiltrando hacia el subsuelo en las áreas verdes ajardinadas y de conservación, dado que ahí

Especificaciones	Acciones del proyecto
	permanecerá el sustrato natural y la topografía con sus elevaciones y valles, lo que permite el flujo laminar del agua desde las partes más altas hacia las más bajas dentro de todo el predio. Las aguas residuales se enviarán a la red de drenaje municipal. El proyecto al considerar las medidas de mitigación necesarias que marca el POEL 2014, para una adecuada construcción y manejo de residuos, estaría protegiendo los procesos que se dan en el sitio y con ello, la integralidad del ecosistema de manglar.
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.	En el predio del proyecto no se registro ecosistemas de manglar. De los individuos registrados fuera del predio del aldo Este se mantendrán. Por lo que no ocasionarán la interrupción del flujo de agua que pudiera poner en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los individuos.
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.	Las obras y actividades que se proponen no comprenden la construcción de canales ni bordos que ganen terreno a la unidad hidrológica.
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 puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, asolvamiento y modificación del balance hidrológico.	
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	

Especificaciones	Acciones del proyecto
queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.	
4.5 Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.	Las obras planteadas se ubican en la parte central del predio y resguardando la zona periférica de vegetación por lo que se mantienen las obras a más de 5 m de los individuos de manglar, por lo que no se prevé que el desarrollo de éstas altere el flujo natural del agua. El flujo superficial del agua cambiará en el área de aprovechamiento del proyecto; sin embargo, se seguirá infiltrando hacia el subsuelo en las áreas verdes en donde continuará la infiltración del agua para recarga del acuífero. También se contempla un sistema de captación de agua de lluvia en la azotea de todos los edificios.
4.6 Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.	Durante la construcción de las obras se implementarán las medidas suficientes para el manejo de residuos sólidos, peligroso y líquido, para prevenir eventos de contaminación. Asimismo, se colocará un tapial que delimite las áreas de aprovechamiento para evitar la dispersión de sedimentos hacia las áreas de conservación aledañas. No se prevé la contaminación y el asolvamiento de la zona de costa debido a que se aplicarán las medidas necesarias para evitar afectaciones, además que esta zona esta alejada de las obras, mismas que ya fueron descritas en el numeral 4.0.
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	En las obras que se proponen no se contempla utilizar ni verter agua del o hacia el lado de playa. El agua necesaria para la construcción provendrá de pipas del servicio público y, durante la operación, será suministrada a través de la red interna de agua del proyecto.

Especificaciones	Acciones del proyecto
y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo.	Las aguas residuales provenientes de los trabajadores en la etapa de preparación del sitio y construcción serán extraídas y trasladadas a una planta de tratamiento por parte de la empresa arrendadora de los sanitarios portátiles. Durante la operación del desarrollo, las aguas residuales se canalizarán a través de la red de drenaje municipal.
4.8 Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón, metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles 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.	En la etapa operativa del hotel, las aguas residuales serán canalizadas a través de la red interna de drenaje del proyecto a la red de drenaje municipal. De acuerdo con lo anterior, no se verterán las aguas residuales a ningún ecosistema.
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.	
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.	Las actividades que se proponen no implican extracción de agua en áreas colindantes al predio, se cuenta co factibilidad emitida por CAPA. El agua requerida para su construcción provendrá de pipas del servicio público. Para la etapa operativa del proyecto, el agua requerida la obtendrá a travez de la red agua portable municipal. Para ello, se cuenta con se cuenta con la Factibilidad de servicios emitida por Comisión de agua potable y alcantarillado del estado (CAPA) a favor de Hogares Vivenda

Especificaciones	Acciones del proyecto
	S.A de C.V. oficio No. CAPA/DBJIM/SDT/0303/2023 de fecha de 03 de abril de 2023.
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.	Durante el proceso de construcción y operación de las obras que se proponen, se vigilará que no se introduzcan especies invasoras que se tornen perjudiciales. Para la conformación de las áreas verdes, sólo se emplearán especies nativas producto del rescate y/o de viveros autorizados.
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.	Con las obras que se proponen no se prevén afectaciones al balance entre el aporte hídrico del continente y el proveniente de las mareas. El proyecto contará con áreas verdes donde se infiltrará el agua hacia el subsuelo. Para la construcción de las vialidades se utilizará hidrocreto, el cual es un material permeable que permite la infiltración del agua. Se prevé captar el agua pluvial a través de la azotea de los edificios y conducirla a la cisterna pluvial que se instalará como parte del proyecto.
4.13 En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación sea trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.	Las obras planteadas no implican la construcción de vías de comunicación en humedal.

Especificaciones	Acciones 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.	
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.	Toda la instalación eléctrica será subterránea y suministrada a través de la red provisional de distribución instalada por parte del concesionario y suministrada por la Comisión Federal de Electricidad. Para ello, se cuenta con la Factibilidad de servicios emitida por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) a favor de Hogares Vivenda S.A de C.V. oficio No. ZCAN-DPLA/0465/2022 de fecha de 18 de octubre de 2022.
4.16 Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirán actividades productivas o de apoyo.	El área de aprovechamiento del proyecto y las obras más próximas a los individuos de mangle estarán a 3 m, 5 m, 7 m, y 8 m, por lo que no se cumple con esta distancia. Por lo tanto, se apega a lo que marca el numeral 4.43 de esta norma.
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.	El material de construcción que utilizará el proyecto provendrá de bancos de material pétreo autorizados para su extracción y comercialización.

Especificaciones	Acciones del proyecto
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.	No se registro vegetación de mangle en el predio donde se pretende establecer el proyecto. De los individuos de mangle regsitrados fuera del predio se mantenderan, se verán afectados con el establcemiento del proyecto.
4.19 Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar, y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.	No se registro vegetación de manglar en el predio donde se pretende establecer el proyecto. Además, las obras que se proponen no contemplan ninguna de estas actividades.
4.20 Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.	Los residuos sólidos durante el proceso constructivo y la operación serán dispuestos adecuadamente en contenedores con tapa y almacenados temporalmente, para su posterior traslado al sitio de disposición final del municipio y/o serán entregados a empresas encargadas de su reciclaje. En la etapa operativa se contemplan dos cámaras de basura para el acopio temporal de los residuos sólidos. Una de las cámaras será un cuarto frío refrigerado para recibir los residuos orgánicos, y la otra, corresponde a un cuarto seco con compartimentos para el acopio diferenciado de residuos inorgánicos y no reciclables. También, se considera un cuarto para residuos reciclables.
4.21 Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que	No se registro vegetación de manglar en el predio donde se pretende establecer el proyecto.

Especificaciones	Acciones del proyecto
la superficie del proyecto no exceda el equivalente de 10% de la superficie de la laguna costera receptoras 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 camaronícolas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en el humedal costero y el ecosistema.	Las obras que se proponen corresponden a infraestructura de tipo turístico, y no comprenden granjas camaronícolas ni infraestructura acuícola.
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.	
4.23 En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.	No se registro vegetación de manglar en el predio donde se pretende establecer el proyecto. Las obras que se proponen consisten en un hotel con sus áreas públicas y de servicio, y no contemplan obras de canalización ni se plantean obras de ningún tipo dentro del manglar. Asimismo, no comprenden actividades acuícolas ni de producción de sal.
4.24 Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.	
4.25 La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.	

Especificaciones	Acciones del proyecto
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.	
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.	
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.	
4.29 Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a acabo 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.	No se registro vegetación de manglar en el predio donde se pretende establecer el proyecto. Las obras que se proponen no contemplan actividades de turismo náutico.
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.	

Especificaciones	Acciones del proyecto
4.31 El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.	No se registro vegetación de manglar en el predio donde se pretende establecer el proyecto. Las obras que se proponen no contemplan estas actividades.
4.32 Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30km uno de otro.	El tipo de ecosistema presente en el predio no se considera humedal, tampoco se registró vegetación de manglar. Las obras que se proponen no consideran la fragmentación del ecosistema.
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.	Las obras que se proponen no contemplan actividades de canalización.
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.	No se registro vegetación de manglar en el predio donde se pretende establecer el proyecto. No habrá compactación del sedimento en el área que ocupa. Se colocará un tapial para delimitar las áreas de aprovechamiento para evitar que el personal transite por las áreas de conservación.
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	No se registro vegetación de manglar en el predio donde se pretende establecer el proyecto.

Especificaciones	Acciones del proyecto
corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.	Solo se propone un Programa de Monitoreo de Manglar, con el fin de asegurar la conservación de los individuos registrados fuera del predio.
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 a como se determinen en el Informe Preventivo.	
4.37 Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.	
4.38 Los programas proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar.	
4.39 La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los	

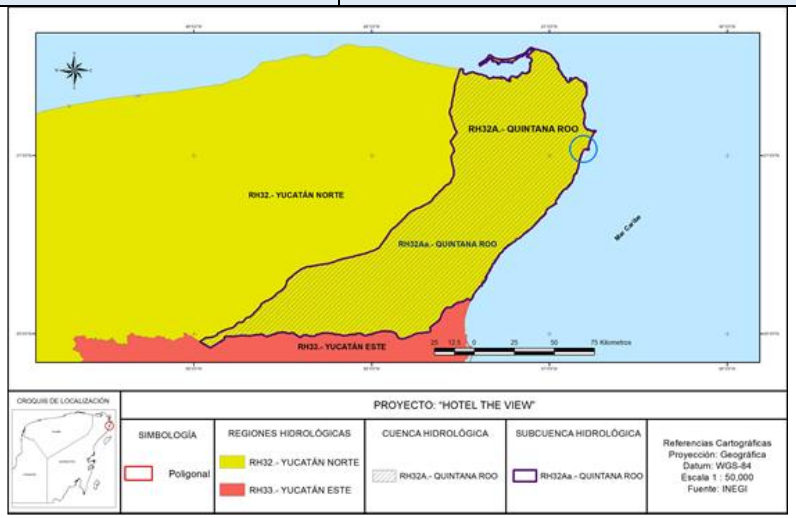
Especificaciones	Acciones del proyecto
suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.	
4.40 Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.	
4.41 La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.	
4.42 Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.	El diseño de las obras planteadas considera las recomendaciones técnicas establecidas en los estudios de flora y fauna. Para atender este criterio se analiza el contexto ambiental del proyecto con una revisión de literatura generada para análisis físicos y ambientales de la zona.

De acuerdo a lo requerido en la especificación 4.42 de la NOM-022_SEMARNAT-2003, al respecto se hace un análisis considerando la información vertida para el análisis del SA del DTU-B del proyecto, así como en información adicional que complementa el análisis técnico relacionada con los humedales de la unidad hidrológica del proyecto.

Unidad hidrológica

De acuerdo a lo indicado por la CONAGUA, el proyecto se ubica en la región hidrológica denominada Región Hidrológica RH-32 Yucatán Este (Yucatán) y la cuenca 32 A Quintana Roo, subcuenca 32Aa Quintana Roo.

Especificaciones	Acciones del proyecto



Región hidrológica, Cuenca hidrológica y Subcuenca hidrológica del sitio del proyecto.

Debido a las dimensiones de la cuenca y de la subcuenca, el análisis del proyecto para explicar el entorno ambiental ha definido un Sistema Ambiental que considera una zona de influencia en función de la dimensión del proyecto y de las características ambientales locales.

Sin embargo, considerando lo requerido por la Autoridad Evaluadora referente a un análisis de la Unidad Hidrológica tomando en cuenta que en el apartado 0.2 de la Norma NOM-022-SEMARNAT-2003 se indica *"0.2 Que para efecto de esta Norma, se considerará humedal costero a la unidad hidrológica que contenga comunidades vegetales de manglar."*

En tanto que el apartado 3.69 de la misma norma establece en sus definiciones a la unidad hidrológica como sigue:

Especificaciones	Acciones del proyecto

"3.69 Unidad hidrológica: Esta constituida por el cuerpo lagunar costero y/o estuarino, y la comunidad vegetal asociada a él (manglares, marismas y pantanos), las unidades ambientales terrestres circundantes, la o las bocas que pueden ser permanentes o estacionales, la barrera y playa, las aportes externos (ríos, arroyos permanentes o temporal es, aportes del manto freático) y la zona de influencia de la mare a, oleaje y corriente literal."

A partir de estas consideraciones se hace una análisis más integral de la zona considerado como Unidad Hidrológica que permita justificar las acciones de mitigación propuestas por el proyecto al Sistema lagunar Nichupté.

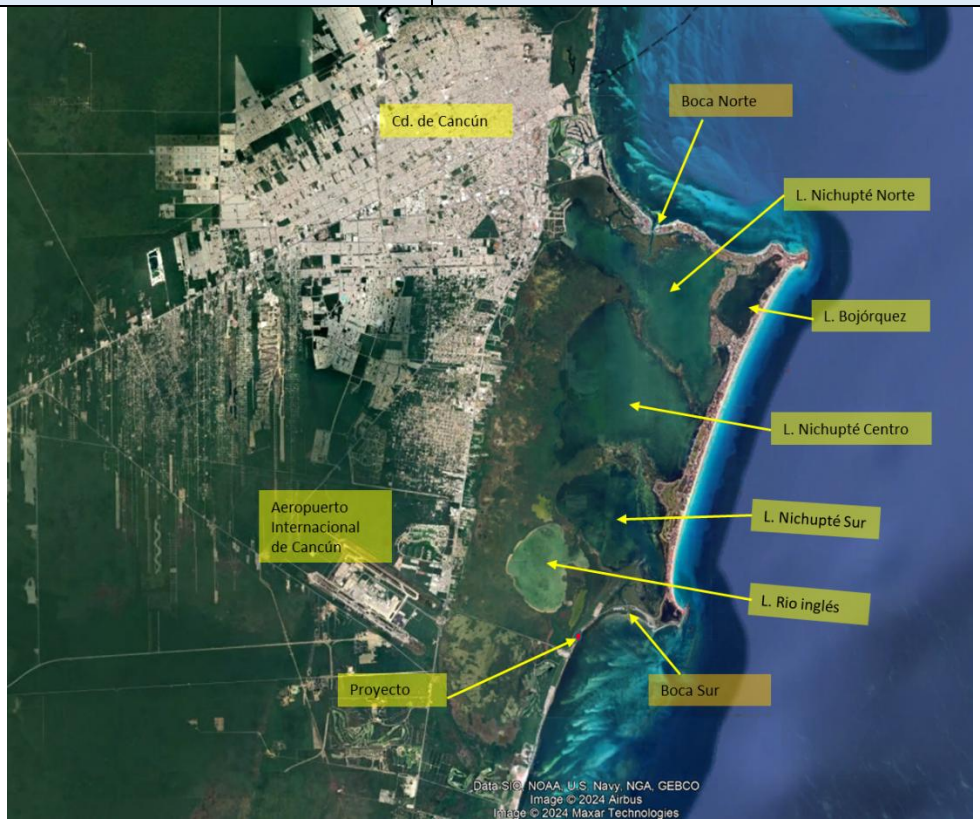
De esta manera, la unidad hidrológica de la zona del proyecto estaría integrada por el sistema lagunar Nichupté, ya que, aunque el predio no está directamente en la zona lagunar, se considera asociado a las interrelaciones entre la zona de costa y el cuerpo lagunar.

Así las cosas, el sistema lagunar Nichupté lo integran cinco cuerpos de agua (laguna Bojórquez, laguna Nichupté norte, central y sur y, la laguna Rio Inglés; estas lagunas están interconectadas por canales. El sistema lagunar interactúa con el Mar Caribe a través de 2 bocas, la ubicada al norte del sistema o Boca Norte, y la ubicada al sur o Boca Nizuc (Merino, M. et al. (1990)[6]. Se ha considerado una superficie de aproximadamente 4,800 hectáreas, superficie que también toman como referencia otros autores que han realizado trabajos sobre el sistema lagunar Nichupté o SLN.

La CONANP (2005)[7] señala que el Sistema Lagunar Nichupté es una laguna costera alargada de 13 km de largo y 6 Km de ancho, con una superficie aproximadamente de 50 Km2 y un volumen de 108.9 millones de m3 lo cual también ha sido reportado por Merino, M. et al, (1990). Presenta cierta homogeneidad en su profundidad, entre 1.5 y 2.5 m con una variación entre 0.5 a 5 m y presenta dos bajos, norte y zeta, cuya profundidad media es de 0.3 m, aunque en la parte central de las cuencas puede llegar hasta 3 m de profundidad.

[6] Merino, M., Csitron, S., Jordan, E., Martin, E., Thome, P. y Moreno, O. (1990). "Hidrology and Rain Flushing of Nichupté Lagoon System, Cancún, México. In: Estaurine, Coastal and Shelf Science, Vol. 30 223-237 pp.
[7] CONANP-SEMARNAT. 2005. Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del Área natural protegida Parque Nacional Manglares de Nichupté. México.

Especificaciones	Acciones del proyecto



Sistema lagunar Nichupté y el sitio del proyecto.

En un estudio de la UNAM, 2012[8] se propone la clasificación del SLN en el contexto del Inventario Nacional de Humedales (INH), usando para ello la permanencia o estacionalidad del agua, proponiendo para este sistema lo siguiente:

Ámbito: Marino-costero (Mc)

[8] UNAM, 2012. Estudio interdisciplinario de los humedales de la República Mexicana: Desarrollo metodológico para el inventario nacional de humedales y su validación a nivel piloto. Primer informe de validación en campo humedales zona costera norte de Quintana Roo (Sistema Lagunar Nichupté. Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua. Proyecto 84369. CONACYTCONAGUA). Inventario Nacional de Humedales. México. En: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/102203/Nichupt_.pdf.

Especificaciones	Acciones del proyecto

Sistema: Estuarino (E)

Subsistema (forma terrestre): depresión (b)

Clase: sub mareal (m1)

Subclase: Estero, laguna costera

Clave: Mc/E/b/m1

Conforme a los descriptores que se consideran para la clasificación propuesta por el INH, la categoría de la organización vegetal es gradiforme; es decir, la laguna tiene una organización interna de la vegetación zonificada y una cobertura vegetal en mosaico.

A) Características físicas

Las características climáticas no se describen en este documento, puesto que no hay variación respecto a lo descrito en el DTU-B del proyecto en parámetros como clima, temperatura , humedad y fenómenos hidrometeorológicos y que se han incorporado en la información vertida en dicho estudio.

Geología

La formación geológica del sistema lagunar corresponde al Terciario-Cuaternario, a partir de depósitos postarrecifales a base de dunas litorales y eolianitas que subyacen a la Formación Carrillo Puerto[9].

[9] CONANP, 2014. Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté. SEMARNAT. México.

Especificaciones	Acciones del proyecto

De acuerdo a Magallón (2007), citado por Pedrozo A.D, et al, 2008[10], el sistema lagunar Nichupté se ubica en la unidad morfotectónica IV (Planicie con lomeríos), que, según el autor, se caracteriza por una dinámica neutra de la línea de costa, con procesos dominantes de acumulación-abrasión que están ocasionados por la abrasión marina.

El mismo autor menciona que existen dos unidades litológicas para el sistema lagunar, a saber: Arenas de costa y eolianitas Cuaternarias que son las que originan las barras, playas y dunas del Holoceno. La otra unidad está referida al Lodo lagunar Cuaternario, que se acumula en el fondo lagunar a través de arcillas calcáreas en espesores de 2 a 10 m. esta información coincide también con lo reportado por CONANP (2005)[11].

Para el caso del predio, por ser una zona de playa, se observa una condición de depósitos de arena que conforman la playa típica de la región del caribe mexicano. De manera particular para el sitio del proyecto, se obtuvo, mediante el estudio de mecánica de suelos del proyecto una estratigrafía consistente en lo siguiente:

• Se detecta desde el inicio de los sondeos un estrato de arenas finas de compacidad media. Este estrato tiene un espesor promedio de 8.00 m.

• Subyaciendo al estrato inicial, se detecta un estrato de arenas cementadas que se intercala en algunos puntos con rocas calizas ya consolidadas con durezas que varían de suave a media. Este estrato de prolongo hasta la máxima profundidad explorada.

• No se detectaron oquedades en ninguno de los sondeos realizados.

• El nivel freático se detectó a los 2.00 m, en promedio respecto al nivel de brocal de los sondeos.

Hidrología.

[10] Pedrozo Acuña, D., Silva C.R. 2008. Respuesta Hidrodinámica del Sistema Lagunar Nichupté, Cancún, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería. Facultad de Ingeniería. UNAM. México.

[11] CONANP-SEMARNAT. 2005. Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del Área natural protegida Parque Nacional Manglares de Nichupté. México.

Especificaciones	Acciones del proyecto

De acuerdo a autores, el SLN se abastece básicamente de agua que emerge del subsuelo en forma de manantiales que proviene del agua de lluvia filtrada al subsuelo por las condiciones kársticas de la Península de Yucatán; se complementa el ingreso de agua al SLN por el agua de lluvia y el intercambio intermareal que el sistema tiene en sus dos bocas en la zona norte y sur.

a) <u>Hidrología superficial:</u>

El área de influencia de este proyecto y en general el sistema lagunar Nichupté se caracteriza por la carencia de corrientes superficiales de agua debido a la naturaleza cárstica del terreno y al relieve ligeramente plano que presenta alta permeabilidad. Al no existir flujos superficiales permanentes, la porción del agua pluvial que no se pierde por evapotranspiración, se infiltra al suelo, produciendo una saturación de las capas superficiales y por consiguiente su incorporación al acuífero subterráneo. Por las características de los suelos y la presencia de cobertura vegetal se considera que todos los sitios que carecen de capas impermeables y que reciben la lluvia, constituyen las zonas de recarga del acuífero.

De acuerdo con la clasificación de la CONAGUA, este predio y sus inmediaciones pertenecen a la Región Hidrológica 32, Yucatán norte y corresponde a la cuenca 32A Quintana Roo. De acuerdo con la Carta hidrológica de aguas superficiales del INEGI, en el SA se tienen dos rangos de escurrimientos, el de 0% al 5% mientras que el otro nivel de escorrentías es del 10 al 20%.

Merino, M. et al (1990), señala las siguientes superficies y cantidades de agua en el SLN. Se destaca que el SLN alcanza un volumen estimado de 108.9 millones de m3 en los espejos de agua del sistema.

Superficies y volumen de agua en el SLN (Fuente: Extraído de Merino, M. et al, 1990).

Especificaciones	Acciones del proyecto

Laguna	Superficie		Prof. (m)	Volumen	
	Actual ($m^2 \times 10^6$)	%		Actual ($m^3 \times 10^6$)	%
Cuenca Norte	14·9	29·8	2·5	37·9	34·8
Cuenca Centro	17·2	34·3	2·2	37·7	34·7
Cuenca Sur	10·7	21·3	2·4	25·7	23·6
Bojorquez	2·5	4·9	1·6	3·9	3·6
Rio Ingles	4·8	9·6	0·8	3·7	3·4
Total	50·0	100·0	—	108·9	100·0
Media	—	—	2·2	—	—

b) <u>Hidrología subterránea</u>

En lo que respecta a la hidrología subterránea, se destaca que, dada la gran permeabilidad del suelo y roca caliza, el agua de lluvia se infiltra al subsuelo, alimentado directamente al acuífero. INGI identifica una unidad geohidrológica con posibilidades altas con material no consolidado en la zona del predio (en la barra y la playa), pero en la zona terrestre al oeste del sistema lagunar Nichupté, está considerado como una unidad geohidrológica con posibilidades bajas para el acuífero.

Cabe resaltar que de acuerdo a INEGI, la infiltración es alta y define que menos del 5% del agua que precipita tiene escurrimiento, valor pues, bastante bajo, debido a las características geológicas y del tipo de suelo que se presenta en la zona, con lo cual, el aporte de agua al subsuelo es bastante alto, como sucede en la Península de Yucatán. Las áreas que presentan la mayor tasa de escurrimientos se ubican particularmente en áreas asociadas a humedales.

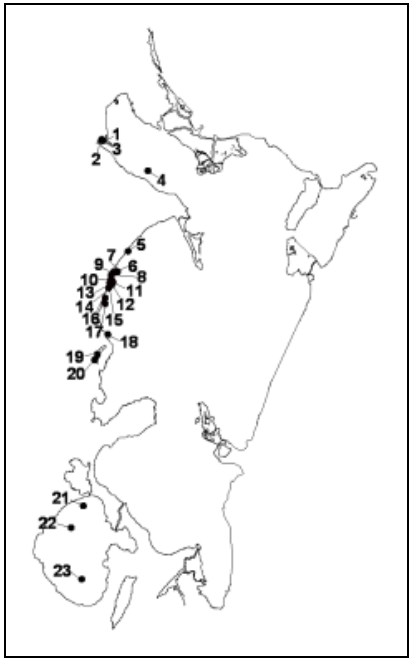
La CONANP (2014)[12] citando al IMTA (1998), señala que "la presencia de calizas semipermeables que sobreyacen a la Formación Carrillo Puerto determina que a distancias mayores de un kilómetro aguas arriba existe un acuífero que se comporta como libre y conforme se aproxima al SLN adquiere una naturaleza de confinamiento local que limita la infiltración de contaminantes al subsuelo.

[12] CONANP-SEMARNAT. 2014. Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté. México.

Especificaciones	Acciones del proyecto

Esta condición del acuífero es importante, toda vez que dicho acuífero arrastra los contaminantes generados en las zonas con asentamientos humanos que carecen de drenaje, principalmente en la zona de Alfredo V. Bonfil."

Por su parte, Carbajal, P. (2009)[13] establecen en su trabajo la ubicación de los manantiales existentes en el SLN, con lo cual se proporciona certeza de que el SLN se abastece de este tipo de surgencias y la influencia que existe en datos como la temperatura, salinidad y otros parámetros.



Ubicación de manantiales en el SLN (Fuente: Tomado de Carbajal, P., 2009)

[13] Carbajal Pérez, N. 2009. Hidrodinámica y transporte de contaminantes y sedimentos en el Sistema Lagunar de Nichupté-Bojórquez, Quintana Roo. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CQ063. México D. F.

Especificaciones	Acciones del proyecto

En el DTU-B se ha desarrollado la propuesta de modelos de comportamiento de las aguas subterráneas y que se aplican para el caso de la zona del SLN y del proyecto.

CONANP (2005) citando a Merino, M. (1990) indica que los humedales ubicados en el SLN dependen principalmente de la aportación de agua subterránea a través del medio cárstico durante la elevación de los niveles freáticos en temporada de lluvias; asimismo, se ve enriquecido por la captación del agua meteórica que escurre sobre la superficie de las partes altas y reconociendo hacia las depresiones durante las tormentas.

Las aguas subterráneas tienen un efecto importante los diversos parámetros y calidad del agua como se podrá señalar en este documento en acápites siguientes.

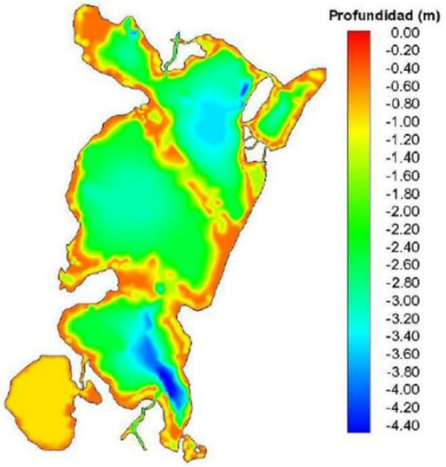
Batimetría

Diversos autores han desarrollado trabajos para identificar la batimetría del SLN. Todos coinciden en que este sistema es somero y que la profundidad varía entre los 0.3 a 5 m como máximo, lo cual también influye en diversos parámetros y calidad del agua. Así, Carbajal, P. (2009), reporta profundidades de 0.3 a 5 m y una media de 2.0 m de profundidad, mientras que Merino, M et al (1990) señala profundidades de 0.8 a 2.5 m, con una media de 2.2 m de profundidad. Por su parte CONANP, (2005) señala que se "presenta cierta homogeneidad en su profundidad, entre 1.5 y 2.5 m con una variación entre 0.5 a 5 m y presenta dos bajos, norte y zeta, cuya profundidad media es de 0.3 m, aunque en la parte central de las cuencas puede llegar hasta 3 m de profundidad."

Se han generado diversos modelos batimétricos; a continuación se presenta el realizado por el IMTA (2001) citado por la SCT (2023)[14].

[14] Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT). 2023. Versión pública de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional del proyecto "Puente Vehicular Nichupté. México.

Especificaciones	Acciones del proyecto

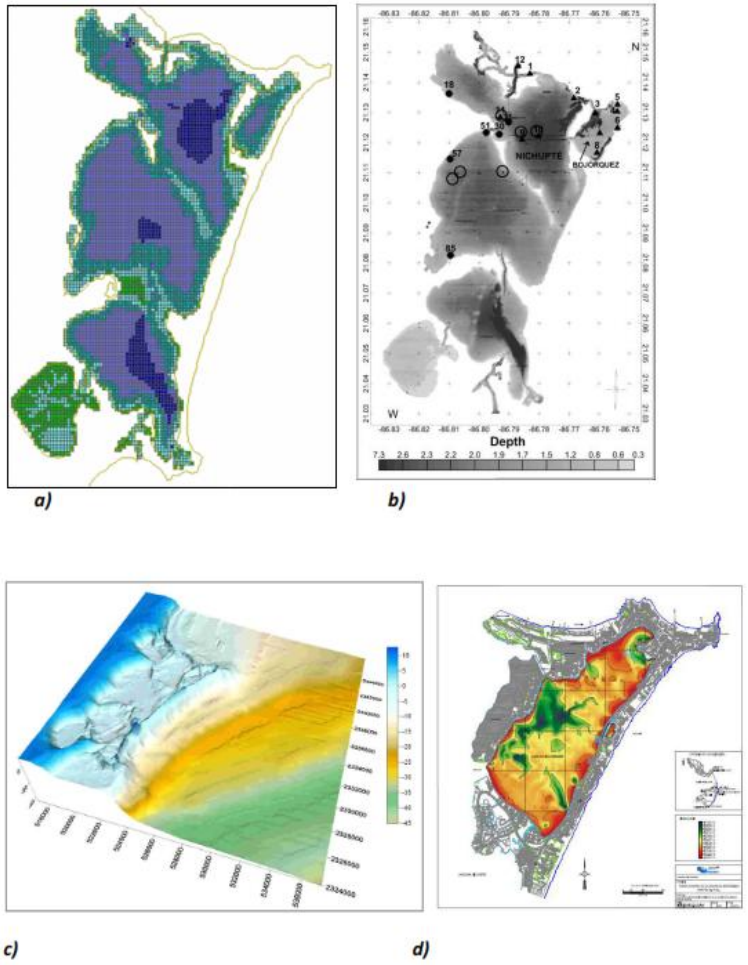


Modelo Batimétrico del IMTA (2001) (Fuente: Extraído de SCT, 2023).

Hernández T., et al (2013)[15] reporta también diversos modelos batimétricos generados por autores como los ya mencionados, entre otros.

[15] Hernández T. L., Almazán B. A., Ortega C. D., Escobar M. S., Irola S. E., Delgado P. 2013. Estudio de Contaminación en sitios específicos del Sistema lagunar Nichupté. Reporte Final Estudio Sistema Lagunar Nichupté. CYCY. México.

Especificaciones	Acciones del proyecto



Modelos batimétricos citados por Hernández T. et al (2013) para el SLN: a) León y Escalante 1993; b) Carbajal 2008; c) Pedrozo 2008; d) Espinosa-Bouchot 2011.

Especificaciones	Acciones del proyecto

Salinidad

De acuerdo a diferentes estudios ya citados en este documento, autores diversos concuerdan en lo general en cuatro situaciones:

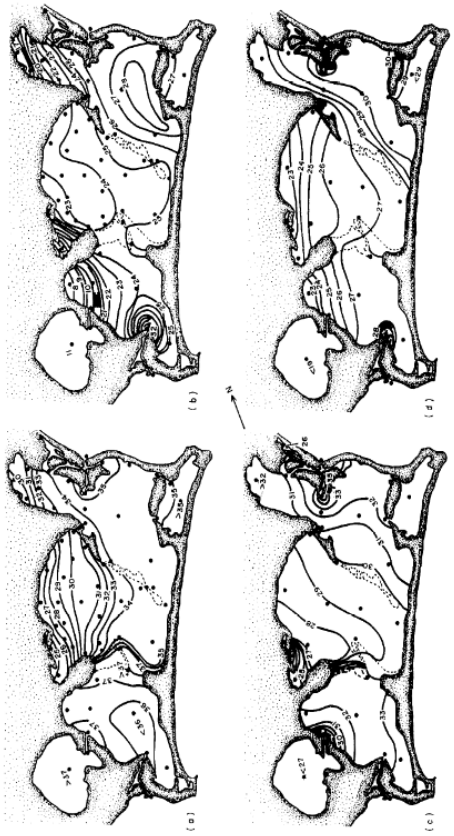
a) Que las aguas subterráneas emergentes aportan agua salobre que ya ha sido mezclada con agua de mar y aguas residuales de las zonas urbanas adyacentes.

b) Que la salinidad tiene un patrón de concentración diferenciado horizontalmente, que va de menor salinidad en la zona este a mayor salinidad hacia la zona oeste, junto a la línea de costa. No hay variación vertical de salinidad debido a la escasa profundidad del SLN.

c) La concentración de salinidad cercana a la línea de costa está influenciada por el mar caribe así como en la entrada de las bocas norte y sur, por el intercambio directo de agua marina.

Algunos modelos de salinidad que se pueden observar en diversos estudios muestran este tipo de patrones. Se muestran a continuación dos de ellos:

Especificaciones	Acciones del proyecto



Comportamiento de la salinidad en el SLN (Fuente: Tomado de Merino, M. et al. 1990)

Especificaciones	Acciones del proyecto

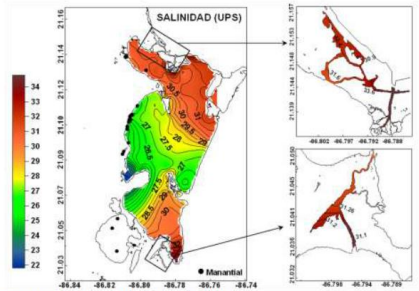


Figura 4.3 a Salinidad en Septiembre de 2005.

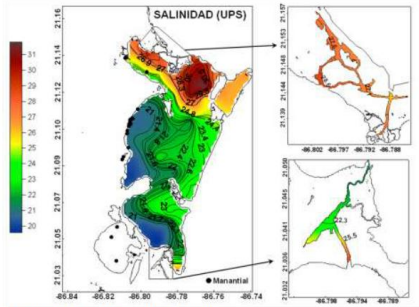


Figura 4.3 b Salinidad en Noviembre de 2006.

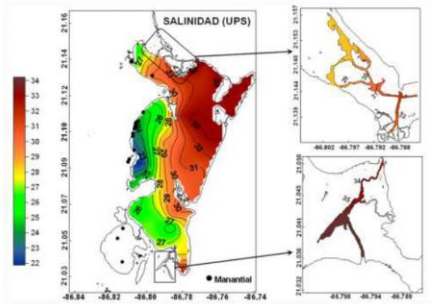


Figura 4.3 c Salinidad en Marzo de 2007.

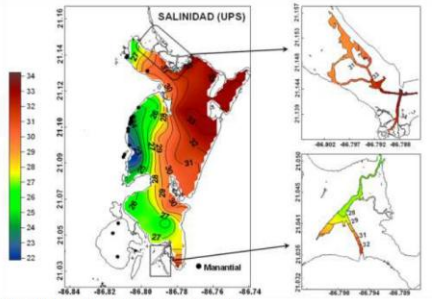
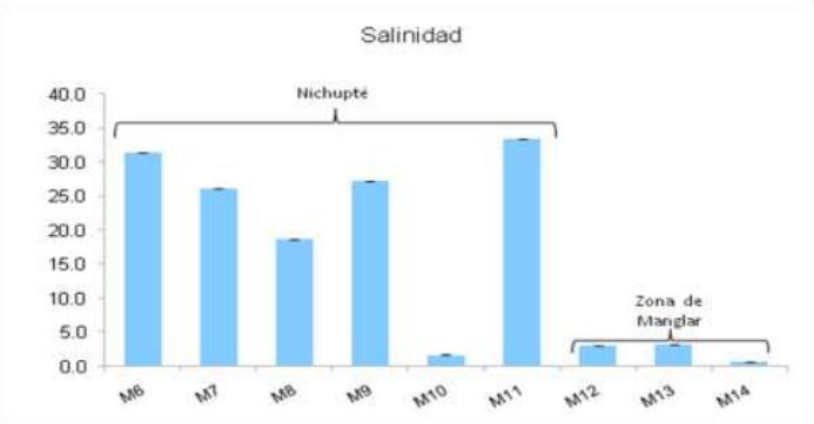


Figura 4.3 d Salinidad en Julio-Agosto de 2007.

Comportamiento de la salinidad en el SLN (Fuente: Tomado de Carbajal P. 2009).

Por su parte, para el caso de una comparación entre los cuerpos de agua y las zonas de inundación del manglar, Hernández T. et al. (2013) encontró diferencias importantes, ya que en los humedales, la salinidad se registró muy por debajo de lo registrado para los cuerpos de agua monitoreados en su estudio.

Especificaciones	Acciones del proyecto



Promedio de salinidad en puntos de muestreo comparando cuerpos de agua del SLN y las zonas de manglar adyacentes. (Fuente: Tomado de Hernández T. et al. 2013).

Temperatura.

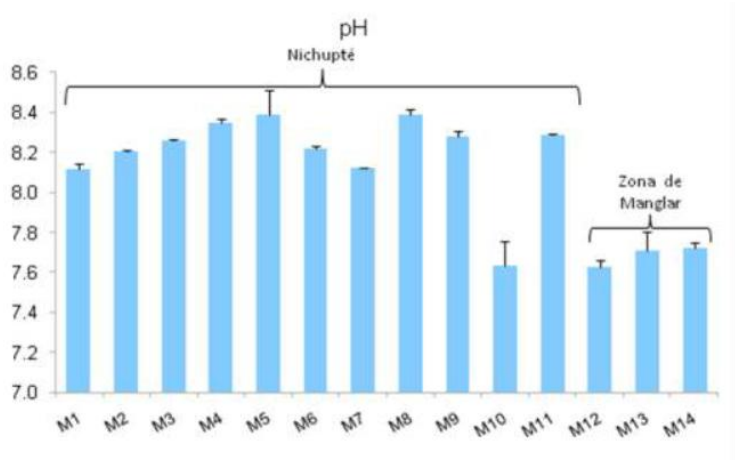
En el caso de la temperatura y al igual que en el caso de la salinidad, los autores de los diversos estudios mencionados en este trabajo coinciden en que:

a) Hay poca variación en la temperatura a través del tiempo.
b) Existe influencia de los manantiales de agua, ya que la temperatura del agua emergente es más baja.
c) La radiación diaria puede ser un factor de comportamiento de la temperatura en el SLN debido a la escasa profundidad de los cuerpos de agua.
d) Las temporadas del año influyen en el comportamiento de la temperatura del agua del SLN. CONANP (2013) señala que "Los registros de temperatura de las mediciones hidrográficas de 50 estaciones, efectuadas en la parte central y norte del SLN, variaron de 26 a 27.3 ºC. Dichos datos se obtuvieron en el lapso de una semana, tras el paso de un frente frío, lo que sugiere que este evento puede tener una influencia importante en la temperatura de algunas áreas del SLN que interaccionan con el mar abierto.

Especificaciones	Acciones del proyecto

pH

De acuerdo a los resultados del estudio de la UNAM, 2012, se obtuvieron valores alcalinos para los cueros de agua y los humedales de manglar, aunque sensiblemente menores en estos últimos.



Valores de pH en muestras de agua del SLN y de humedales de manglar (Fuente: Tomado de UNAM, 2012).

Lo anterior es consistente con los autores ya mencionados en este trabajo, toda vez que se tiene intercambios con el agua marina que normalmente tiene valores cercanos a 8.2, lo que indica la importante influencia del Mar Caribe para el SLN, así como el aporte de aguas subterráneas con disolución de carbonato de calcio, genera esta condición de alcalinidad en el SLN.

En sentido contrario, valores de pH cercanos a 7 indican que hay un proceso de descomposición de materia orgánica o de aportes de aguas residuales. Para el caso del manglar, los valores reportados en el grafico anterior son normales, pero, por ejemplo, para el muestreo M10 es atípico y puede deberse a la presencia de aguas residuales.

Especificaciones	Acciones del proyecto

CONANP (2005) citando a IMTA (1998), señala la relación de los aportes subterráneos de agua con los humedales de manglar al relacionar los valores de alcalinidad más bajos con respecto a los cuerpos de agua lagunar.

Oxígeno disuelto

La CONANP (2013) indica que "la concentración de oxígeno disuelto tiene valores típicos del mar abierto (1112 mg/L) en la parte central y sur del SLN.

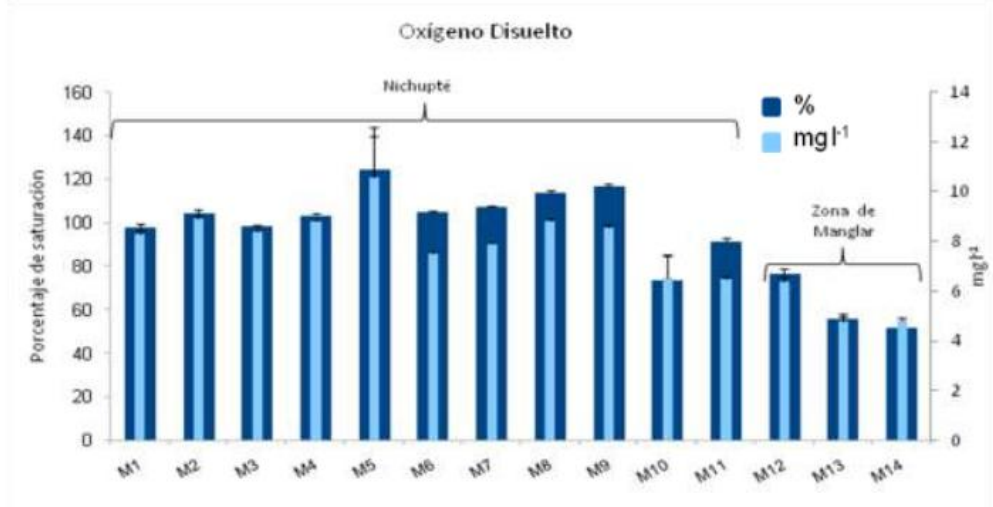
Valores un poco más bajos se encuentran en la parte norte. Los valores de oxígeno disueltos más bajos se localizaron en un área aledaña a la zona hotelera y en la parte noroeste del SLN, donde hay una gran influencia de la ciudad de Cancún.

Los valores mínimos de oxígeno disuelto pueden ser asociados a materia orgánica en descomposición."

La información es consistente con lo reportado por otros estudios, asociando la existencia de zonas de oxígeno disuelto con el aporte de aguas subterráneas contaminadas por la zona urbana de Cancún, particularmente de la zona de Alfredo V. Bonfil, el antiguo Basurero Municipal, y la zona hotelera en la parte de Laguna Bojórquez.

La UNAM (2012) reporta que el oxígeno disuelto tiene parámetros normales, pero sí se muestra diferenciación entre los cuerpos de agua y los humedales de manglar, en donde este parámetro tiene valores más bajos.

Especificaciones	Acciones del proyecto



Oxígeno disuelto en sitios de muestreo del SLN (Fuente: Tomado de UNAM, 2012)

Calidad del Agua en el SLN y en playas

En el caso del SLN diversos autores reportan que existe contaminación de los cuerpos de agua, principalmente en ciertas zonas asociadas a las descargas de aguas subterráneas contaminadas o a vertidos de aguas residuales en zonas cercanas o adyacentes al SLN (Carbajal P., 2009, CONANP, 2005; CONANP, 2013; Hernández T. 2013, entre otros).

En el caso de la zona de costa, la CONAGUA mantiene un monitoreo constante de las condiciones de la calidad de las playas del país. En el caso de Cancún y la zona de influencia del proyecto, se realiza el análisis de calidad del agua en 7 playas ubicadas en la figura que se indica a continuación.

Especificaciones	Acciones del proyecto



Sitios de muestreo de calidad del agua en playas en el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (Fuente:CONAGUA, 2023)16

De acuerdo a los datos generados por CONAGUA, 2023, la calidad del agua de las playas de Cancún las clasifica como playas aptas y sin contaminación.

Cuadro No. 1. Clasificación de la calidad del agua en playas del municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (Fuente: Fuente:CONAGUA, 2023)

[16] CONAGUA, 2023. Sitios de muestreo de calidad del agua en playas en el municipio de Benito Juárez, quintana Roo. En: https://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/Playasv22/destino.html?destino=23_1&anio=2023&periodo=3

Especificaciones	Acciones del proyecto

Playa	Sitio de muestreo	Latitud norte	Longitud oeste	Fecha muestreo	NMP/100 ml	Clasificación
Playa Puerto Morelos	Puerto Morelos	20°50'59.1'' Norte	86°52'25.4'' Oeste	16 noviembre - 30 noviembre	10	APTA
Playa Delfines	Delfines	21°3'37.3'' Norte	86°46'45.7'' Oeste	16 noviembre - 30 noviembre	10	APTA
Playa Marlin	Marlin	21°6'12.8'' Norte	86°45'47.5'' Oeste	16 noviembre - 30 noviembre	10	APTA
Playa Tortugas	Tortugas	21°8'21.9'' Norte	86°46'8.3'' Oeste	16 noviembre - 30 noviembre	10	APTA
Playa Langosta	Langosta	21°8'42.1'' Norte	86°46'54.3'' Oeste	16 noviembre - 30 noviembre	11	APTA
Playa Las Perlas	Las Perlas	21°9'25.6'' Norte	86°47'58.9'' Oeste	16 noviembre - 30 noviembre	11	APTA
Playa del Niño P. Juarez	Niño P. Juarez	21°11'35.6'' Norte	86°48'21'' Oeste	16 noviembre - 30 noviembre	10	APTA

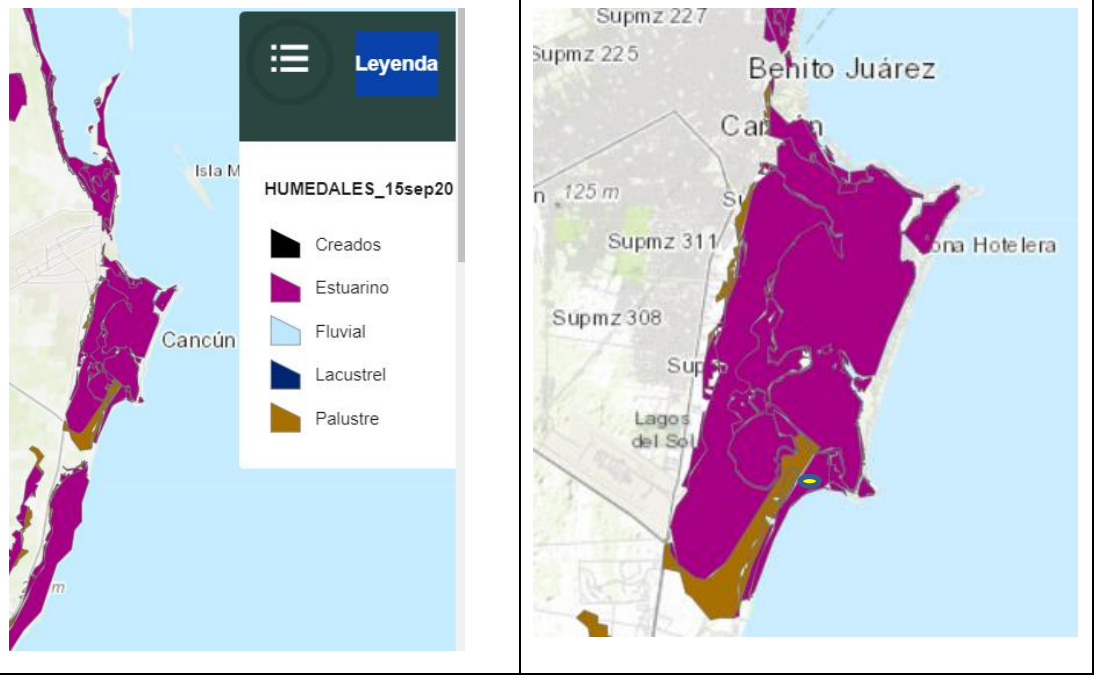
B) Medio Biótico

Vegetación

La zona del SLN está considerado en lo general como un sistema estuarino de acuerdo a (CONABIO[17], 2024) El sitio del proyecto se ubica en una franja de playa fuera de las áreas de manglar.

[17] CONABIO. 2024. Clasificación de humedales. Inventario Nacional de Humedales. En https://sigagis.conagua.gob.mx/humedales/.

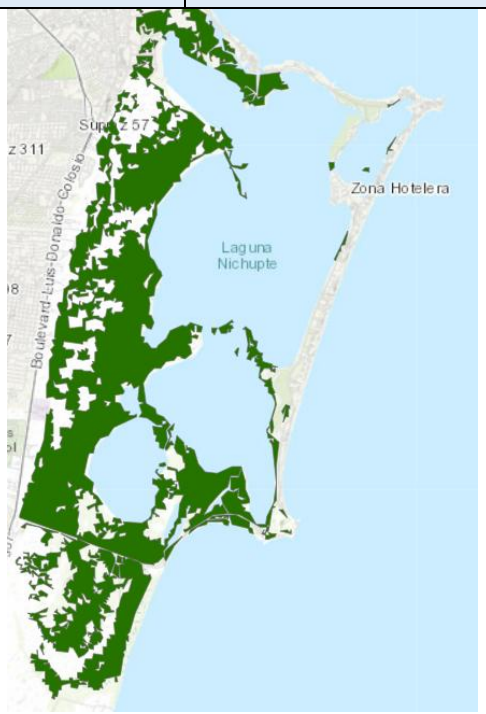
Especificaciones	Acciones del proyecto



Clasificación de los humedales en la zona de influencia del proyecto y el SLN.

La CONABIO (2024) establece la cobertura de humedales en la zona de influencia del proyecto. Como ya ha sido indicado en el DTU-B, hay una discrepancia en la vegetación del predio, ya que esta es de duna costera, y no de manglar. Sin embargo, se pone en contexto la imagen de la distribución de las áreas de manglar en la zona del SLN y la zona de influencia del proyecto.

Especificaciones	Acciones del proyecto

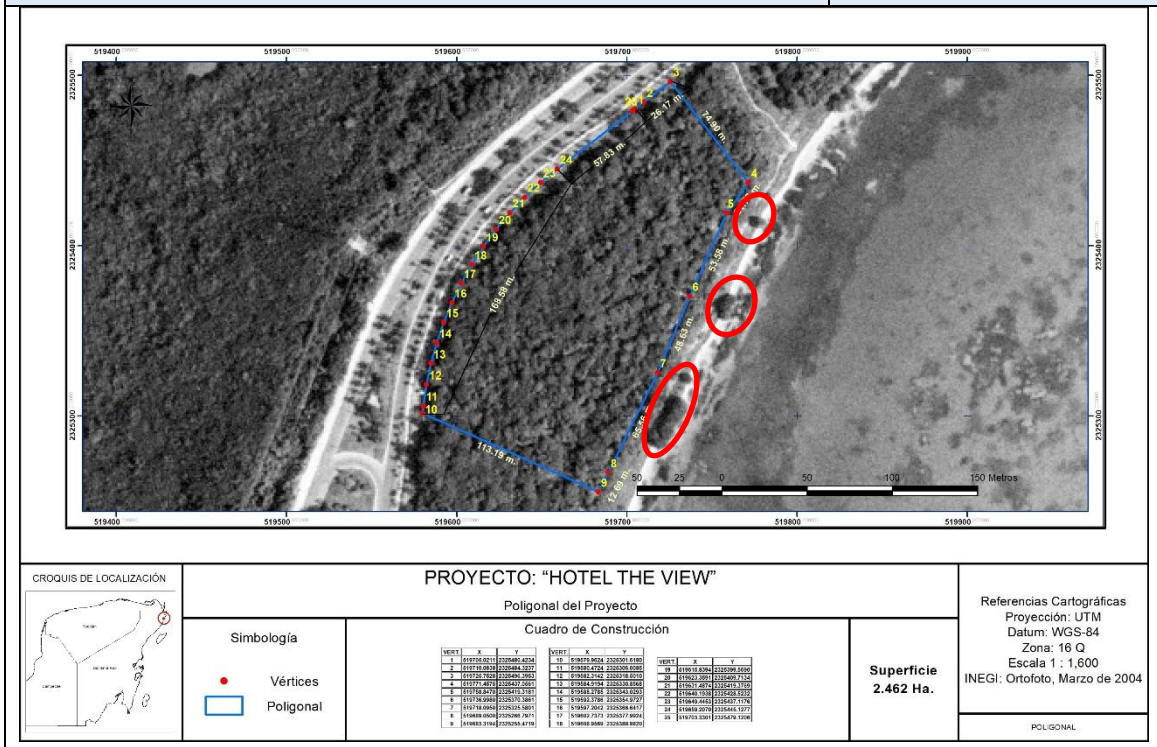


Distribución de las áreas de manglar (CONABIO, 2024)

En una ortofoto del INEGI 2004, se identifica que en la zona del predio no existe manglar, pero sí se observan ejemplares dispersos de mangles. CONANP, 2005 y CONANP, 2013 reportan que los manglares asociados al SLN presentan las 4 especies de mangle: ***Rizophora mangle, Avicennia germinans, Conocarpus erectus*** y ***Laguncularia racemosa***.

En el caso de los mangles localizados en la ZOFEMAT que colinda con el predio son ejemplares aislados totalmente de una condición de un manglar continua ya sea en una masa de humedal o de una franja o cordón, ya que no se aprecian evidencias de existencia de estas condiciones en imágenes históricas revisadas para esta zona como la ortofoto del INEGI del año 2004 en la que se pueden observar los individuos de mangles en tres zonas y que corresponden a las mismas zonas en donde se detectaron mangles en los trabajos de campo y en la fotografía aérea generada con el dron.

Especificaciones	Acciones del proyecto



Ortofoto 2024 donde se pueden ubicar los individuos aislados de mangles sobre la ZOFEMAT, frente al polígono del predio del proyecto (Fuente: INEGI 2004).

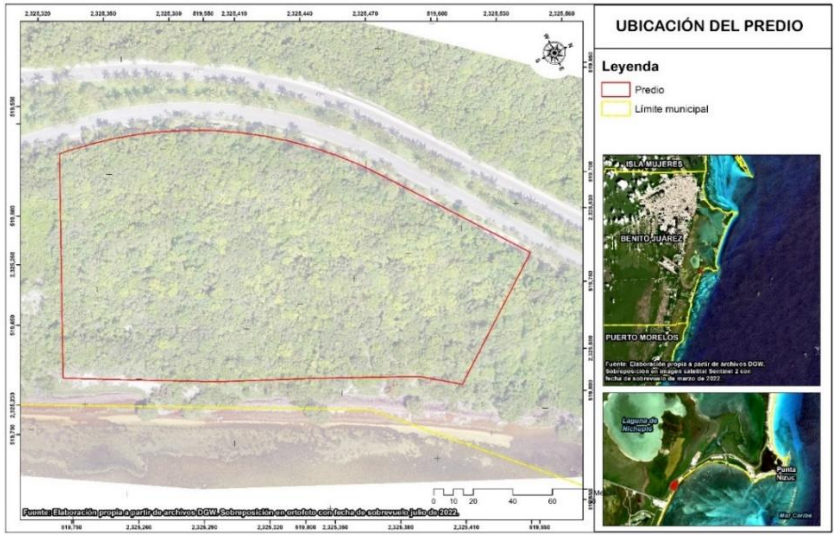
La calidad ambiental del Sistema Ambiental ha sido influenciada por los fenómenos hidrometeorológicos que afectan año con año dicha región. Al respecto se debe citar que en el sitio se han sentido con toda intensidad los efectos del huracán Wilma, mismo que se manifestó en la zona en el mes de octubre del 2005 y fue un fenómeno ubicado dentro de la categoría 5 de la escala Saffir-Simpson, por lo que sostuvo vientos y rachas huracanadas que alcanzaron los 278 km/Hr. A pesar de los efectos negativos que se ha ocasionado en la vegetación, aún es posible determinar los patrones de distribución de los distintos ecosistemas que se distribuyen en la zona.

La presencia de estos individuos es evidente en imágenes de satélite históricas, por lo que están adaptadas a las condiciones del sitio, influenciado por el tipo de suelo arenoso, la salinidad y las mareas. Se localizaron en la ZOFEMAT, en las áreas señaladas en la

Especificaciones	Acciones del proyecto

ortofoto ya mostrada y en los planos a continuación, individuos aislados de las siguientes especies ***Avicennia germinans, Conocarpus erectus*** y ***Laguncularia racemosa.***

A partir de un vuelo con dron realizado en el año 2023 y los trabajos de campo del inventario forestal, se puede identificar que la cobertura de vegetación corresponde a vegetación de duna costera o matorral costero en la totalidad del predio.7



Tipos de vegetación del Predio

En el caso de los mangles, estos fueron identificados como individuos aislados fuera del predio, dentro de la ZOFEMAT, como fue indicado en el DTU-B

CONANP, 2013 reporta para el APFF Manglares de Nichupté un total de 220 especies de plantas vasculares, incluidas las 4 especies de manglar existentes para México. También define la existencia de 3 condiciones de los manglares para la zona, a saber: manglar de borde, manglar de cuenca y manglar chaparro.

Especificaciones	Acciones del proyecto

Para el caso de manglar de borde, el mismo autor lo considera como aquella franja que se ubica justo en la periferia de los cuerpos de agua del SLN y son monoespecíficos, representados por Rizophora mangle.

El manglar de cuenca comprende diversas comunidades de mangle que se desarrollan en suelos que se inundan estacionalmente, por lo que en su composición intervienen las cuatro especies características de manglar.

La distribución de las especies está en función de las condiciones de inundación, por lo que CONANP, 2013 menciona que "el mangle rojo es la especie dominante en las proximidades del espejo de agua, mientras que los mangles blanco y negro prosperan en los sitios de inundación estacional intermedia, y el mangle botoncillo se distribuye preferentemente en las zonas de menor inundación conformando un ecotono entre la porción de la sabana y la selva baja."

El manglar chaparro estpa reportado por la CONANP, 2013 como una comunidad densa de manglar de Rizophora mangle que no rebasa los 2 m de altura y que está colindando con la vegetación de sabana.

Dentro de este análisis se puede inferir que las condiciones de los mangles aislados encontrados en la ZOFEMAT pueden asumirse dentro de una condición de manglar de cuenca, aunque no se tienen las condiciones propicias y típicas para el desarrollo de una comunidad densa, por lo que sólo encuentran individuos aislados, influenciados fuertemente por las condiciones altamente salinas del agua marina que está limitando su dispersión.

Para las áreas de vegetación de duna costera, CONANP, 2013 reporta la presencia de matorral costero, describiéndola de la siguiente manera: "El matorral costero se desarrolla en la porción occidental de la laguna y s presenta bajo dos condiciones: la primera con dominancia herbácea, que se establece cerca del cuerpo lagunar y está representada por especies herbáceas de crecimiento postrado, como la suculenta (Sesuvium portulacastrum), la margarita de mar (Ambrosia hispida), la riñonina (Ipomoea pes-caprae) y el lirio de mar (Hymenocallis littoralis)." La segunda condición está referida a la presencia de individuos arbóreos. CONANP, 2005 reporta para el matorral costero la especie arbórea más importante fue ***Metopium brownei*** y la especie arbustiva más importante fue ***Coccoloba uvifera***.

Especificaciones	Acciones del proyecto

Fauna silvestre

De acuerdo a CONANP, 2013, la fauna reportada es variada y amplia, ya que se ha registrado la presencia de al menos 171 especies, conformadas por 78 especies de peces,10 de anfibios, 14 de reptiles, 44 de aves, 20 de mamíferos y cinco de invertebrados, de las cuales 31 se encuentran registradas en 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.

De acuerdo a lo previsto en los estudios de fauna del SA y del predio, la fauna registrada corresponde a especies que se han reportado para la zona.

Vinculación con el apartado 4.42.

A partir de lo anterior, la vinculación con la especificación 4.42 de la NOM-022-SEMARNAT-2003 permite establecer lo siguiente:

Los diversos estudios que se han desarrollado para determinar las condiciones del SLN mencionados en este documento, entro otros existentes, apuntan a identificar que existe un deterioro del SLN asociado principalmente a contaminación de los cuerpos de agua por efecto de vertimiento de aguas residuales y de aportes de aguas subterráneas contaminadas por la mancha urbana, así como por la presión de la actividad turística.

El SLN es un sistema sui generis con respecto al resto de cuerpos lagunares del país, por sus condiciones de conectividad al mar y los aportes de aguas subterráneas. Su fragilidad es evidente y se han hecho esfuerzos importantes para entender la problemática del sistema y con ello definir políticas públicas para contener el problema y reducir las amenazas, además de aplicar acciones de protección y restauración.

Especificaciones	Acciones del proyecto
En este tenor, el proyecto Hotel The View propone medidas de prevención, mitigación y compensación que permitan su incorporación como parte de la infraestructura hotelera de la ciudad de Cancún, y a la vez, contribuir a reducir los impactos negativos que el proyecto pueda provocar por su construcción y operación. De esta manera, la propuesta de un sistema constructivo a base de pilas permitirá mantener flujos subterráneos para el intercambio de agua dulce-salobre y marina; los pozos de absorción propuestos permiten generar una rápida incorporación de aguas pluviales captadas en las áreas del proyecto, evitando así, incidir en el balance hídrico de la zona. En la operación, la conexión del sistema de drenaje de las aguas residuales generadas en el hotel al drenaje de la Zona Hotelera y su PTAR, permite reducir el impacto de contaminación a cuerpos de agua marino, lagunar o de aguas subterráneas, ya que la PTAR a cargo del municipio, generará aguas tratadas con parámetros dentro de la norma aplicable, reduciendo sensiblemente el riesgo de contaminación por aguas residuales, uno de los problemas más consistente como factor de deterioro del SLN. El programa de manejo integral de residuos sólidos y líquidos urbanos y peligrosos, contribuye a minimizar riesgos de afectaciones por contaminación del cuerpo marino y la zona arrecifal, así como de las aguas subterráneas. Este mismo programa, prevé promover la separación y reciclamiento de residuos sólidos, con el objetivo de acotar el impacto por la generación de residuos y facilitar la revalorización de aquellos residuos que pueden reciclarse. El adecuado manejo de residuos sólidos y líquidos evitará que el cuerpo marino tenga contaminación y por transporte de corrientes e intercambio con la boca sur del SLN, se adicione volumen de contaminantes al sistema. En cuanto al manglar o humedal, **el proyecto no afectará humedales ni manglar,** sin embargo, considerando la importancia de los mangles y su estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, la promovente del proyecto propone un Programa de Conservación y Monitoreo de mangles, con el objeto de dar certeza a la autoridad, que los mangles existentes en la ZOFEMAT del proyecto, perdurarán durante el proceso constructivo del proyecto y posteriormente en durante su operación.	

Especificaciones	Acciones del proyecto
Este programa, además, permitirá fomentar la cultura y el conocimiento de los humedales y las especies de manglar, como acciones de concientización hacia el personal de la obra y de los huéspedes cuando ya esté en operaciones. El Programa de Rescate, Reubicación y Reforestación del proyecto, promueve que la vegetación de duna costera que será afectada por el CUSTF del proyecto se mantenga en su biodiversidad dentro del predio, aun con el proyecto ejecutado. La reforestación de los ejemplares rescatados y las áreas de conservación mantendrán la biodiversidad. El impacto por la pérdida de cobertura afectará de manera permanente los polígonos del CUSTF, sine embargo, los ordenamientos ambientales y urbano que aplican para esta zona, previeron en su planificación este tipo de impactos, por lo que el proyecto no está considerando afectaciones no planeadas para el desarrollo de la zona hotelera y de la ciudad de Cancún. Con respecto al programa de Rescate de Fauna silvestre, el proyecto promueve acciones para ahuyentar la fauna y en su caso, reubicarla en sitios cercanos adyacentes al predio, de acuerdo a las condiciones del tipo de fauna. Las relaciones de tránsito serán afectadas por la obra, pero se mantiene áreas de conservación y espacios libres de bardas en los linderos para que la fauna pueda transitar libremente. De esta manera, el proyecto Hotel The View, se ha establecido considerando un proceso planificado desde y a partir de instrumentos de planeación ambiental (POEL del municipio de Benito Juárez) y urbanos (PMDU de la Ciudad de Cancún), por lo que el proyecto ha tomado en cuenta para la propuesta los criterios, restricciones y prohibiciones que para tal efecto le aplican, cumpliendo con todo, de tal manera que este documento complementa lo que se ha propuesto en el DTU-B del proyecto.	
Artículo Único. - Se adiciona la especificación 4.43 a la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración	Se vuelve a recalcar que estas medidas se están considerando por la incidencia de individuos registrados fueron del predio durante las actividades de caracterización de flora. No existe vegetación de manglar en predio del proyecto.

Especificaciones	Acciones del proyecto
de los humedales costeros en zonas de manglar, para quedar como sigue: "*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 se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente.*"	Las obras que se plantean comprenden un andador del lado de la playa que, en el sitio más cercano, se ubica a más de 5 metros de los individuos de manglar registrados fuero del predio. En consecuencia, a continuación, se señalan las medidas de prevención en beneficio de la vegetación del predio y de manera particular en beneficio del manglar: ✓ Se implementarán medidas específicas de protección de fauna y flora, y el manejo adecuado de residuos. ✓ Se realizará el estudio de mecánica de suelos y estructurales de las áreas de desplante del proyecto, previo al inicio de obras con el fin de evitar la afectación de cavernas subterráneas y mantener la comunicación del flujo desde el continente hasta la zona marina. ✓ Se llevará a cabo acciones de limpieza diariamente durante la construcción y operación del proyecto, para evitar que los residuos se dispersen hacia las zonas de conservación del proyecto y de las de manglar. ✓ Se realizarán acciones de ajardinado empleando especies nativas. ✓ Se mantendrán como conservación con la vegetación en estado natural una superficie de 1.0140 ha (10,140.0 m^2) que representa 41.19 % del total del predio. ✓ Se realizará el monitoreo de la vegetación, fauna, y condiciones de los individuos de manglar registrados fuero del predio para determinar su estado ambiental durante la etapa constructiva y el primer año de operación.

Especificaciones	Acciones del proyecto
	Para el caso de realizar medidas de compensación fuera del predio, se propone realizarlas dentro de las áreas del Sistema Lagunar Nichupté, particularmente en el ámbito de acción del Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté, de tal manera que puedan desarrollarse acciones concertadas con la Dirección del APFF Manglares de Nichupté y/o la Dirección Regional Península de Yucatán y Mar Caribe de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, que definirán el sitio y las acciones encaminadas a restaurar y/o adicionar superficies de manglar. Para lo anterior, será necesario suscribir un acuerdo o convenio suscrito entre la promovente y la CONANP, de acuerdo a sus protocolos, procesos y tiempos que así determine esa institución. Por lo anterior, se solicita a la Autoridad Evaluadora, condicionar el resolutivo a cumplir con esta propuesta y con las metas y objetivos debidamente consensuados entre las partes, ya que una propuesta técnica unilateral por parte de la promovente puede estar fuera de las necesidades y objetivos reales de la CONANP.

4.2. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

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" tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por la Norma.

En el área ocupada por vegetación de costera en su totailidad dentro del conjunto predial correspondiente al proyecto, se encontraron las especies *Coccothrinax readii* y *Thrinax radiata*, mismas que se encuentran en la categoría de Amenazadas, de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. La totalidad de los individuos de estas especies que se encuentren en el área de cambio de uso de suelo del proyecto serán rescatados y reubicados en las áreas libres del mismo.

El listado de las especies de flora incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se presenta en el predio.

Cuadro No. 40 Especies listadas en la NOM 059 sujetas a rescate y reubicación por CUSTF.

No.	ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	ESTATUS NOM-059	ENDEMISMO
1	Chit	***Thrinax radiata***	ARECACEAE	AMENAZADA	ENDÉMICA
2	Nakax	***Coccothrinax readii***	ARECACEAE	AMENAZADA	ENDÉMICA

Cuadro No. 41. Listado de especies de fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que se identificaron en el predio.

Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	
				Categoría	Distribución
Aves	Psittacidae	*Aratinga nana*	Perico pechisucio	Pr	NE
	Vireonidae	*Vireo pallens*	Vireo manglero	Pr	NE
Reptiles	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana	A	NE

4.3. Norma oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011

Esta norma es obligatoria para los grandes generadores de residuos de manejo especial; los grandes generadores de residuos sólidos urbanos; los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores, comercializadores y distribuidores de los productos que, al desecharse, se convierten en residuos de manejo especial sujetos a un plan de manejo y las entidades federativas que intervengan en los procesos establecidos en la presente Norma. Quedan excluidos los generadores de residuos provenientes de la industria minero-metalúrgica, de conformidad con los artículos 17 de la Ley y 33 de su Reglamento.

En este sentido, se someterá a la consideración del estado la autorización del Programa de Manejo de Residuos de competencia estatal, previo al inicio de la obra y durante su periodo de operación.
El anexo normativo de esta norma establece que los residuos que se sujetarán a plan de manejo son, entre otros (solo se enlistan aquí los que se generarán en el proyecto):

V. Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales, a excepción de los indicados en la NOM-052-SEMARNAT-2005:

- Aquellos que se generen por un gran generador en una cantidad mayor a 100 toneladas anuales o su equivalente.

VI. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general, que se generen en una obra en una cantidad mayor a 80 m^3.

VII. Los productos que al transcurrir su vida útil se desechan y que se listan a continuación:

.c) Otros que al transcurrir su vida útil requieren de un manejo específico y que sean generados por un gran generador en una cantidad mayor a 10 toneladas por residuo al año:

- *Envases y embalajes de tereftalato de polietileno (PET), polietileno de alta y baja densidad (PEAD y PEBD), policloruro de vinilo (PVC), polipropileno (PP), poliestireno (PS) y policarbonato (PC).*
- *Envases, embalajes y artículos de madera.*
- *Envases, embalajes y perfiles de aluminio.*
- *Envases, embalajes y perfiles de metal ferroso.*

- *Envases, embalajes y perfiles de metal no ferroso.*
- *Papel y cartón.*
- *Vidrio.*
- *Hule natural y sintético.*
- *Envases de multilaminados de varios materiales.*

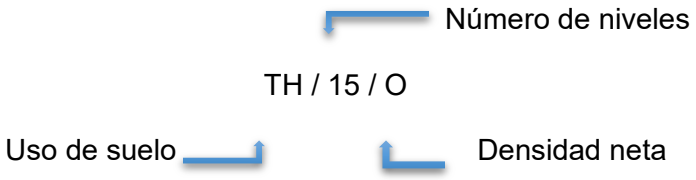
Durante la preparación del sitio y construcción del proyecto se prevé la generación de residuos de manejo especial derivados de la construcción con un volumen mayor a 80 m^3.

En la actividad de despalme se estimó una cantidad de 64.083 m^3 de residuos como roca y suelo, así como 17.17 ton al año de residuos de construcción como concreto, ladrillo pedacería de metales, madera, entre otros.

Para un adecuado manejo de estos residuos se entregará ante la autoridad en materia de residuos del estado de Quintana Roo, un Plan de Manejo de Residuos para su revisión y previa autorización. En el presente documento se anexan las estrategias de manejo de residuos de manera general haciendo referencia, principalmente, a los residuos peligrosos, los cuales son de observancia de la autoridad federal, mientras que los regulados por la presente norma son de competencia estatal.

5. Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez, Quintana Roo (PDU).

De acuerdo con el **Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez, Quintana Roo 2018-2030, publicado el día 17 de abril de 2019** en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, el predio tiene un uso Turístico Hotelero con clave (TH/15/O).



Cuadro No. 42. Parámetros Urbanos de acuerdo al PMDU 2018-2030.

Restricciones urbanas	Constancia de uso de suelo
Uso de Suelo	Th/15/O
Densidad neta cuartos/ha	220 cuartos
Coeficiente de Ocupación del suelo (COS)	40%
Coeficiente de Uso de Suelo (CUS)	4.0
Restricción frontal	15.0 m
Restricción del fondo	15.0 m
Lateral	10.0 m
Altura máxima	15 niveles

De manera particular, el lote turístico cuenta con Constancia de Uso de suelo No. MBJ/24/01/CUS/0127/2025 de fecha de 20 de febrero de 2025, emitida por la Dirección de Planeación y Normatividad Urbana, la cual indica los parámetros permitidos de manera particular para el lote 3. En dicha constancia se establece que de la superficie total del predio que es de 2.462 ha (24,628.19 m^2), se tiene permitido el aprovechamiento para COS del 40% o bien 0.985 ha (9,851.28 m^2) de obra techada, teniendo que el proyecto se apega a este parámetro toda vez que la obra techada corresponde a 0.984 ha (9,810.00 m^2) que representan el 39.97% de COS de la superficie de aprovechamiento establecida en dicha constancia de uso se suelo y a la que se le aplican los parámetros de intensidad de construcción.

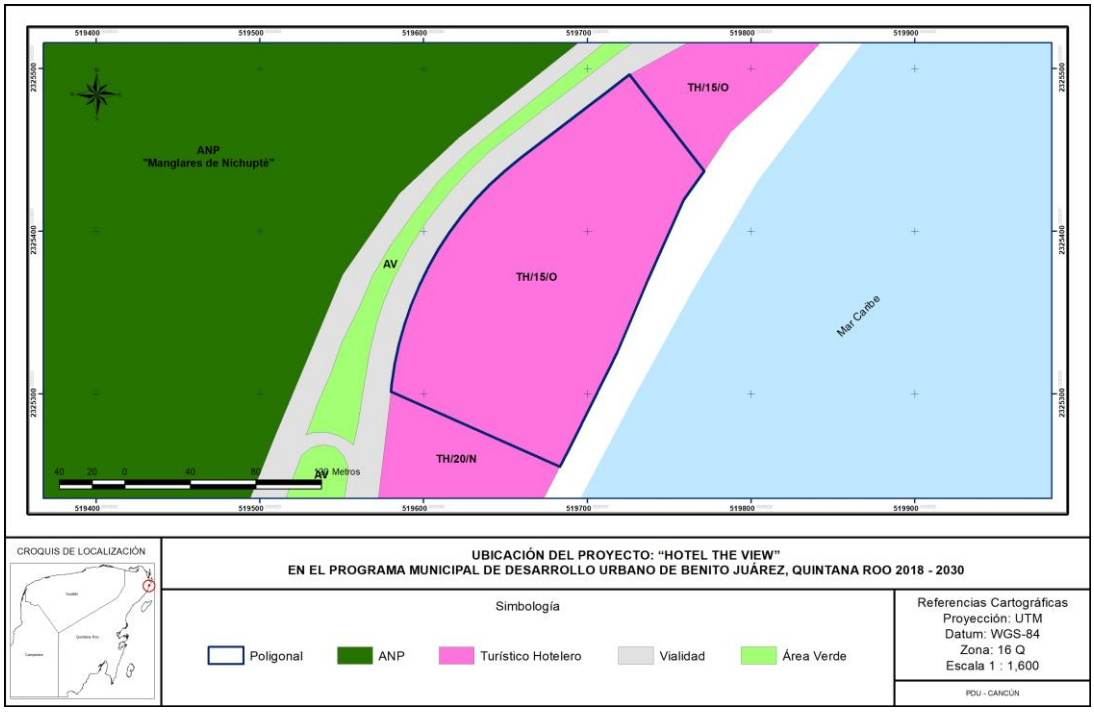
En cuanto a densidad la constancia de uso de suelo permite 220 ctos/ha, esto es 542 cuartos permitidos, y 15 niveles máximos permitidos.

En el siguiente cuadro se presenta un comparativo de los parámetros establecidos en la constancia de uso de suelo de acuerdo con el PMDU y los del proyecto que se propone.

Cuadro No. 43. Parámetros Urbanos. Se compara el proyecto con las restricciones urbanas establecidas en la Constancia de Uso de suelo y lo que se propone en el proyecto.

Restricciones urbanas	Constancia de uso de suelo	Proyecto propuesto
Uso de Suelo	Th/15/O	Th/15/O
Superficie	Lote 3 24,628.19 m^2	Lote 3 24,628.19 m^2
Densidad	541 cuartos	456 cuartos
Coeficiente de Ocupación del suelo (COS)	40% 9,851.28 m^2	39.97 % 9,817.89 m^2
Coeficiente de Uso de Suelo (CUS)	4 98,512.76 m^2	2.26 55,825.28 m^2
Restricción frontal	15.0 m	15.0 m
Restricción del fondo	15.0 m	15.0 m
Lateral	10.0 m	10.00 m
Altura máxima	15 niveles	15 niveles

De acuerdo con el cuadro previo, el proyecto propuesto cumple con los parámetros permitidos con base en el PMDU de Benito Juárez 2018-2030. Los coeficientes de ocupación del suelo, de utilización del suelo, así como la densidad están por debajo de lo permitido. En cuanto a la altura, se consideran los 15 niveles permitidos por la normatividad.



Plano No. 34. Se muestra que al predio le corresponde un uso de suelo TH/15/O de acuerdo con el PMDU de Benito Juárez (2019)

6. Otros Instrumentos a Considerar

6.1. Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo.

Esta Ley especifica en su artículo 132 lo siguiente:

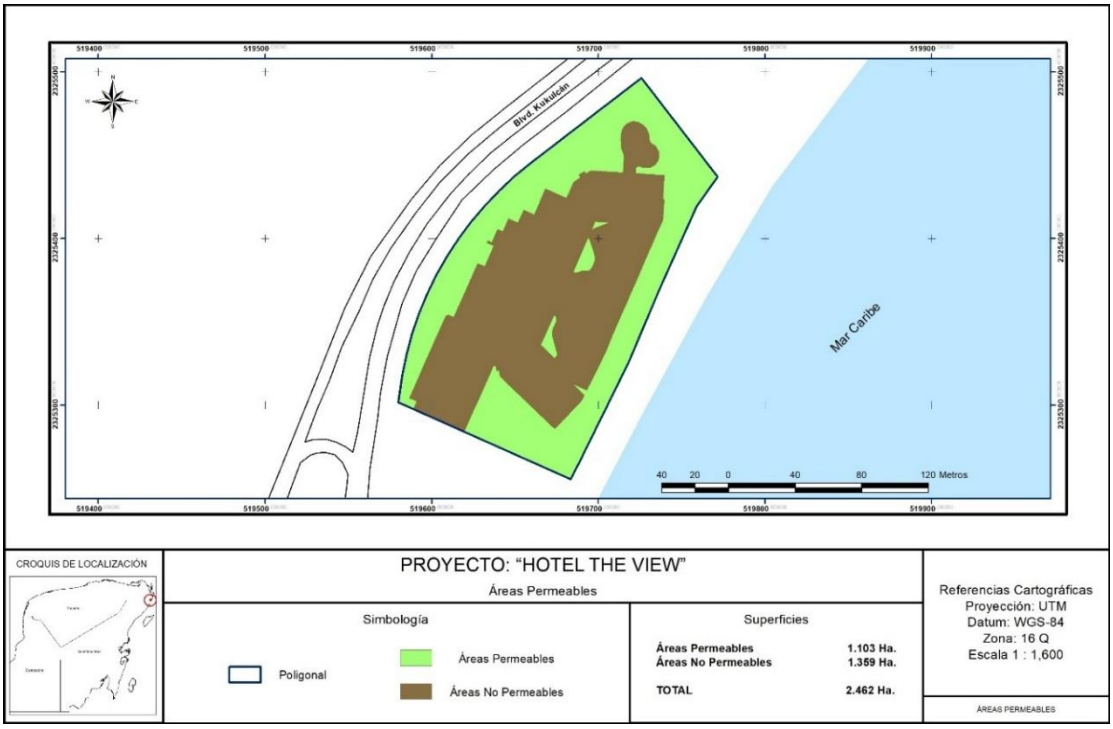
> ***"Artículo 132.-*** *Para la recarga de mantos acuíferos, en las superficies de predios que se pretendan utilizar para obras e instalaciones, se deberá permitir la filtración de aguas pluviales al suelo y subsuelo. Por tal motivo, las personas físicas o morales quedan obligadas a proporcionar un porcentaje del terreno a construir, preferentemente como área verde, lo que en su caso siempre será permeable.*
>
> *Para los efectos del párrafo anterior en los predios con un área menor de 100 metros cuadrados deberán proporcionar como área verde el 10% como mínimo; en predios con superficie mayor de 101 a 500 metros cuadrados, como mínimo el 20%; en predios cuya superficie sea de 501 a 3,000 metros cuadrados, como mínimo el 30%, y predios cuya superficie sea de 3,001 metros cuadrados en adelante, proporcionarán como área verde el 40% como mínimo."*

Así las cosas, debido a que el predio tiene 24,628.19 m^2 (2.462 ha.), es necesario que se mantengan al menos 0.985 hectáreas con características permeables; de esta manera, el royecto ha previsto mantener al menos estos porcentajes y superficies, por lo que el total de áreas permeables remantes será de 1.103 hectáreas, lo que significa mantener el 44.80% de la superficie total del predio en condiciones permeables.

Cuadro No. 44 Coberturas de áreas permeables y no permeables de acuerdo a obras de CUSTF en el predio.

Parámetro	Elemento del plan maestro	Superficie (ha)	Subtotal Superficie (ha)	%
Areas Permeables	Acceso	0.061	1.103	44.80
	Jardinados	0.028		
	Áreas de Conservación	1.014		
Areas No Permeables	Albercas	0.152	1.359	55.20
	Almacenes	0.032		
	Ama de Llaves	0.012		
	Asoleaderos	0.197		
	Cisterna	0.003		
	Cocina	0.103		
	Cuarto de Basura	0.005		
	Estacionamiento	0.225		
	Gym	0.031		
	Lavandería	0.005		
	Mantenimiento	0.011		
	Oficinas	0.005		
	Pasillos y Andadores	0.026		
	Pasillos y Andadores Techados	0.210		
	Restaurantes	0.225		
	Sanitarios	0.024		
	Seguridad	0.005		
	Spa	0.045		
	Sport Bar	0.017		
	Uniformes	0.021		
	Wedding	0.005		
		2.462	**2.462**	**100.000**

A continuación, se muestra la distribución de las áreas que se han considerado permeables y no permeables dentro del predio.



Plano No. 35. Distribución de las Área permeables y no permeables a nivel de predio con obras previas autorizadas y obras de CUSTF solicitadas en el presente DTU.

Adicional a lo anterior, es necesario considerar que se tiene prevista la implementación de una red de pozos de absorción con lo cual la capacidad de infiltración y recarga de acuíferos se volverá más eficiente.

De acuerdo al análisis de áreas permeables, el proyecto cumple con el mandato establecido por el artículo 132 de la LEEEPA del Estado de Quintana Roo.

7. CONCLUSIONES

El predio con superficie de 2.462 ha (24,628.19 m^2) se encuentra dentro del polígono del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez, Quintana roo 2018-20230, el cual, tiene el uso turístico hotelero con clave TH/15/O.

De acuerdo a este instrumento normativo el predio del proyecto tiene un C.O.S. de 40%, C.U.S. de 4.0, una densidad de 220 cuartos/ha y 15 niveles.

Por otra parte, se cuenta con una constancia de uso de suelo emitido por la Dirección de Planeación y Normatividad Urbano, oficio No. MBJ/24/01/CUS/0127/2025 de fecha de 20 de febrero de 2025. Dicha constancia establece que de la superficie total del predio que es de 2.462 ha (24,628.19 m^2), se tiene permitido el aprovechamiento para COS del 40% o bien 0.985 ha (9,851.28 m^2) de obra techada. En cuanto a densidad se permite 542 cuartos, y 15 niveles máximos permitidos.

El proyecto contempla una superficie de C.O.S. (obras techadas) de 0.984 ha equivalente al **39.97%** de la superficie del predio, el cual, se encuentra por debajo de lo permitido, esto de acuerdo al Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez, Quintana Roo 2018-2030 y la constancia de uso de suelo que le permite ambos el 40%. En cuanto a densidad contempla 456 cuartos de los 542 permitido, dejando libres 4 cuartos que podrá ocupar en caso de alguna modificación al proyecto. En niveles el proyecto contempla los 15 niveles permitidos.

El predio se encuentra en la zona hotelera, por lo que se cuenta con factibilidad de luz, de agua potable y servicios de drenaje municipal. Para el primer caso se cuenta con la Factibilidad de servicios emitida por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) a favor de Hogares Vivenda S.A de C.V. oficio No. ZCAN-DPLA/0465/2022 de fecha de 18 de octubre de 2022. Para el caso del agua agua potable y el manejo de aguas residuales que se generen en la etapa de operación se cuenta con la factibilidad de servicios emitido por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado Oficio CAPA/DBJIM/SDT/0303/2023 de fecha de 03 de abril de 2023 que permitirá conectarse a la red de drenaje municipal.

El predio que esta cubierto en su totalidad por vegetación de duna costera para dar cumpliento a criterios del POEL, se ejecutaran programas de rescate de fauna, programas de rescate de flora y programa de manejo de residuos.

De este modo el proyecto se apega a los instrumentos normativos aplicables, y se somete a esta autoridad para la evaluación del cambio de uso de suelo, construcción y operación del proyecto mencionado.

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

Antes de iniciar esta descripción del sistema ambiental es importante retomar la definición que se encuentra en el Glosario de Términos de la Guía que se utiliza de referencia:

Sistema ambiental: Espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abiótico, biótico y socio-económico de la región donde se pretende establecer el proyecto, generalmente formado por un conjunto de ecosistemas y dentro del cual se aplicará un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales y de aprovechamiento.

A partir de esta definición y de la información disponible, se ha realizado un análisis para identificar las condiciones físicas y ambientales que podrán ser relevantes en el entorno del proyecto, considerando el tamaño del mismo, el tipo de obras a realizar y el desarrollo de actividades previstas en las diferentes etapas del proyecto.

1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto.

Con referencia a la escala de las actividades y transformaciones humanas del medio natural, para el caso de la evaluación de impacto ambiental es necesario contar con un sistema de referencia, el cual, al tener límites territoriales, permite delimitar el ámbito de análisis de la estructura y el funcionamiento de uno o más ecosistemas.

Es importante tomar en cuenta en la caracterización del Sistema Ambiental, los elementos antropogénicos que interactúan con el o los ecosistemas, las actividades productivas, la población y sus tendencias de crecimiento, a través de la identificación, el reconocimiento y la caracterización de unidades espaciales de homogeneidad relativa, como herramienta inicial para lograr un diagnóstico ambiental de una porción del territorio.

En esta área de estudio la calidad ambiental del ecosistema se ha visto afectado por huracanes y mareas de tormenta, destacándose el paso del Huracán Wilma (2005) y antes, en 1998, el Huracán Gilberto, también de gran impacto para la zona del proyecto.

El crecimiento de la zona turística de Cancún, se ha planificado para el área del proyecto, definiéndola como la 3era Etapa de la Zona Hotelera de Cancún, por lo que resulta evidente la implementación de complejos hoteleros, áreas comerciales, infraestructura y áreas de conservación, tanto terrestres como marinas, en una amalgama de ámbitos y actividades que deben regularse para evitar impactos no deseados.

Por lo anterior, se puede suponer que con la implementación del proyecto la biodiversidad no tendrá efectos de alto impactos no pllaenados y que comprometan servicios ambietnales como la biodiversidad; así mismo, se estarán proponiendo medidas específicas para mitigar efectos negativos que pudieran ocasionarse por el CUSTF en la propia diversidad, así como en la erosión de los suelos o el deterioro de calidad del agua o la disminución de su captación del agua y del carbono, como se describe en el análisis realizado en el capítulo de análisis técnico justificativo en este estudio.

Así las cosas, se ha realizado una propuesta de SA bajo los siguientes criterios:

- **Localización del proyecto:**

- **Instrumentos de planeación:** Para la porción terrestre del polígono del SA, se consideraron los límites establecidos para el Área Natural Protegida Manglares de Nichupté. Mientras que para la porción marina, se consideró el polígono del ANP Costa occidental de Isla Mujeres Punta Cancún y Punta Nizuc, recortando su límite Este hasta la isobata de los 20 m de profundidad.

- **Componentes del paisaje:** A partir de la fotointerpretación de imágenes áreas y satelitales, se construyó el mapa de vegetación y uso de suelo, el cual permitió construir los límites para el componente ambiental terrestre. La asignación de los atributos o la clasificación de los elementos, se llevó a cabo a partir de los resultados obtenidos de la prospección de campo, los cuales coinciden con otros estudios que se han realizado en la zona del proyecto.

A través del análisis digital de imágenes obtenidas de la plataforma de ArcGIS online Word Imagery e imagen satelital Sentinel 2, se realizó la delimitación del Sistema Ambiental del proyecto "Hotel The View", en el cual se consideraron las unidades del paisaje a través del proceso de fotointerpretación. Cabe señalar que para la definición de los atributos ambientales que permitieron la caracterización y diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental se llevaron a cabo análisis mediante el uso de diversas herramientas cuya factibilidad técnica y científica ha sido comprobada en gran número de estudios, mostrando los mejores resultados en cuanto a precisión y fidelidad de datos.

Conforme a lo anterior, se construyó el Sistema Ambiental del proyecto el cual cuenta con una superficie total de 4,157.86 hectáreas. De esta superficie la parte terrestre del SA ocupa 2,143.26 hectáreas y la parte marina 2,014.61 hectáreas.

Cuadro No. 45 Ocupación terrestre y Marina del SA del proyecto.

Sistema Ambiental	Superficie		%
	M^2	Ha	
Terrestre	21,432,562.00	2,143.26	51.55
Marino	20,146,069.00	2,014.61	48.45
Superficie total	**41,578,631.00**	**4,157.86**	**100.00**

Los límites establecidos para conformar el polígono que representará el SA tanto terrestre como marino son los siguientes:

Sistema ambiental terrestre

- Norte: brecha existente de la carretera 307 hacia la Laguna Ingles y el límite del borde de manglar y los cuerpos de agua correspondientes a la laguna ingles y la laguna nichupte hasta el canal nizuc que comunica el sistema lagunar con el mar.

- Sur: proyección del límite de la ANP Manglares de Nichupté y límite del predio conocido como Riviera Cancun hacia la carretera federal 307 y el Mar Caribe.

- Este: con el Mar Caribe.

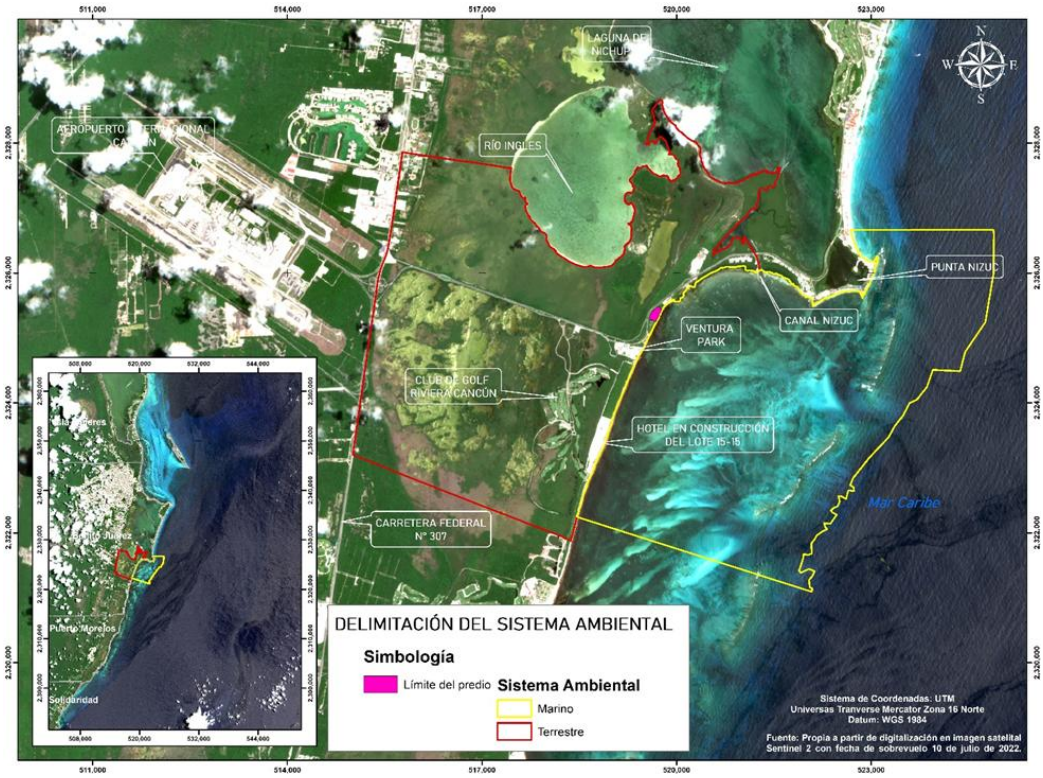
- Oeste: La Carretera Federal 307.

Sistema ambiental marino

- Norte y Sur: límites norte y sur del polígono establecido como ANP Costa Occidental de Isla Mujeres Punta Cancún y Punta Nizuc

- Este: hasta la isobata de los 20 m de profundidad

- Oeste: límite geográfico entre la pleamar y la zona continental.



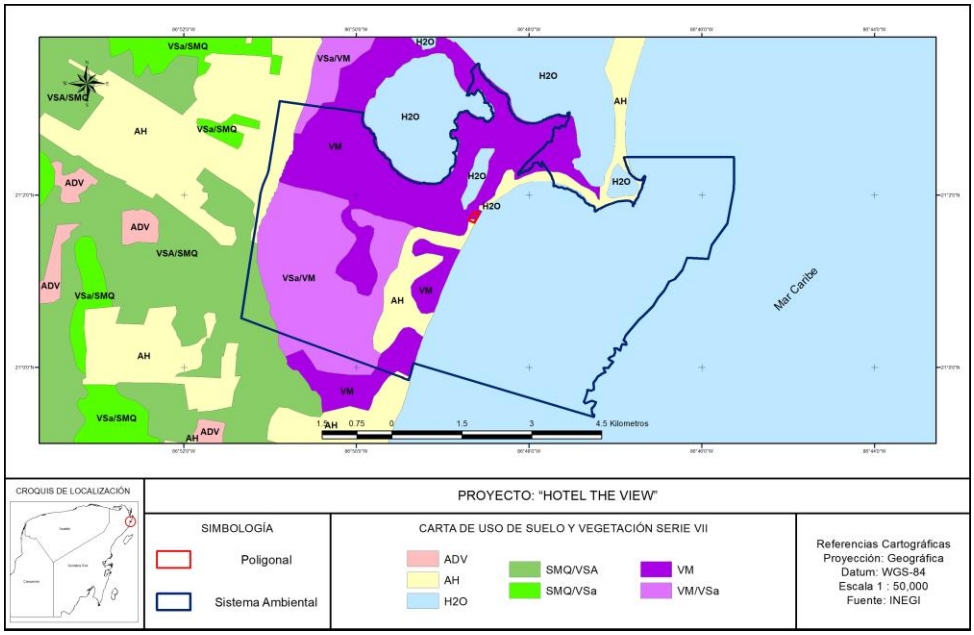
Plano No. 36. Identificaicón y delimitación del SA del proyecto

Así las cosas y de acuerdo de las condiciones de la cobertura de vegetación y uso del suelo actual definida en la carta de tipos de vegetación y uso del suelo del INEGI Seri VII, se define para el SA una superficie total por el orden de las 4,157.863 hectáreas en el que predomina la cobertura de vegetación de manglar en la zona terrestre y el cuarpo de agua.

Cuadro No. 46 Cobertura de vegetación y usos de suelo en el SA del proyecto (INEGI, Serie VII)

CLAVE	COBERTURA Y USO DE SUELO	SUPERFICIE (Ha)	%
AH	ASENTAMIENTOS HUMANOS	311.898	7.50
VM	MANGLAR	991.550	23.85
SMQ/VSA	SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA	60.932	1.47
VM/VSa	MANGLAR	739.443	17.78
H2O	CUERPO DE AGUA	2,054.040	49.40
	TOTAL:	**4,157.863**	**100.00**

A continuación, se identifica la distribución y cobertura de la propuesta del SA considerado para su análisis en este proyecto en base a la carta de tipos de vegetación y uso del suelo de INEGI en su Serie VII.



Plano No. 37 Identificación del Sistema Ambiental (SA) del proyecto con tipos de vegetación y uso del suelo (INEGI, Serie VII).

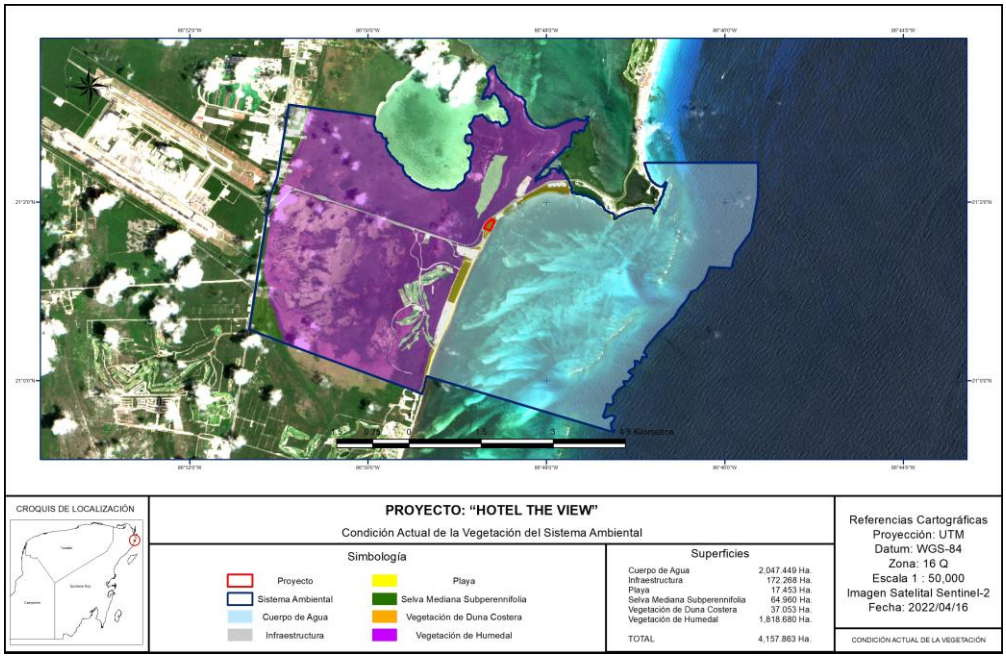
Sin embargo y considerando que las escalas de INEGI con frecuencia no coinciden con lo encontrado a nivel de campo, se ha realizado un análisis satelital actualizado, complementario a trabajos de campo, como se ha indicado en los criterios para la definición del SA, por lo que se han definido coberturas de vegetación y uso del suelo con mayor precisión para el SA como se indica a continuación en el siguiente cuadro y plano, información que se tomará en cuenta para los análisis de este estudio cuando así se requiera.

De esta manera se obtuvo que de acuerdo de las condiciones de la cobertura de vegetación y uso del suelo actual definida con el análisis satelital actual y trabajos de campo, se define una superficie total por el orden de las 4,157.86 hectáreas en el que predomina la cobertura de cuerpos de agua marina y lagunar con 2,047.449 hectáreas (49.24%), le sigue en importancia, la cobertura de humedales que alcanza una superficie de 1,818.68 hectáreas (43.74%), por lo que en el SA son de gran relevancia ambas coberturas, particularmetne la de los humedales, reconociendo la importanica y relevancia de éstos. Con menor presencia se localizan otras coberturas vegetales como es el caso de las selca mediana subperennifolia con 64.96 hectáreas (1.56%), seguida de la Vegetación de Duna Costera con 37.053 hectáreas (0.89%); finalmente la cobertura de playas con 17.453 hectáreas (0.42%) y el caso de infraestructura, referida a los desarrollos hoteleros, vias de comunicación, equipamientos y servicios que se integran en la actividad turística de la zona, con una superficie total de 172.26 hectáreas (4.14%).

Cuadro No. 47 Cobertura de vegetación y usos de suelo en el SA del proyecto

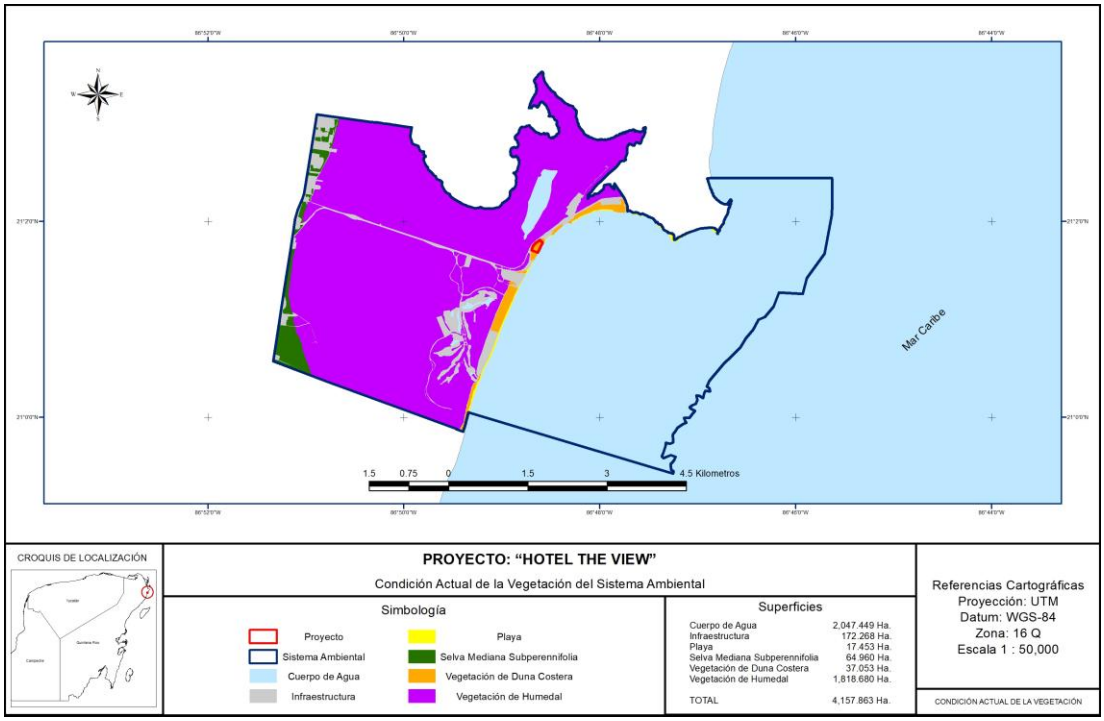
Cobertura y tipo de vegetación	Superficies (Ha)	%
Cuerpo de Agua	2047.449	49.24
Infraestructura	172.268	4.14
Playa	17.453	0.42
Selva Mediana Subperennifolia	64.960	1.56
Vegetación de Duna Costera	37.053	0.89
Vegetación de Humedal	1,818.680	43.74
TOTAL	**4157.863**	**100.000**

A continuación, se identifica la distribución y cobertura de la propuesta del SA considerado para su análisis las imágenes de satélite actualizadas.



Plano No. 38 Identificación del Sistema Ambiental (SA) del proyecto con análisis satelital actualizado.

Con la información obtenida en este análisis se ha generado el plano de superficies de tipos de vegetación y usos de suelo debidamente actualizada, quedando como se indica en el plano que se presenta a continuación.



Plano No. 39 Tipos de vegetación y uso del suelo en el SA del proyecto.

2. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA.

Como se ha referido, la zona donde se desea ubicar el PROYECTO se ubica dentro de la Región Hidrológica RH-32 Yucatán este (Yucatán), Es por ello que habrá de realizar el análisis retrospectivo de las condiciones ambientales que prevalecen precisamente en esta última región.

La calidad ambiental del Sistema Ambiental ha sido influenciada por los fenómenos hidrometeorológicos que afectan año con año dicha región. Al respecto se debe citar que en el sitio se han sentido con toda intensidad los efectos del huracán Wilma, mismo que se manifestó en la zona en el mes de octubre del 2005 y fue un fenómeno ubicado dentro de la categoría 5 de la escala Saffir-Simpson, por lo que sostuvo vientos y rachas huracanadas que alcanzaron los 278 km/Hr. A pesar de los efectos negativos que se ha ocasionado en la vegetación, aún es posible determinar los patrones de distribución de los distintos ecosistemas que se distribuyen en la zona. Ya se ha referido que para el año 2020 las tormentas tropicales Zeta y Gamma también tuvieron impactos en la región norte del estado de Quintana Roo, incluido el municipio de Benito Juárez y la ciudad de Cancún.

Con referencia a las condiciones de la calidad del aire, se debe referir que en la zona norte de Quintana Roo no existe ninguna industria establecida, de tal forma que no existen fuentes fijas generadoras de contaminantes a la atmósfera. En todo caso, las emisiones se concentran en el parque vehicular que circula por las calles y avenidas de las ciudades (Playa del Carmen, Cozumel y Cancún) y aquellas generadas por el uso de leña y carbón en la preparación de alimentos actividades que aún se practican en las zonas urbana.

Al respecto, se debe señalar que en la región nunca se ha generado alguna contingencia ambiental motivada por la emisión de humos contaminantes. Por lo que, de acuerdo al Inventario Nacional de Emisiones de México, en la entidad las emisiones originadas por fuentes fijas o móviles no son consideradas como significativas, puesto que no rebasaban los niveles permisibles de contaminación (INEGI, 2011). A lo anterior se debe considerar el hecho de que en la zona soplan vientos constantes del este y sureste que alcanzan velocidades de hasta 20 m/seg, fuerza suficiente para la dispersión de los contaminantes que se pudieran generar.

En otro sentido, las únicas contingencias que se han manifestado históricamente en la región corresponden con los incendios forestales, mismos que se presentan durante la temporada seca del año, en este caso, las afectaciones por incendios forestales son eventos que se asimilan de manera natural y no se aplican programas específicos para lograr la recuperación de los sitios siniestrados, además de que se han considerado como fenómenos cíclicos por lo que forman parte del componente natural que rigen los ecosistemas de la zona.

En este caso, el impacto de la construcción del proyecto será mínimo y no relevante, ya que la pérdida de estos elementos se dará únicamente en las superficies que sean destinadas para la edificación de las instalaciones que propone el proyecto. Si tomamos en cuenta que el predio tiene una superficie de 2.462 hectáreas, de los cuales se destinará el 58.81% para emplazar los elementos del plan maestro, mientras que el 41.19% quedará como áreas verdes cubiertas con vegetación natural o de reforestación, misma que habrá de funcionar como barreras de mitigación de impactos. Por lo anterior, el uso del suelo se mantendrá inalterado en una superficie de 1.01400 hectáreas.

De manera física, el predio se ubica en una zona donde no existe la presencia de ríos o escurrimientos fluviales permanentes, además de que se manifiesta una topografía de tipo plana, con menos del 2% de pendiente. Bajo esta situación, el agua que se requiere para el desarrollo de la vida natural que se desarrolla en la zona, está referida exclusivamente con los aportes del agua de lluvia, misma que manifiesta una estacionalidad en los meses de verano y parte del invierno. Para el desarrollo del proyecto será necesaria la eliminación de un porcentaje relativamente mínimo de la cobertura original de la vegetación de duna costera.

Las afectaciones al acuífero por este proyecto no serán relevantes, debido fundamentalmente a que el proyecto se ubicará fuera de las zonas de Captación del Agua de del muiicpio de Cancún y que de acuerdo a los análisis de agua en el acuífero donde se ubica el proyecto, el agua es salobre, debido a que es un terreno costero y la cuña salina está presente de manera natural por lo que el proyecto no afecatrá la disponibilidad de agua dulce.

Como dato adicional, se debe referir que la permanencia de una superficie de 1.008 hectáreas, que significan el 44.80% de la superficie total del proyecto permitirán la continuidad de la captación e infiltración de agua al subsuelo.

2.1. Medio abiótico.

2.1.1. Clima

El clima es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un punto de la superficie terrestre. García (1988), señala que se trata del estado más frecuente de la atmósfera en un lugar determinado y comprende a los extremos y todas las variaciones a lo largo del ciclo climático. El clima es un factor que afecta y determina, en mayor o menor medida, a todos los otros recursos superficiales, principalmente al suelo, la vegetación y la fauna. En el estado por estar situado dentro la zona intertropical mundial se caracteriza por la presencia de todo un conjunto de condiciones generales, las que comparte con las demás áreas que comprende esta porción del globo terrestre.

La temperatura media anual del estado de Quintana Roo es de 26°C, la temperatura máxima promedio es de 33°C y se presenta en los meses de abril a agosto, la temperatura mínima promedio es de 17°C durante el mes de enero (INEGI, 2009). Esto debido principalmente a su relieve, su localización con respecto al Ecuador y a la humedad proveniente del Mar Caribe.

De esta manera es posible observar las isoyetas e isotermas que condicionan el tipo climático para la zona de estudio.

De acuerdo con la Carta de Climas de Yucatán (CONABIO, 1997) basada en la clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García, el estado de Quintana Roo presenta los siguientes climas:

- **Ax' (wo)iw" Cálido subhúmedo**, es el menos subhúmedo de dentro de esta categoría, es isotermal con presencia de sequía intraestival.

- **Ax' (w1)iw"** Cálido subhúmedo, está clasificado como intermedio por su régimen de humedad dentro de esta categoría, es isotermal con presencia de sequía intraestival

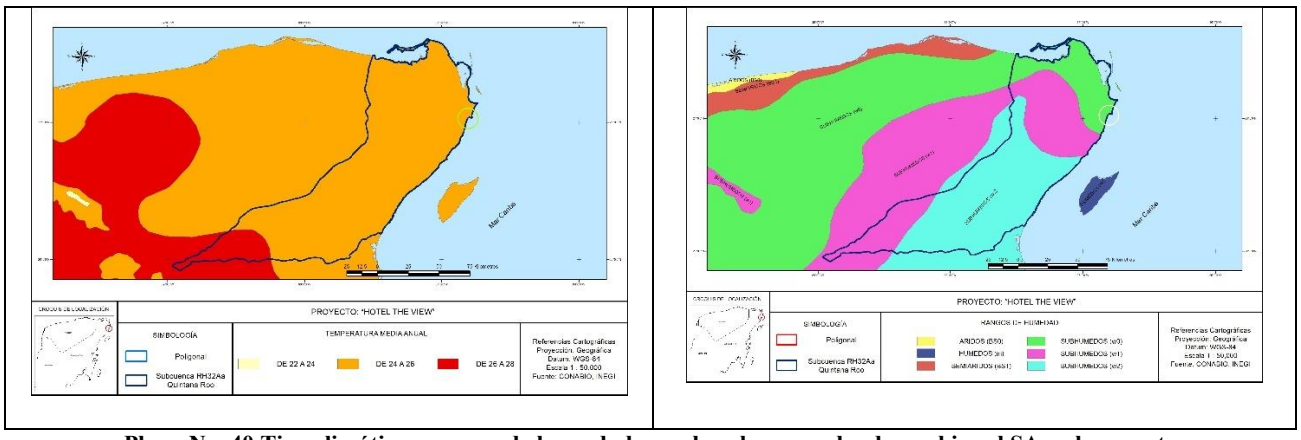
- **Ax' (w2)iw"** Cálido subhúmedo, es el más húmedo dentro de esta categoría, es isotermal con presencia de sequía intraestival

- **Am (f) iw"** Cálido húmedo con lluvias todo el año, isotermal con sequía intraestival.

El área de estudio se encuentra dentro del territorio del municipio de Benito Juárez el cual está localizado por debajo de los 23° de latitud Norte, en la zona térmica denominada Zona Tropical Norte, la superficie en esta región tiene elevadas temperaturas y baja presión atmosférica debido a la incidencia de los rayos solares (García, 1988).

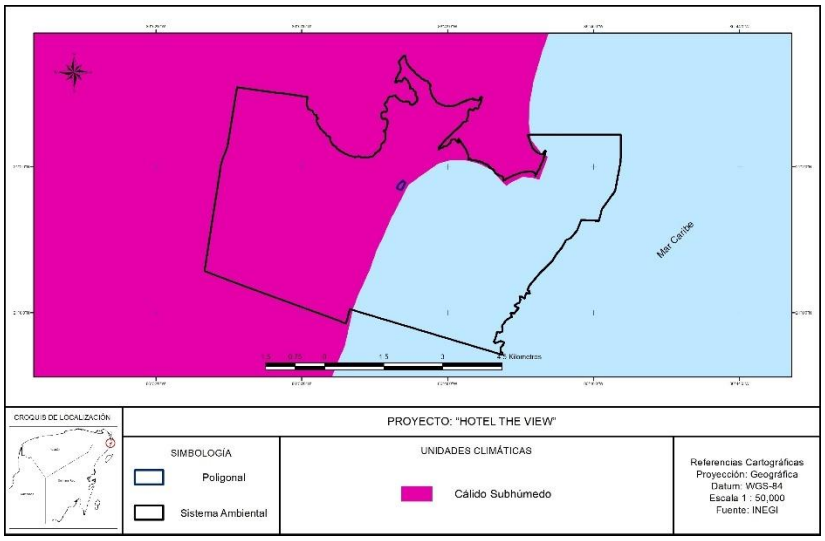
El clima predominante para el municipio de Benito Juárez corresponde al Grupo A, del tipo Aw, que es el cálido subhúmedo, con lluvias todo el año, aunque estas son más abundantes en verano. Una característica de referencia para la categorización en este grupo climático es que la temperatura media del mes más frío es mayor de 18°C. Por otra parte, las isoyetas se encuentran cercanas a los 1,500 mm y el cociente precipitación/temperatura es mayor que 55.3, estando los valores medios de humedad relativa en un rango del 80 al 90% como consecuencia del régimen de lluvias prevaleciente. El balance de escurrimiento anual es de 0-20 mm mientras que el déficit por evapotranspiración para la región es de 600 a 700 mm anuales.

De acuerdo con García (1988), el subtipo climático Aw0 presente en el municipio corresponde a la variedad Ax'(w0) iw", que corresponde a los climas con regímenes de lluvia repartidos en todo el año, oscilación anual de las temperaturas medias mensuales menor de 5 ºC y presencia de canícula.



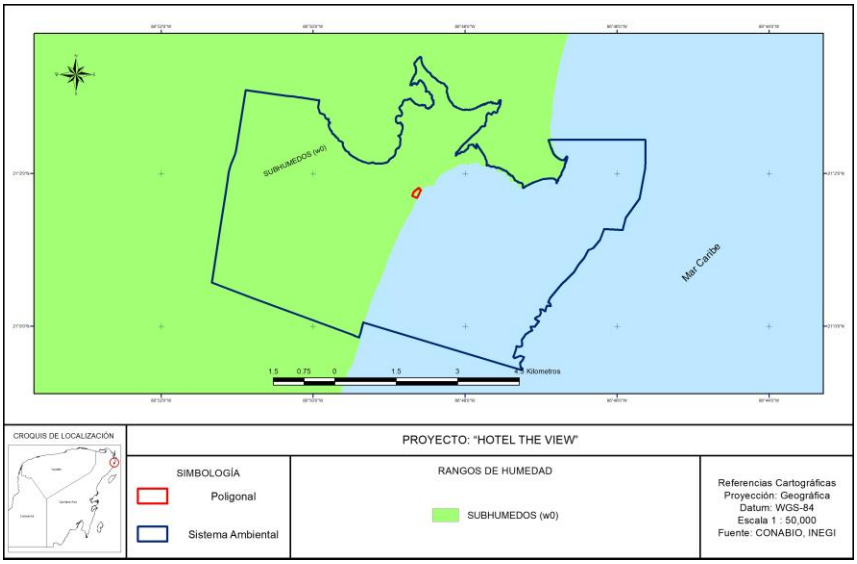
Plano No. 40 Tipo climático y rangos de humedad para la subcuenca donde se ubica el SA y el proyecto

A nivel de SA se puede observar el tipo climático que prevalece en todo el territorio que está definido para el SA.



Plano No. 41 Tipo climático en el SA del sitio del proyecto

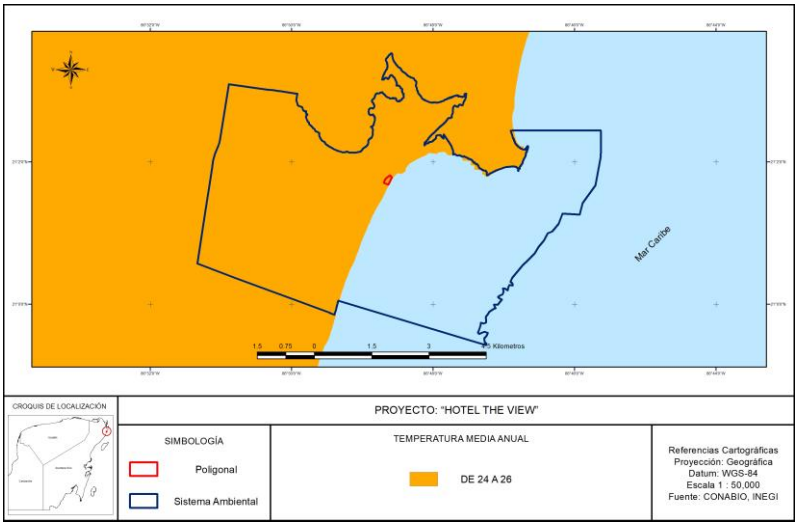
Para la condición del rango de humedad del SA que define el tipo climático se establece en el siguiente plano.



Plano No. 42 Rangos de humedad en el SA del sitio del proyecto

Este tipo climático es isotermal, es decir, se presenta una oscilación térmica poco representativa ya que se ubica entre los 5 y 7 °C.

La oscilación diaria entre las temperaturas máximas y mínimas es muy pequeña, por lo que la temperatura media es de 25.5 ºC, siendo uniforme durante casi todos los meses del año; con excepción de la temporada invernal en la que las temperaturas varían cerca de los 20ºC, los cuales se apartan de los valores promedio mensual. Las temperaturas máximas extremas son de 36 a 39ºC entre mayo y agosto, y entre diciembre y febrero la temperatura mínima es de 19 ºC en promedio (INEGI, 2007).



Plano No. 43 Mapa de la Temperatura media anual en la zona del SA

En el estado se presentan 3 regímenes de precipitación

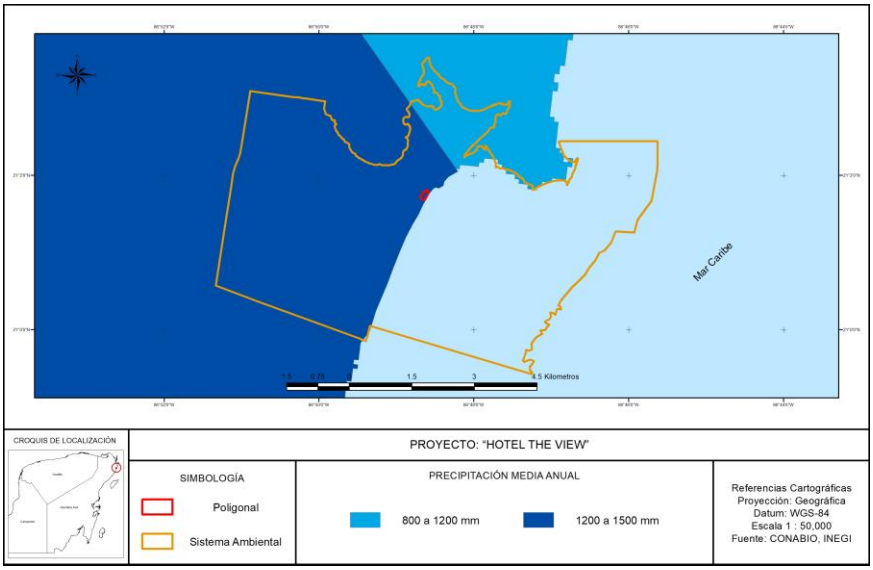
1._ de 1500 a 2000 mm
2._ de 1200 a 1500 mm
3._ de 800 a 1200 mm

Precipitación máxima en 24 hrs: 200 a 400 mm en la mayor parte del estado. En la Bahía de Chetumal es de: 100 a 200 mm. Se presentan de 80 a 120 días con precipitación apreciable al año. La precipitación varía muy poco local y estacionalmente, de acuerdo a los fenómenos meteorológicos y su incidencia.

La Evapotranspiración total anual es de 1400 a 1600 mm en la mayor parte del estado; hacia el sur fluctúa entre 1600 a 1800 mm llegando hasta 2000 mm en la Bahía de Chetumal

Para el caso de la subcuenca RH32Aa Quintana Roo se presentan tres rangos de precipitación que van desde los 800 mm para las áreas más secas, hasta los 2000 mm en las partes húmedas. En el área del proyecto se tiene un rango de precipitación media anual de 1,200 a 1,500 mm.

La precipitación promedio anual es de 1,570.1 mm. Las lluvias se presentan durante todo el año, reportándose las máximas para las temporadas de junio y septiembre-octubre entre 190 y 220 mm y las mínimas en marzo-abril con 45 mm, que es la tempora de sequía.



Plano No. 44 Mapa precipitación del SA en el estado de Quintana Roo

De acuerdo a lo anterior, siendo el clima un componente ambiental de nivel regional, mismo que está determinado por las condiciones meteorológicas a largo plazo, se considera que no será modificado por el desarrollo de proyecto. Sin embargo, a una escala puntual (microclimática) las acciones del proyecto pudieran inducir muy ligeros cambios sobre la temperatura y el contenido de humedad, situación que se podrá dar de manera específica en las áreas donde se modifiquen dos factores determinantes, la vegetación y la presencia de un suelo expuesto.

La corriente general de vientos que domina la costa oriental son los Alisios, por lo que de febrero a septiembre son dominantes en dirección este-sureste con velocidad promedio de 15 km/h, alcanzando frecuentemente velocidades de hasta 30 km/hora. De octubre a enero predominan vientos con componente norte, siendo menos intensos que los del verano.

- **Fenómenos meteorológicos**

El municipio frecuentemente se ve afectado por fenómenos meteorológicos de gran magnitud conocidos como huracanes, que son masas de viento tropical que giran alrededor de un centro de muy baja presión a velocidades del orden de 150 Km/hr o mayores. Los huracanes se originan entre los 8 y 15 grados de latitud en ambos hemisferios y su dirección es generalmente de Este a Oeste. El Estado de Quintana Roo, se encuentra en la ruta de paso de estos intemperismos y está permanentemente expuesto a depresiones atmosféricas que pueden llegar a presentar vientos superiores a los 300 Km/hr.

El período de huracanes abarca de mayo a noviembre, aunque los meses de mayor ocurrencia son agosto y septiembre, principalmente este último, que históricamente registra los huracanes más potentes que han afectado la Península de Yucatán. En el siguiente cuadro se citan los huracanes más importantes que se han registrado a partir de 1988 al 2020 para el estado de Quintana Roo. De manera particular, en el 2020 se presentaron 4 fenómenos hidrometeorológicos que afectaron la zona norte del estado y el área de interés de este estudio también.

Cuadro No. 48 Principales Huracanes que han afectado a Quintana Roo de 1988 a 2016.

Fecha	Nombre
1988	Gilberto
1995	Opal
1995	Roxanne
1996	Dolly
1998	Mitch
2000	Keith
2002	Isidore
2005	Emily
2005	Wilma
2007	Dean
2012	Ernest
2016	Earl
2020	Cristobal
	Delta
	Gamma
	Zeta

Otro de los resultados de los huracanes a menudo son los incendios que generalmente se presentan en la siguiente temporada de estiaje tras el paso de un huracán de gran intensidad, debido a la gran cantidad de material vegetal seco que es defoliado por los fuertes vientos y la brisa marina.

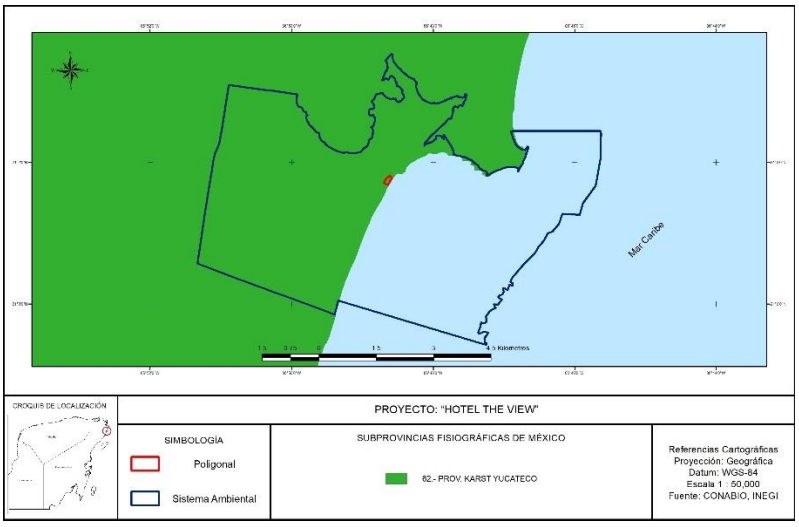
En 1989 se registraron en Quintana Roo 40 incendios forestales, de los cuales la zona Norte registró 12 incendios de gran magnitud que tuvieron su origen en un número no determinado de incendios pequeños que, al no tener una asignación de recursos oportuna, crecieron en superficie hasta unirse unos con otros.

Otro fenómeno atmosférico que afecta la región, tiene su origen en las masas de aire polar provenientes del ártico, las cuales se desplazan hacia el Sur, afectando la península y el Golfo de México durante los meses que abarcan el otoño y el invierno. Se trata de los "Nortes" que se presentan como ráfagas de aire frío, que llegan a alcanzar velocidades de hasta 100 Km/h y causan el rápido descenso de la temperatura. Al considerar los cambios en la temperatura ambiente, aportes a la precipitación pluvial y dirección de sus vientos, los "Nortes" no representan un fenómeno natural que produzca alguna alteración significativa del paisaje por donde pasen, razón por la cual se les denomina intemperismos no severos.

2.1.2. Fisiografía

La ubicación de la zona de estudio está considerada dentro del área de la provincia Fisiográfica denominada Karts Yucateco, cuya extensión alcanza las 6.09 millones de hectáreas y que corresponde a un 50.0% de la superficie total de la Península de Yucatán.

En cuanto a fallas o fracturas geológicas en la subcuenca es posible encontrar hacia la parte media y sur de la subcuenca la presencia de este tipo de accidentes geológicos, sin embargo, para la zona costera y la parte norte de la subcuenca en general no existen condiciones de fallas o fracturas; de hecho en la zona del proyecto no se tienen este tipo de riesgos.

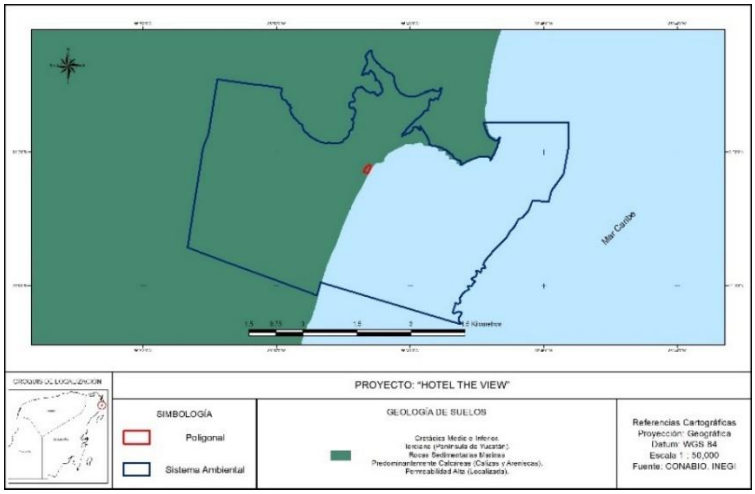


Plano No. 45 Mapa fisiográfico del SA

2.1.3. Geomorfología

Debido a que la Península de Yucatán es una estructura geológicamente joven, su origen sedimentario se remonta a las formaciones rocosas del Mesozoico, sobre las cuales se han depositado arenas y estructuras de origen orgánico marino que han dado forma a una gigantesca loza caliza.

Para las áreas del SA se identifica que existen dos condiciones del origen geológico de los suelos, aquellos provenientes del Cretácico Medio e Inferior del Terciario (Península de Yucatán) con presencia de Rocas Sedimentarias Marinas Predominantemente Calcáreas (Calizas y Areniscas) y Permeabilidad Alta (Localizada), con una distribución que ocupa el total de la superficie terrestre del SA.



Plano No. 46 Geología de los suelos en el SA.

En cuanto a las unidades estratigráficas presentes en la zona del SA y en general en la región norte se tiene las denominadas rocas calizas descritas por INEGI por la unidad Tpl(cz) que está denominada como Caliza del Plioceno, la cual cubre el 12.50% del SA. Por estar en una zona costera con reminiscencias lacustres, en el SA se reporta la unidad estratigráfica Q(s) que corresponde a suelos del cuaternario cubriendo un 38.37% de la superficie del SA; el resto de la superficie, un 49.13% son cuerpos de agua del SA.

Cuadro No. 49 Unidades estratigráficas en el SA del proyecto

TIPO	SUPERFICIE (Ha)	%
Q(s)	1,595.408	38.37
Tpl(cz)	519.829	12.50
Cuerpo de Agua	2,042.626	49.13
Total:	**4,157.863**	**100.000**

UNIDAD CALIZA PLIOCENO Tpl(cz). Esta unidad parece corresponder a la parte superior de la formación Carrillo Puerto, la parte inferior de lo expuesto está formada por un cuerpo masivo coquinífero, poco compacto, cubierto por calizas laminares con estratificación cruzada que presenta desbuzamientos diferentes con ángulos distintos de inclinación.

Estas calizas de texturas ooespatíticas, bioespatíticas y bioesparrudíticas, están formadas por fragmentos de conchas de pelecípodos y gasterópodos y por algunos restos de corales y esponjas.

La parte superior de esta unidad está conformada por calizas de textura ooespatita, bioespatita y biomicrita, dispuestas en capas delgadas y medianas, de color blanco, con un echado horizontal. Contienen foraminíferos de los géneros *Archaias* sp., y *Globigerínoides* aff., G. *Trilobus,* algas verdes, dacycladaceas del género *Halimeda,* gasterópodos de varias especies, pelecípodos, ostrácodos, hexacorales e icnofósiles.

El ambiente de depósito es de plataforma de aguas poco profundas, aflora esta unidad en parte de las islas Cozumel, Contoy y Mujeres, en una estrecha franja del litoral frente a la primera isla desde el sur de Tulum hasta cerca de Cancún y en pequeñas zonas al sur de la laguna Conil.

CUATERNARIO, Q(s): Está representado por calizas coquiníferas de ambiente de litoral y eolianitas pleistocénicas, así como depósitos recientes sin consolidar; suelos de origen aluvial, lacustre y palustre que muchas veces sobreyacen discordantes a las rocas calcáreas expuestas.

Los depósitos y suelos mencionados se pueden clasificar de la siguiente manera:

Suelos

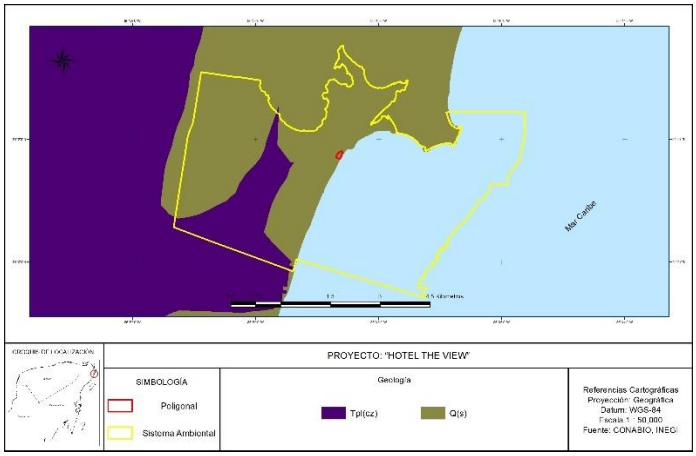
LITORAL. Representado por los depósitos litorales de arena fina a gruesa constituidas principalmente por fragmentos, espículas de equinodermos, moluscos, ostrácodos, briozoarios y esponjas, además de miembros de microforaminíferos bentónicos y planctónicos, en algunos sitios se tienen coquinas mal consolidadas del mismo ambiente.

Estos sedimentos están bien clasificados, y en algunos lugares, además, tienen acumulaciones de grava y bloques de corales, así como restos completos de moluscos. Se encuentran formando una franja angosta y plana, ligeramente inclinada, asociada a las dunas o suavemente ondulada; cubren parcialmente a calizas del Terciario Superior o a las eolianíticas del Pleistoceno.

PALUSTRE. Compuesto por lodos calcáreos y materia orgánica en descomposición de color oscuro y olor fétido, acumulada en la franja litoral; sustenta un manglar muy denso y está comunicado al mar por medio de canales.

LACUSTRE. Acumulación de material calcáreo arcilloso, limoso o arenoso en lagunas someras abiertas o restringidas, formadas en la zona litoral las primeras o en pequeñas cuencas endorreicas con inundación temporal. Se caracteriza por presentar islotes con abundante vegetación.

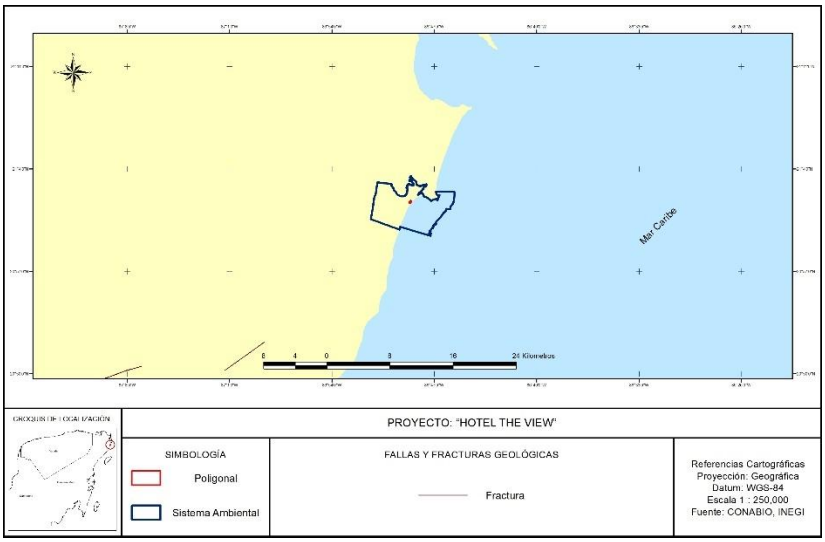
ALUVIAL. Constituido por el depósito de materiales finos, principalmente arcillas plásticas y escasas gravas, de color café oscuro y rojo que se encuentran en las partes más bajas de las depresiones; en ocasiones presentan inundación temporal.



Plano No. 47 Unidades estratigráficas en el SA del proyecto.

Las características geomorfológicas del SA más importantes, son de un relieve llano o plano, sin presencia de fallas y zonas de fracturas, y nula susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamientos, derrumbes, movimientos de tierra o roca (tensores ambientales).

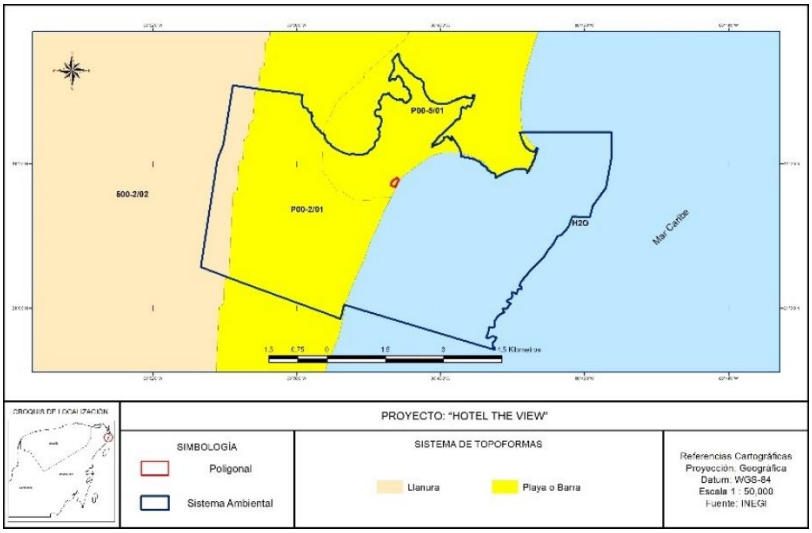
Dentro del SA no se localizan fallas o fracturas geológicas, sin embargo, aproximadamente a 20 km al suroeste del del SA es posible identificar una fractura que por su ubicación respecto del proyecto no tiene influencia alguna.



Plano No. 48 Presencia de fracturas geológicas en el SA del proyecto.

2.1.4. Relieve:

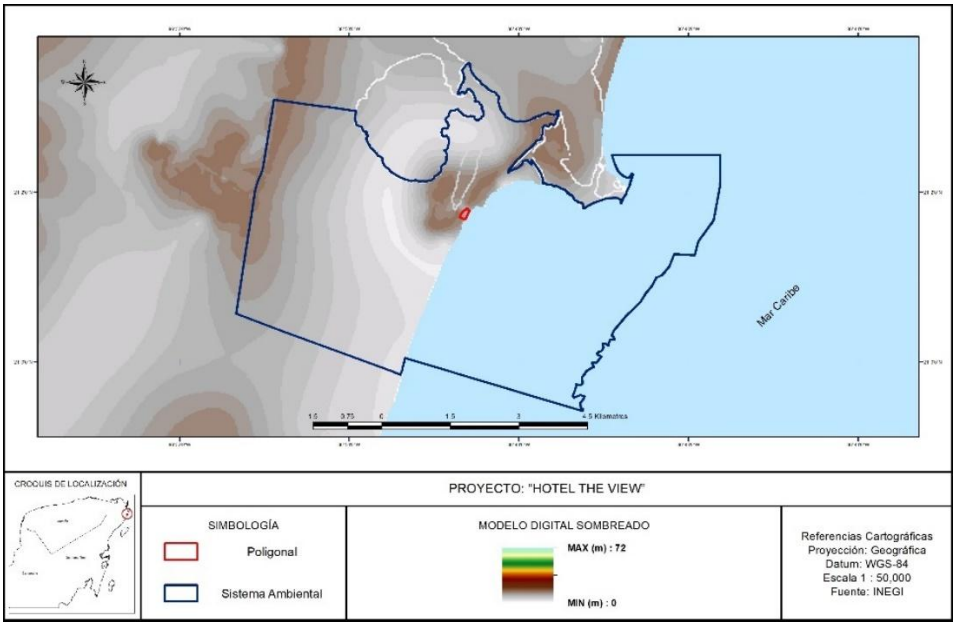
La topoforma presente en la zona no muestra variaciones significativas, solo se encuentra en microrelieve que es posible a las variaciones de profundidad del suelo y la heterogeneidad en distribución de afloramientos calizos. De acuerdo a INEGI, la topoforma encontrada en la zona corresponde a la unidad P00-5/01, que se describe como una Playa/Barra, típica, inundable y salina.



Plano No. 49 Topoformas en el SA del proyecto.

La zona del SA es sensiblemente plana ya que pertenece a la denominada Porción Noroccidental en donde predomina la planicie con menos de 10 m de altitud, presenta pocas evidencias de un relieve cárstico, el cual está reducido a lapiaz del tipo tinajas y algunos cenotes de boca ancha con nivel somero del agua. Hay cuevas pequeñas de origen freático que culminan en sifones a unos 10 m de profundidad. En apariencia, el desarrollo cárstico escaso se debe a cuatro factores: a) poca precipitación, b) relieve muy joven (Cuaternario), c) débil contraste, y d) una estructura geológica que consiste en calizas dispuestas en estratos delgados.

En general se puede observar una condición plana con microdepresiones, lo cual es típico de la zona de SA y en general de la Península de Yucatán. No existen elevaciones pero mediante el modelo digital de elevación (MDE) es factible observar una disposición natural de pendiente natural del terreno desde la zona terrestre hacia la zona baja que corresponde al área de captación natural que es la laguna Nichupté y el Mar Caribe.



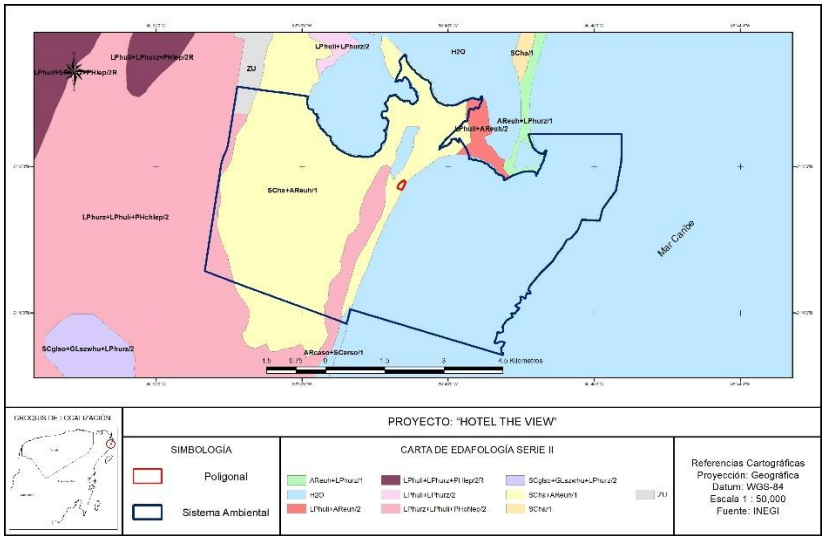
Plano No. 50. Modelo digital de Elevación y el SA del proyecto.

2.1.5. Suelo.

De acuerdo con la modificación al sistema de clasificación de la WRB adoptado por el INEGI, en el SA se observan como suelos primarios a tres grandes tipos de suelo, muy jóvenes, como sucede en la mayor parte del estado: los del tipo Solonchak abarcan el 43.14% del SA, mientras que los Leptosoles le siguen con el 6.17%; en el caso de zona de playa, los arenosoles alcanzan un 0.22% del SA; la superficie restante está ocupada por cuerpos de agua en un 49.44% del SA.

Cuadro No. 50 Tipos de suelo y cobertura en el SA.

CLAVE	SUPERFICIE	%
ARcaso+SCarso/1	4.752	0.11
AReuh+LPhurz/1	4.388	0.11
LPhuli+AReuh/2	13.891	0.33
LPhurz+LPhuli+PHchlep/2	256.402	6.17
SCha+AReuh/1	1,793.744	43.14
ZU	28.965	0.70
H2O	2,055.721	49.44
Total:	**4,157.863**	**100.00**



Plano No. 51 Tipos de suelo (INEGI).

La descripción de las unidades de suelo identificadas es la siguiente.

ARENOSOLS

Los Arenosols comprenden suelos arenosos profundos. Esto incluye suelos de arenas residuales después de una meteorización in situ de sedimentos o rocas generalmente ricos en cuarzo. También incluye suelos de arenas recientemente depositadas tales como dunas en desiertos y tierras de playas. Suelos semejantes en otros sistemas de clasificación incluyen *Psamments* (Estados Unidos de América), *Sols minéraux bruts* y *Sols peu évolués* (Francia), *Arenic Rudosols/Tenosols* (Australia) *Psammozems* (Rusia) y *Neossolos* (Brasil).

Descripción resumida de Arenosols

Connotación: Suelos arenosos; del latín *arena*, arena.

Material parental: Materiales de textura arenosa, no consolidados, traslocados, a veces calcáreos; áreas relativamente pequeñas de Arenosols aparecen en roca silícea extremadamente meteorizada.

Medio ambiente: Desde árido a húmedo y perhúmedo, y de extremadamente frio a extremadamente caliente; la topografía varía de dunas recientes, crestas de playa y llanuras de arena hasta antiguas mesetas; los rangos de vegetación desde desiertos con vegetación dispersa (principalmente herbácea) al bosque ligero.

Desarrollo del perfil: En zonas secas, hay poco o ningún desarrollo del suelo. Arenosols en los trópicos perhúmedos tienden a desarrollar horizontes de eluviación gruesos compuestos de material *álbico* (donde el horizonte *spódico* puede aparecer por debajo de los 200 cm desde la superficie del suelo) o tiende a evolucionar desde Ferralsols después de la meteorización de la caolinita.

Para el caso de los calificadores de arenosoles, se describen los siguientes:

Eutric (eu) (del griego *eu*, bueno, y *trophae*, comida): que tiene:

»en *Histosols*, un pHagua ≥ 5.5 en la mayor parte con material *orgánico* dentro de 100 cm de la superficie del suelo,

»en otros suelos, una saturación de bases efectiva [(Ca + Mg + K + Na) intercambiables/ (Ca + Mg + K + Na + Al) intercambiables; bases intercambiables por NH4OAc 1 *M* (pH 7), Al intercambiable por KCl 1 M (sin buffer)] de ≥ 50%:

» en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo mineral, *o*
» en la mayor parte entre 20 cm de la superficie del suelo mineral y *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida que comienza a > 25 cm de la superficie del suelo mineral, *o*
» en una capa, de ≥ 5 cm de espesor, directamente por encima de *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida, que comienza a ≤ 25 cm de la superficie del suelo mineral (3).

Descripción resumida de Solonchaks

Connotación: Suelos Salinos; del ruso *sol*, sal.

Material parental: Prácticamente cualquier material no consolidado, muchos de ellos conteniendo sales.

Medio ambiente: Regiones áridas y semiáridas, principalmente en áreas donde el agua freática ascendente alcanza la parte superior del suelo o donde está presente algo de agua superficial, con vegetación de pastos y/o hierbas halófilas, y en zonas de riego manejado inadecuadamente. Solonchaks en zonas costeras aparecen en todos los climas.

Desarrollo del perfil: Desde débilmente a fuertemente meteorizados, muchos Solonchaks tienen propiedades gléyicas a cierta profundidad. En zonas bajas con nivel freático superficial, la acumulación de sal es más intensa en la superficie del suelo (Solonchaks externos). Los Solonchaks donde el agua freática ascendente no alcanza la superficie del suelo tiene la mayor acumulación de sales a cierta profundidad por debajo de la superficie del suelo (Solonchaks internos).

Para el caso de los calificadores de Solonchak, se describen los siguientes:

Haplic (ha) (del griego *haplous*, simple): que tiene una expresión típica de ciertos rasgos (típica en el sentido de que no hay una caracterización adicional o significativa); se usa sólo si no aplica ninguno de los calificadores previos.

Para la sunidades de suelos Leptosoles se describen como sigue:

LEPTOSOLES

Los Leptosoles son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas. Los Leptosoles incluyen los: *Litosoles* del Mapa de Suelos del Mundo (FAO–UNESCO, 1971–1981); subgrupos *Lítico* del orden *Entisol* (Estados Unidos de Norteamérica); *Leptic Rudosols* y *Tenosols* (Australia); y *Petrozems* y *Litozems* (Federación Rusa). En muchos sistemas nacionales, los Leptosoles sobre roca calcárea pertenecen a las *Rendzinas*, y aquellos sobre otras rocas, a los *Rankers*. La roca continua en la superficie se considera no suelo en muchos sistemas de clasificación de suelos.

Descripción resumida de Leptosoles

Connotación: Suelos someros; del griego *leptos*, fino.

Material parental: Varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos de 20 porciento (en volumen) de tierra fina.

Ambiente: Principalmente tierras en altitud media o alta con topografía fuertemente disectada.

Desarrollo del perfil: Los Leptosoles tienen roca continua en o muy cerca de la superficie o son extremadamente gravillosos. Los Leptosoles en material calcáreo meteorizado pueden tener un *horizonte mólico*.

Los Leptosoles se encuentran en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en regiones secas cálidas o frías), en particular en áreas fuertemente erosinadas.

El nombre Leptosol proviene del griego leptos que significa "delgado". Son los suelos más abundantes, abarcan más del 50% de la superficie de Quintana Roo, se encuentran distribuidos a todo lo largo del estado predominando en la parte centro y norte, son poco profundos, limitados por una roca dura continua o por material muy calcáreo (CaCO3 mayor al 40%) o por una capa continua cementada dentro de los primeros 30 cm; o con gran cantidad de pedregosidad y menos del 20% de tierra fina hasta una profundidad de 75 cm.; sus horizontes de diagnóstico son: A mólico, úmbrico, ócrico o petrocálcico.

Para la zona de interés en el SA se reportan dos subunidades de Leptosol, nombradas Leptosol rendzico (Lphurz) y Leptosol lítico (Lphuli) que se describen a continuación:

Para el caso del Leptosol húmico réndzico, que es el de mayor abundancia en el suelo primario de mayor distribución en el SA, la descripción es como sigue.

Leptosol húmico y réndzico (Lphurz): corresponden en la clasificación maya a los suelos Pus-Lu'um. Son suelos de color café con menos de 60 cm de espesor, tienen un horizonte A móllico que contiene o está situado inmediatamente encima del material calcáreo, presentan pedregosidad en menor cantidad que los suelos anteriores y su textura es principalmente franca. Estos suelos predominan en la parte centro del estado en los municipios de Felipe Carrillo Puerto, José María Morelos y en la Isla de Cozumel. Su predominancia va disminuyendo hacia el sur y como suelos asociados constituyen un grupo importante en el municipio de Othón P. Blanco.

El INEGI y la FAO describen a este Leptosol con las siguientes características o calificadores:

Húmico (hu): que tiene el siguiente contenido de carbono orgánico en la fracción tierra fina como promedio ponderado: en *Ferralsoles* y *Nitisoles*, 1.4 por ciento o más hasta una profundidad de 100 cm desde la superficie del suelo mineral; *en Leptosoles en los que aplica el calificador Hiperesquelético, 2 por ciento o más hasta una profundidad de 25 cm desde la superficie del suelo mineral*; en otros suelos, 1 por ciento o más hasta una profundidad de 50 cm desde la superficie del suelo mineral.

Réndzico (rz): que tiene un *horizonte mólico* que contiene o está inmediatamente por encima de material *calcárico* o roca calcárea que contiene 40 por ciento o más de carbonato de calcio equivalente

Para el caso del Leptosol húmico lítico, que es el de menor abundancia en el suelo primario y de menor distribución en el SA la descripción es como sigue.

Leptosol lítico (Lphuli): equivalen a los Tzek'el en la clasificación maya. Son Leptosoles muy delgados, con una profundidad de apenas 10 cm hasta una roca continua dura o una capa continua cementada, presentan color negro o café oscuro acompañados por gran cantidad de rocas fragmentadas.

Se localizan en todo el estado y predominan sobre otros suelos en la parte norte, en los Municipios de Lázaro Cárdenas, Isla Mujeres, Benito Juárez, Solidaridad, la parte norte de Felipe Carrillo Puerto y unas pequeñas áreas en la parte más al noroeste de José María Morelos.

Para el caso de la unidad de Leptosol lítico la descripción y sus calificadores el INEGI y la FAO describen lo siguiente:

Húmico (hu): que tiene el siguiente contenido de carbono orgánico en la fracción tierra fina como promedio ponderado: en *Ferralsoles* y *Nitisoles*, 1.4 por ciento o más hasta una profundidad de 100 cm desde la superficie del suelo mineral; *en Leptosoles en los que aplica el calificador Hiperesquelético, 2 por ciento o más hasta una profundidad de 25 cm desde la superficie del suelo mineral*; en otros suelos, 1 por ciento o más hasta una profundidad de 50 cm desde la superficie del suelo mineral.

Lítico (li): que tiene *roca continua* que comienza dentro de 10 cm de la superficie del suelo (*sólo en Leptosoles*).

Una tercera unidad de suelo presente en la zona mostrada como suelo terciario es el **Phhclep/2 que corresponde a un Phaeozem**:

PHAEOZEMS

Los Phaeozems accomodan suelos de pastizales relativamente húmedosy regiones forestales en clima moderadamente continental. Los Phaeozems son muy parecidos a Chernozems y Kastanozems pero están más intensamente lixiviados. Consecuentemente, tienen horizonte superficial oscuro, rico en humus que, en comparación con Chernozems y Kastanozems, son menos ricos en bases. Los Phaeozems pueden o no tener carbonatos secundarios pero tienen alta saturación con bases en el metro superior del suelo. Nombres usados comúnmente para los Phaeozems son: *Brunizems* (Argentina y Francia); *Suelos gris oscuro de bosque* y *Chernozems lixiviados y podzolizados* (antigua Unión Soviética); *Tschernoseme* (Alemania); *Dusky-red prairie soils* (antigua clasificación de Estados Unidos de Norteamérica); *Udoles* y *Alboles* (Taxonomía de Suelos de los Estados Unidos); y *Phaeozems* (incluyendo la mayoría de los antiguos *Greyzems*) (FAO).

Descripción resumida de Phaeozems

Connotación: Suelos oscuros ricos en materia orgánica; del griego *phaios*, oscuro, y ruso *zemlja*, tierra.

Material parental: Materiales no consolidados, predominantemente básicos, eólicos (loess), till glaciario y otros.

Ambiente: Cálido a fresco (e.g. tierras altas tropicales) regiones moderadamente continentales, suficientemente húmedas de modo que la mayoría de los años hay alguna percolación a través del suelo, pero también con períodos en los cuales el suelo se seca; tierras llanas a onduladas; la vegetación natural es pastizal como la estepa de pastos altos y/o bosque.

Desarrollo del perfil: Un *horizonte mólico* (más fino y en muchos suelos menos oscuro que en los Chernozems), principalmente sobre horizonte subsuperficial *cámbico* o *árgico*.

Los calificadores o características específicas de los horizontes se indican de acuerdo a la descripción de INEGI y la FAO para la unidad específica Phhulep:

Húmico (hu): que tiene el siguiente contenido de carbono orgánico en la fracción tierra fina como promedio ponderado: en *Ferralsoles* y *Nitisoles*, 1.4 por ciento o más hasta una profundidad de 100 cm desde la superficie del suelo mineral; *en Leptosoles en los que aplica el calificador Hiperesquelético, 2 por ciento o más hasta una profundidad de 25 cm desde la superficie del suelo mineral*; en otros suelos, 1 por ciento o más hasta una profundidad de 50 cm desde la superficie del suelo mineral.

Léptico (lep): que tiene *roca continua* que comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo.

En conclusión, lo suelos presentes en la zona del proyecto permiten establecer que son suelos arenosos, delgados y altamente permeables, permitiendo una rápida infiltración al acuífero. En la zona de humedales, los suelos son menos permeables, por su alta presencia de arcillas.

2.1.6. Hidrología

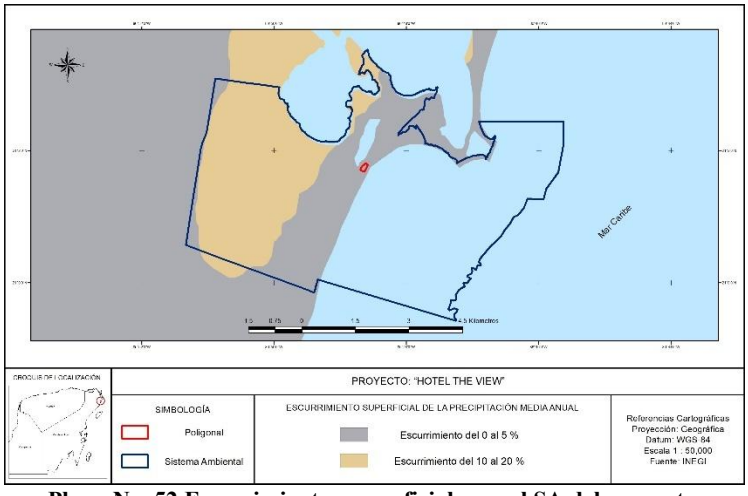
2.1.6.1. Hidrología superficial.

El área de influencia de este proyecto se caracteriza por la carencia de corrientes superficiales de agua debido a la naturaleza cárstica del terreno y al relieve ligeramente plano que presenta alta permeabilidad. Al no existir flujos superficiales permanentes, la porción del agua pluvial que no se pierde por evapotranspiración, se infiltra al suelo, produciendo una saturación de las capas superficiales y por consiguiente su incorporación al acuífero subterráneo. Por las características de los suelos y la presencia de cobertura vegetal se considera que todos los sitios que carecen de capas impermeables y que reciben la lluvia, constituyen las zonas de recarga del acuífero.

De acuerdo con la clasificación de la CONAGUA, este predio y sus inmediaciones pertenecen a la Región Hidrológica 32, Yucatán norte y corresponde a la cuenca 32A Quintana Roo. De acuerdo con la Carta hidrológica de aguas superficiales del INEGI, en el SA se tienen dos rangos de escurrimientos, el de 0% al 5% que ocupa un 20.7% de la superficie del SA; el otro nivel de escorrentías es del 10 al 20%, el cual está ocupando hasta un 29.9% del SA; el resto es áreas ocupada por cuerpos de agua.

Cuadro No. 51 Rangos de escurrimientos en el SA

RANGOS	SUPERFICIE (Ha)	%
DEL 0 AL 5 %	861.746	20.73
DEL 10 AL 20 %	1,243.592	29.91
Cuerpo de Agua	2,052.525	49.36
TOTAL:	**4,157.863**	**100.00**



Plano No. 52 Escorrimientos superficiales en el SA del proyecto.

Debido a la cercanía a la costa, dentro del SA se cuenta con una superficie marina que deberá de tenerse en cuenta por el proyecto al igual que los cuerpos de agua al interior del SA que se vinculan con los humedales y el Mar Caribe.

Derivado de la porosidad y permeabilidad al subsuelo la presencia de aguas superficiales está presente con la presencia de la Laguna Nichupté y el Mar Caribe.

2.1.6.2. Hidrología Subterránea

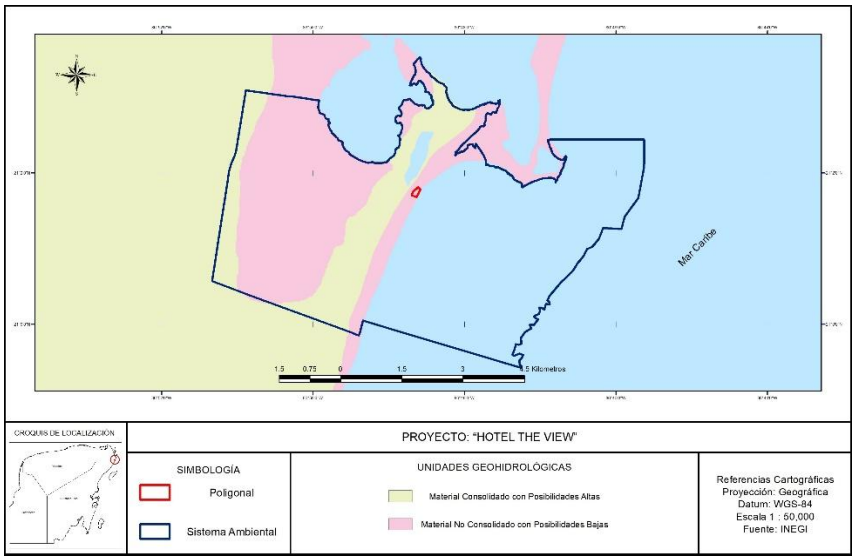
La Península de Yucatán carece de corrientes superficiales, principalmente en la porción norte; hacia el sur sólo se manifiesta un drenaje incipiente que desaparece en resumideros o en cuerpos de agua superficiales. Así, gran parte de la precipitación pluvial se evapotranspira y el resto se infiltra a través de fracturas, oquedades y conductos kársticos en las calizas, siendo que el área del SA no escapa a esta condición. En el subsuelo el agua sigue diferentes trayectorias de flujo, controladas por el desarrollo o evolución del Karst profundo, de tal manera que para la zona de interés, la ocurrencia del agua subterránea está supeditada a la presencia de la región kárstica de la porción noreste, asociada con las provincias geomórficas II y IV de la Península y como consecuencia, presentando un acuífero regional para la zona norte de la Península dentro del cual se encuentra el SA del proyecto.

Se plantea así, la existencia de dos acuíferos regionales de carácter kárstico distinto, que se denominaron, en función de la edad de las rocas; Miocénico y Eocénico; en el caso del SA, la ubicación está en el primero de ellos.

Cabe resaltar que de acuerdo a INEGI, la infiltración es alta y define que menos del 5% del agua que precipita tiene escurrimiento, valor pues, bastante bajo, debido a las características geológicas y del tipo de suelo que se presenta en la zona, con lo cual, el aporte de agua al subsuelo es bastante alto, como sucede en la Península de Yucatán. Las áreas que presentan la mayor tasa de escurrimientos se ubica particularmente en áreas asociadas a humedales.
En lo que respecta a la hidrología subterránea, se destaca que, dada la gran permeabilidad del suelo y roca caliza, el agua de lluvia se infiltra al subsuelo, alimentado directamente al acuífero. Para el SA del proyecto INGI identifica una unidad geohidrológica con posibilidades altas, en un 17% del SA, y considera que existe un 33.62% con material no consolidado con posibilidades bajas para el acuífero, que es donde se ubica el predio del proyecto; el resto de la superficie corresponde a cuerpos de agua en un 49.3% de SA.

Cuadro No. 52 Unidades geohidrológicas del SA

UNIDAD	SUPERFICIE (Ha)	%
Material Consolidado con Posibilidades Altas	707.668	17.02
Material No Consolidado con Posibilidades Bajas	1,397.670	33.62
Cuerpo de Agua	2,052.525	49.36
Total:	**4,157.863**	**100.00**



Plano No. 53 Unidades geohidrológicas en el SA del proyecto (INEGI).

La Península de Yucatán forma una de las plataformas de piedra caliza más grandes del mundo, abarca más de 250,000 km² y un espesor de más de 2.5 Km en algunas zonas. La península es el resultado de un proceso de depositación de carbonato de calcio de origen orgánico por millones de años a lo largo de los cuales se presentaron varias eras glaciares que provocaron que los niveles oceánicos aumentaran y disminuyeran, en promedio 120 m, sumergiendo y descubriendo la plataforma continental.

La entidad es uno de los estados de la zona tropical del Sureste del país, en donde las precipitaciones son abundantes, mayores de 1,000 mm anuales, y se caracteriza por la inexistencia de corrientes superficiales relevantes, salvo el río Hondo. Al no poderse desarrollar las corrientes superficiales la porción de agua de precipitación que resta a la evaporación es absorbida por las plantas y suelos y el resto satura el terreno, colma el bajo relieve y se infiltra en el subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas en cavernosidades de desarrollo muy complicado, de manera que todos los sitios que reciben la lluvia constituyen zonas de recarga del acuífero, es decir toda la superficie estatal.

Debido a la capacidad de infiltración y escasa pendiente del terreno estatal, se estima que el 80% de la precipitación pluvial se infiltra a través de las fisuras y oquedades de la losa calcárea, pero sólo una parte de ese gran volumen ingresa al acuífero: se estima que el 72.2% del agua infiltrada, unos 34,650 mm^3/año, es retenida por las rocas que se encuentran arriba de la superficie freática y gradualmente extraída por la transpiración de las plantas; el otro 41.6 %, unos 13,350 mm^3/año, constituye la recarga efectiva del acuífero. La figura que se presenta muestra el comportamiento kárstico en acuíferos.

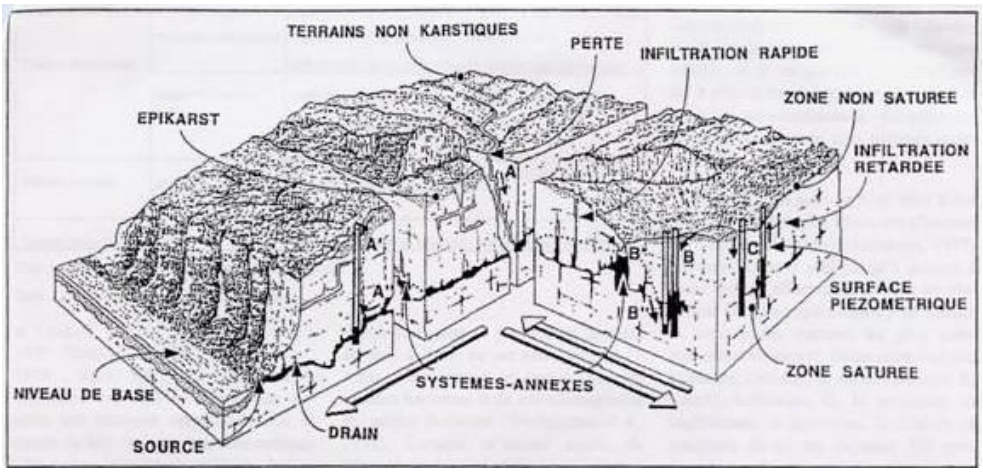


Figura No. 5 Desarrollo de acuíferos en sistemas kársticos

De acuerdo a la CONAGUA, la profundidad al nivel freático para el acuífero que subyace al Estado de Quintana Roo varía desde 20 metros hasta 2 (en zonas cercanas a la costa). Para el área de estudio, la profundidad varía de 4 a 6 m de profundidad. La elevada precipitación pluvial, aunada a la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica, favorece la renovación del agua subterránea de la península por lo que prácticamente toda el área funciona como zona de recarga.

La figura muestra las direcciones de flujo preferenciales del agua subterránea.

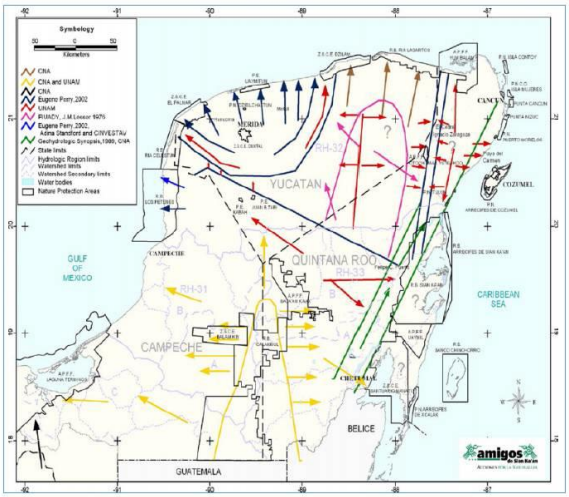


Figura No. 6 Dirección regional de flujo de agua subterránea (Bauer et al, 2011)

Marín (1990) estableció para el noroeste de Yucatán una red de monitoreo piezométrica durante casi dos años. Durante este tiempo, las variaciones normales entre la época de estiaje y lluvias fueron del orden de 0.50 m. Beddows (2003) describe el acuífero costero de Quintana Roo como un acuífero de porosidad triple y comenta que es necesario considerar el flujo del agua subterránea a través de la matriz, fracturas y sistema de cavernas interconectadas.

A escala regional, no se han provocado cambios apreciables en las direcciones principales de flujo ni en la elevación de los niveles del agua, lo cual se debe, por una parte, a que el volumen de agua extraído del subsuelo es depreciable en comparación con la recarga y, por otra parte, a que los efectos del bombeo se propagan rápidamente (Granel E., Gález L., 2002).

Debido a la cercanía a la costa, el SA del proyecto no genera un aporte sustancial al acuífero, ya que la zona costera es comúnmente de descarga de agua hacia el mar de acuerdo al modelo de movimiento de aguas subterráneas de la CONAGUA, sin embargo, el INEGI considera que el área donde se ubica el SA es de material consolidado con posibilidades altas para la infiltración y aporte al manto freático.

En función de las diferencias estructurales de los estratos inferiores al nivel freático, éstos se clasifican como: de cavernas, de fracturas y de matriz; y de acuerdo a su comportamiento hidráulico funcionan según los tres tipos de medios siguientes: medio de almacenamiento, que corresponde a la matriz porosa; medio de transporte constituido por fracturas, que se comparan a los pasajes a través de los cuales se establece la circulación del agua subterránea y como medio de control, el cual conecta cavernas desarrolladas total o parcialmente a través de la roca cárstica dando lugar a una superficie freática estable.

El acuífero en los municipios de Benito Juárez e Isla Mujeres, es de tipo costero, se encuentra en rocas calizas y depósitos de litoral con permeabilidad alta en material consolidado con posibilidades de aprovechamiento altas en la mayor parte. Corresponde a una cuenca hidrológica abierta y forma parte de un acuífero cárstico de tipo libre, en donde los niveles del manto freático varían algunos centímetros entre las épocas de lluvias y secas y presenta niveles estáticos de 5 m a 7 m en una franja de 20 km de ancho paralela a la costa.

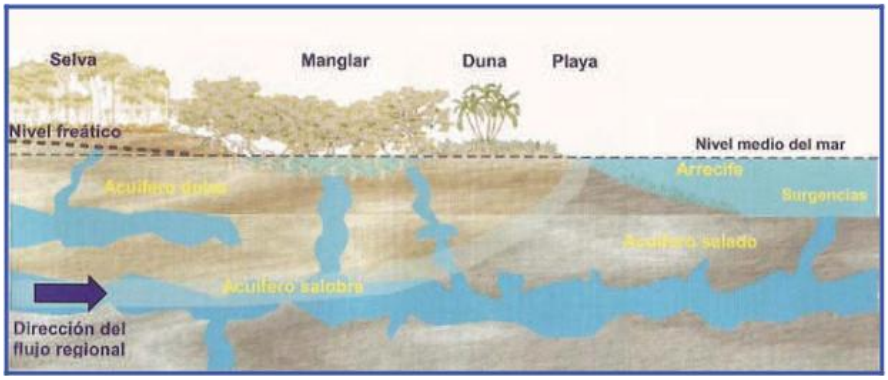


Figura No. 7 Representación esquemática el flujo subterráneo del agua que caracteriza la zona costera del norte de Quintana Roo. Fuente: Juárez et al, 2006.

Las particularidades de este sistema hidrológico costero hacen que los acuíferos sean vulnerables a la contaminación por la presencia de asentamientos irregulares sin servicios públicos, las descargas de aguas residuales y la existencia de pozos pluviales en zonas urbanas. Asimismo existe el riesgo de intrusión de la cuña de agua salada por efecto del bombeo para la extracción de agua que se incrementa conforme se aproxima a la línea de costa. En esta zona de explotación del agua el uso predominante es para el consumo humano, que busca satisfacer las necesidades de agua potable y domésticas en los centros de población.

La precipitación pluvial y su amplia distribución a lo largo del año, son circunstancias que favorecen la infiltración del agua del subsuelo y su posterior circulación hacia el nivel freático, aunque no todo este volumen alcanza la superficie freática: una parte retorna a la atmósfera por evaporación directa y transpiración de la cubierta vegetal. En las zonas con niveles freáticos someros, las principales zonas de recarga al acuífero se ubican en Nuevo X-can y H. De Nacozari-Leona Vicario-Central, Vallarta-Puerto Morelos y Santa Teresita.

2.2. Medio biótico.

2.2.1. Vegetación.

A partir de la fotointerpretación de imágenes áreas y satelitales, se construyó el mapa de vegetación y uso de suelo, el cual permitió construir los límites para el componente ambiental terrestre. La asignación de los atributos o la clasificación de los elementos, se llevó a cabo a partir de los resultados obtenidos de la prospección de campo, los cuales coinciden con otros estudios que se han realizado en la zona del proyecto.

A través del análisis digital de imágenes obtenidas de la plataforma de ArcGIS online Word Imagery e imagen satelital Sentinel 2, se realizó la delimitación del Sistema Ambiental del proyecto "Hotel The View", en el cual se consideraron las unidades del paisaje a través del proceso de fotointerpretación. Cabe señalar que para la definición de los atributos ambientales que permitieron la caracterización y diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental se llevaron a cabo análisis mediante el uso de diversas herramientas cuya factibilidad técnica y científica ha sido comprobada en gran número de estudios, mostrando los mejores resultados en cuanto a precisión y fidelidad de datos.

Conforme a lo anterior, se construyó el Sistema Ambiental del proyecto el cual cuenta con una superficie total de 4,157.86 hectáreas. De esta superficie la parte terrestre del SA ocupa 2,143.26 hectáreas y la parte marina 2,014.61 hectáreas.

Cuadro No. 53 Ocupación terrestre y Marina del SA del proyecto.

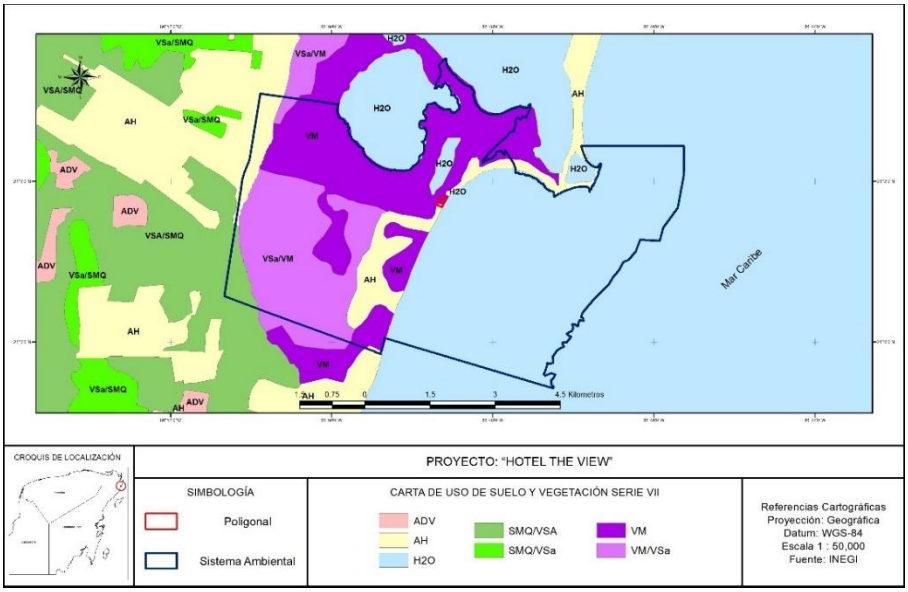
Sistema Ambiental	Superficie		%
	M²	Ha	
Terrestre	21,432,562.00	2,143.26	51.55
Marino	20,146,069.00	2,014.61	48.45
Superficie total	**41,578,631.00**	**4,157.86**	**100.00**

Así las cosas y de acuerdo de las condiciones de la cobertura de vegetación y uso del suelo actual definida en la carta de tipos de vegetación y uso del suelo del INEGI Seri VII, se define una superficie total por el orden de las 4,157.86, con las siguientes coberturas y usos de suelo.

Cuadro No. 54 Cobertura de vegetación y usos de suelo en el SA del proyecto (INEGI, Serie VII)

CLAVE	COBERTURA Y USO DE SUELO	SUPERFICIE (Ha)	%
AH	ASENTAMIENTOS HUMANOS	311.898	7.50
VM	MANGLAR	991.550	23.85
SMQ/VSA	SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA	60.932	1.47
VM/VSa	MANGLAR	739.443	17.78
H2O	CUERPO DE AGUA	2,054.040	49.40
	TOTAL:	**4,157.863**	**100.00**

A continuación, se identifica la distribución y cobertura de la propuesta del SA considerado para su análisis en este proyecto en base a la carta de tipos de vegetación y uso del suelo de INEGI en su Serie VII.



Plano No. 54 Identificación del Sistema Ambiental (SA) del proyecto con tipos de vegetación y uso del suelo (INEGI, Serie VII).

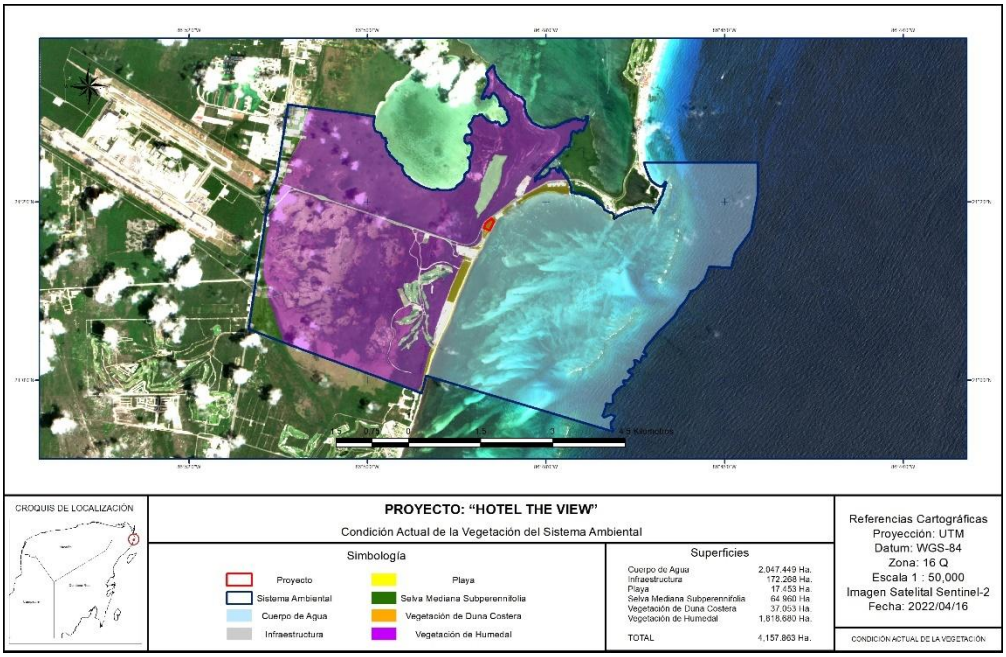
Sin embargo y considerando que las escalas de INEGI con frecuencia no coinciden con lo encontrado a nivel de campo, se ha realizado un análisis satelital actualizado, complementario a trabajos de campo, como se ha indicado en los criterios para la definición del SA, por lo que se han definido coberturas de vegetación y uso del suelo con mayor precisión para el SA como se indica a continuación en el siguiente cuadro y plano, información que se tomará en cuenta para los análisis de este estudio cuando así se requiera.

De esta manera se obtuvo que de acuerdo de las condiciones de la cobertura de vegetación y uso del suelo actual definida con el análisis satelital actual y trabajos de campo, se define una superficie total por el orden de las 4,157.86 hectáreas en el que predomina la cobertura de cuerpos de agua marina y lagunar con 2,047.449 hectáreas (49.24%), le sigue en importancia, la cobertura de humedales que alcanza una superficie de 1,818.68 hectáreas (43.74%), por lo que en el SA son de gran relevancia ambas coberturas, particularmetne la de los humedales, reconociendo la importanica y relevancia de éstos. Con menor presencia se localizan otras coberturas vegetales como es el caso de las selca mediana subperennifolia con 64.96 hectáreas (1.56%), seguida de la Vegetación de Duna Costera con 37.053 hectáreas (0.89%); finalmente la cobertura de playas con 17.453 hectáreas (0.42%) y el caso de infraestructura, referida a los desarrollos hoteleros, vias de comunicación, equipamientos y servicios que se integran en la actividad turística de la zona, con una superficie total de 172.26 hectáreas (4.14%).

Cuadro No. 55 Cobertura de vegetación y usos de suelo en el SA del proyecto

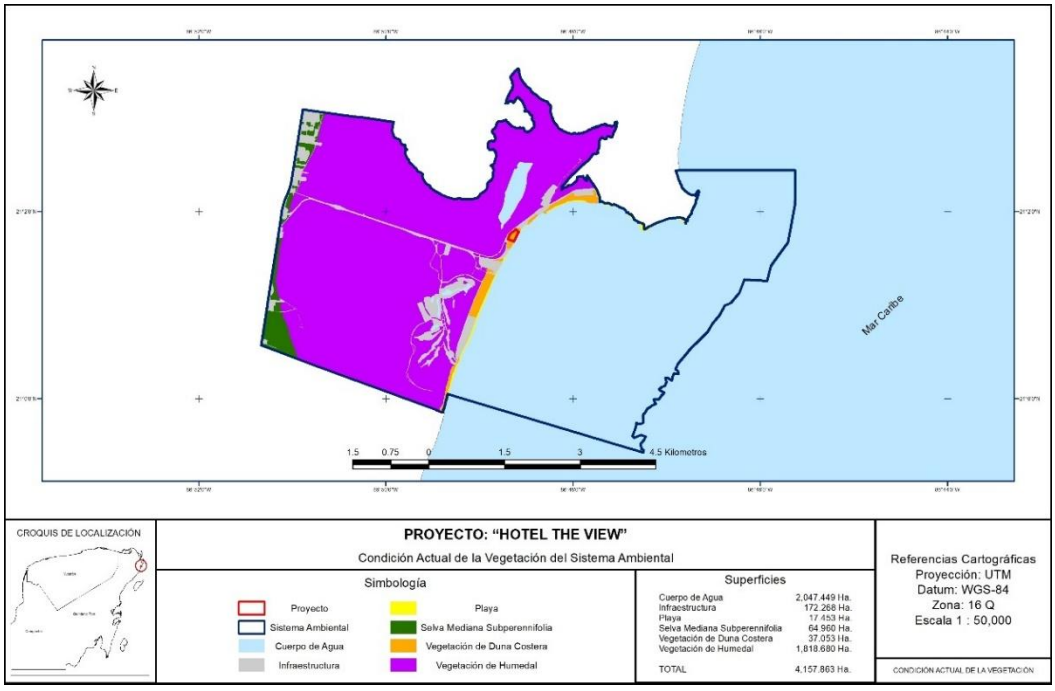
Cobertura y tipo de vegetación	Superficies (Ha)	%
Cuerpo de Agua	2047.449	49.24
Infraestructura	172.268	4.14
Playa	17.453	0.42
Selva Mediana Subperennifolia	64.960	1.56
Vegetación de Duna Costera	37.053	0.89
Vegetación de Humedal	1,818.680	43.74
TOTAL	**4157.863**	**100.000**

A continuación, se identifica la distribución y cobertura de la propuesta del SA considerado para su análisis las imágenes de satélite actualizadas.



Plano No. 55 Identificación del Sistema Ambiental (SA) del proyecto con análisis satelital actualizado.

Con la información obtenida en este análisis se ha generado el plano de superficies de tipos de vegetación y usos de suelo debidamente actualizada, quedando como se indica en el plano que se presenta a continuación.



Plano No. 56 Tipos de vegetación y uso del suelo en el SA del proyecto.

Así las cosas, es importante considerar que en el predio se ratifica la presencia de vegetación de duna costera (matorral costero); también se han encontrado mangles dispersos fuera del predio, en la zona de playa en la ZOFEMAT.

En todo caso se confirma que existen en los alrededores del proyecto, instalaciones destinadas al hospedaje y servicios turísticos, que son obras ya establecidas y que operan como tales. La propuesta del proyecto se mantiene integrada a este sector turístico como parte de la oferta de hospedaje y servicios que se pretenden ofertar en la zona hotelera de Cancún.

Por lo anterior, se deberá reconocer que, aunque las características naturales se habrán de modificar por la implementación del proyecto, se promoverá la persistencia de la diversidad y densidad vegetal en las áreas del SA y del propio proyecto.

Asimismo, se debe señalar que la distribución de una vegetación como es la de vegetción de duna costera puede procurar espacios para el desarrollo de la fauna silvestre. No obstante, la cercanía con el Boulevard Kukulkán de la Zona Hotelera de Cancún y su alto tránsito hacia el Aeropuerto de la Ciudad de Cancún, así como la presencia de complejos hoteleros y de servicios turísticos de la zona, son una limitante en el desarrollo de este componente. Por otra parte, la construcción del proyecto promoverá condiciones para el desplazamiento temporal de la poca fauna localizada en la zona, ya que se verá afectado por las acciones de desmonte de la vegetación y por la presencia de trabajadores y maquinaria en el predio.

Como ya se indicaba previamente, el CUSTF previsto para el proyecto es por el orden de las 1.448 hectáreas del predio. Por lo anterior, las afectaciones por el CUSTF en la vegetación también impactarán a la fauna silvestre, ya que algunos de los organismos utilizan la vegetación de duna costera como zonas de refugio o para la búsqueda de alimento. Al ser removida parte de la vegetación las distintas especies tendrán que desplazarse hacia la zona mejor conservada a fin de establecerse áreas que puedan utilizar. Por otra parte, debido a que no se habrá de afectar cerca de 1.01400 hectáreas, se espera que las condiciones para el desarrollo de la fauna silvestre no se modifiquen drásticamente y pueda mantenerse incluso en convivencia con el proyecto ya operando.

Los elementos del paisaje que serán modificados son las vistas panorámicas de la propiedad. Se modificarán las áreas arboladas de la vegetación de duna costera. Sin embargo, el concepto estructural y de imagen del proyecto, buscan la integración de las obras al paisaje y reducir el impacto visual negativo. Mantener la parte frontal del predio sin afectaciones por parte del proyecto, permitirá funcionar como una barrera natural visual al interior del proyecto.

Debido a que las afectaciones del CUSTF propuestas para 1.448 hectáreas en vegetación de duna costera, los trabajos de muestreo en áreas del SA cercanas al predio, se realizaron sobre este tipo de cobertura de vegetación.

El inventario forestal se llevó en una zona con características similares de estos tipos de vegetación.

Par poder estimar los índices de diversidad de la flora y fauna, y con la intención de obtener resultados confiables y característicos del ecosistema que se analiza, se procedió a buscar una condición similar a la presentada en el sitio del proyecto, cuya característica principal fuera la total presencia de vegetación de Duna Costera, para compararlo con el mismo ecosistema al que será afectado.

2.2.1.1. Diseño de muestreo

Para la obtención de los datos dendrométricos, se aplicó un muestreo sistemático en sitios ubicados de manera equidistante, mediante el uso de una retícula digital, obteniéndose la coordenada de referencia para cada sitio como se indica en el plano anterior. La distribución de los sitios se realizó considerando las diferentes condiciones de cobertura.

2.2.1.2. Forma y tamaño de los sitios

Las unidades de muestreo son sitios circulares de 400 m2 para la vegetación de duna costera. En todos los casos se midieron todos los árboles o individuos de especies que por sus dimensiones tuvieran más de 10 cm. De diámetro normal (DN).

Dentro de los sitios, en cualquier tipo de condición y sitio, se establecieron dos subparcelas anidadas, una para arbustivos y otra para herbáceas. Para el estrato arbustivo se levantaron sitios de forma cuadrada de 5 x 5 m tomando como origen el centro del sitio (donde se ubica la coordenada de referencia del sitio). En estos sitios se levantó la información de arbustivos con diámetros de los 2 cm y hasta menores a 10 cm.

Para las herbáceas se procedió de igual manera, se hicieron sitios cuadrados de 2 x 2 m en el que se levantó la información de las especies encontradas.

2.2.1.3. Intensidad de muestreo

En la realización del inventario forestal se llevó a cabo el levantamiento de 6 sitios de muestreo, por lo que, para efectos comparativos con el muestreo del predio, el tamaño de muestra es similar y los resultados estadísticos pueden ser comparados.

2.2.1.4. Parámetros considerados

Número de sitio. – Se asignaron números consecutivos a cada sitio. Este número se anotó en una cinta fluorescente colocada en una rama verde del árbol o una baliza. El número consecutivo fue independiente del tipo de vegetación toda vez que esta designación fue realizada desde la planeación del inventario.

Marcado de árbol muestreado. – Se marcaron todos y cada uno de los árboles conforme a la ubicación de la base del fuste, iniciando el registro a partir de un azimut 0º y siguiendo la dirección en el sentido de las manecillas del reloj, hasta concluir el conteo y registro de individuos a los 360º azimut.

Especie. – Se anotó el nombre común y/o científico para cada uno de los árboles localizados.

Código de la especie. – Con base en una lista previamente establecida, se asignaron números para cada una de las especies, conforme a una lista elaborada a partir de los nombres comunes más conocidos.

Diámetro. – Se midió el diámetro a 1.30 m a la altura del árbol, lo que se conoce comúnmente como diámetro normal (DN) o diámetro a la altura del pecho (DAP), utilizando para ello una cinta diamétrica. Para especies con estatus que no dieron la talla para medir DN se midió el diámetro basal.

Altura. – Se midió la altura total y la altura del fuste comercial, utilizando una regla telescópica.

Sanidad. – El estado fitosanitario del arbolado se determinó a simple vista, considerando tres categorías dependiendo de la severidad del daño. De esta manera, se calificó con "1" a los individuos sanos; con "2" a los árboles con algún daño físico aparente (descopados, sámagos, huecos, etc.). Se calificó con "3" a los individuos con presencia de daños físicos severos.

Forma. – La forma del fuste se expresa numéricamente en tres categorías: con "1" para aquellos individuos con fuste recto, cilíndrico, libre de torceduras, curvaturas o nudos; con "2" a aquellos individuos cuyo fuste es ligeramente irregular, ovoide o tablado; y con "3" a aquellos individuos que presenten fustes con torceduras, curvaturas y/o nudos muy pronunciados.

Observaciones. – Se incluyen, además, algunos otros registros relacionados con el sitio en general, ubicación geográfica, condiciones generales del terreno, etc.

2.2.1.5. Procesamiento de la información

El procesamiento de los datos se realizó con el programa SELVA v 4.0 generado por el INIFAP y que permite estimaciones de área basal, volumen y otros estimadores para especies tropicales de la región. Con la hoja de cálculo EXCEL se hicieron los análisis y gráficos. Los resultados se presentan en forma tabulada en los anexos.

2.2.1.6. Estimaciones realizadas

El cálculo del número de árboles, el área basal, y el volumen, se expresan por hectárea y por la totalidad de la superficie inventariada. Para el primer caso, se obtiene el promedio de la suma de los valores encontrados en los sitios y se relaciona con la superficie de todas las parcelas de muestreo. Los valores para el área total se calculan a partir del valor por hectárea, multiplicado por la superficie del área inventariada.

- Volumen total árbol.

El volumen total árboles estimado para la Hectárea Tipo y para obtener el Volumen por CUSTF se calculó con las fórmulas que integra el propio programa SELVA 4.0 que utiliza fórmulas de regresión comprobadas para la estimación de volúmenes total árbol y de fuste limpio, para especies tropicales de la Península de Yucatán. Las estimaciones presentadas en los análisis de este estudio están referidas específicamente al Volumen Total Árbol.

2.2.1.7. Caracterizando la vegetación.

El análisis de los principales parámetros florísticos y dendrométricos se llevaron a cabo tomando en cuenta los resultados de los sitios de muestreo realizados en el muestreo. A partir de dicha información se han estimado diversos parámetros y estimadores que describen la condición de la vegetación en su composición y estructura considerando los estratos principales para ambos tipos de selva encontradas en el sitio y que corresponde al arbóreo, arbustivo y herbáceo.

Las determinaciones de las características ecológicas de estas asociaciones vegetales se cuantificaron considerando su diversidad e importancia ecológica mediante los siguientes parámetros tanto para la riqueza específica como para la estructura de la cobertura analizada.

2.2.1.8. Indicadores de Diversidad.

- **Índice de Riqueza de especies (S)**

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas.

(S) es el número total de especies obtenido por un censo o muestreo de la comunidad.

2.2.1.9. Indicadores de Estructura

- **Índice de Simpson (IS):**

Este parámetro es un indicador que manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como 1-ג.

Índice de Simpson = 1 - Σpi2

Donde p = a la proporción de individuos encontrados en la i ésima especie estimado por n/N, n = número de individuos de las i esima especie, N = número total de individuos.

- **Índice de equidad**

Índice de equidad de Shannon-Wiener e Índice de Pielou

La equidad se ha calculado de acuerdo al índice de Shannon-Wiener que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre 0 cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

$$H' = -\Sigma \rho i \log 2 \, pi$$

El índice de Pielou se obtiene de dividir H' entre Hmax, ésta última obtenida como el logaritmo base 2 de la diversidad del estrato, indicando la diversidad máxima esperada para el estrato, de tal manera que el resultado de la división resulta en el índice de Pielou con valores entre 0 y 1 y que ayuda a obtener un indicador de la distribución de las especies en el predio, es decir, que obtener 1 significaría que todas las especies están distribuidas de manera homogénea en el predio y no hay dominancia; por el contrario, un número tendiente a 0 significa fuerte dominancia de algunas especies y distribución heterogénea.

Adicionalmente se estimaron parámetros específicos como se indican a continuación:

2.2.1.10. Parámetros específicos

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia de la Especie X}}{\text{Dominancia de todas las especies}} \text{ X } 100$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia de la Especie X}}{\text{Frecuencia de todas las especies}} \text{ X } 100$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad de la Especie X}}{\text{Densidad de todas las especies}} \text{ X } 100$$

- **Valor de Importancia (VI) o Valor de Importancia Relativa (VIR)**

La suma de las tres medidas relativas mencionadas arriba y calculadas para cada especie constituye un índice denominado el Valor de Importancia (Vii) Vii = Dri + Fri + Cri. El valor de VI puede fluctuar de 0 a 3.00 (o 300%). Al dividir el VI por 3, se obtiene una cifra que fluctúa de 0 a 1.00 (o 100%). Este valor se conoce como el porcentaje de importancia. El valor de importancia, o el porcentaje de importancia, provee un estimado global de la importancia de una especie en una comunidad determinada.

VIR= Dominancia relativa + Frecuencia relativa + Densidad relativa

2.2.1.11. Los principales resultados

Los resultados del análisis florístico se presentan para el tipo de vegetación referido que corresponde a duna costera o matorral costero.

2.2.1.11.1. Vegetación de duna costera (Matorral Costero) en el SA

2.2.1.11.1.1. Especies y familias botánicas (Índice de riqueza de especies)

En el área de vegetación de Duna Costera se han registrado en el muestreo un total de 14 familias botánicas y 16 especies distribuidas en los tres estratos. Las arecáceas y las sapotáceas doinan con la aportacipación de 2 especies cada familia.

Familia	Especie	%
ARECACEAE	2	12.50
SAPOTACEAE	2	12.50
AMARILLIDACEAE	1	6.25
ANACARDICACEAE	1	6.25
APOCYNACEAE	1	6.25
BATACEAE	1	6.25
BORAGINACEAE	1	6.25
BURSERACEAE	1	6.25
EUPHORBIACEAE	1	6.25
FABACEAE	1	6.25
MYRSINACEAE	1	6.25
MYRTACEAE	1	6.25
POACEAE	1	6.25
POLYGONACEAE	1	6.25
TOTAL:	16	100

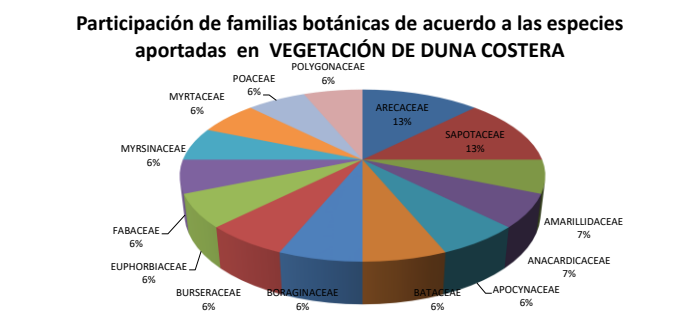


Figura No. 8 Participación de las familias botánicas presentes en basurero abandonado en función de la cantidad de especies representadas en Matorral Costero.

De las 16 especies encontradas en este tipo de vegetación, 11 están identificadas en el estrato arbóreo, 8 en el arbustivo y 8 en el herbáceo. Se registra también que 6 especies están compartidas entre el estrato arbóreo y el estrato arbustivo y 5 especies las comparten entre el arbustivo y el estrato herbáceo.

Cuadro No. 56 Especies y familias botánicas registradas en el inventario forestal en Matorral Costero.

No.	N. COMUN	N. CIENTIFICO	FAMILIA
1	Akitz	***Thevetia gaumeri***	APOCYNACEAE
2	Bumelia	***Sideroxylon americanum***	SAPOTACEAE
3	Chaca	***Bursera simaruba***	BURSERACEAE
4	Chechen negro	***Metopium brownei***	ANACARDICACEAE
5	Chilibsuk	***Sporobulus virginicus***	POACEAE
6	Chicozapote	***Manilkara sapota***	SAPOTACEAE
7	Chit	***Thrinax radiata***	ARECACEAE
8	Ciricote de playa	***Cordia sebestena***	BORAGINACEAE
9	Coco	***Cocus nucifera***	ARECACEAE
10	Lirio de playa	***Hymenocallis littoralis***	AMARILLIDACEAE
11	Sak loob che	***Ardisia escallonioides***	MYRSINACEAE
12	Sac niche	***Calypantres pallens***	MYRTACEAE
13	Saladillo	***Batis maritima***	BATACEAE
14	Uva de Mar	***Coccoloba uvifera***	POLYGONACEAE

No.	N. COMUN	N. CIENTIFICO	FAMILIA
15	Yaax kaax	***Pithecellobium keyense***	FABACEAE
16	Yaiti	***Gymnanthes lucida***	EUPHORBIACEAE

Estrato arbóreo

De las 11 especies encontradas y 9 familias botánicas, las arecáceas y sapotáceas son las predominantes, al reportar 2 especies cada familia.

FAMILIA	ESPECIE	%
ARECACEAE	2	18.18
SAPOTACEAE	2	18.18
ANACARDICACEAE	1	9.09
APOCYNACEAE	1	9.09
BORAGINACEAE	1	9.09
BURSERACEAE	1	9.09
EUPHORBIACEAE	1	9.09
MYRTACEAE	1	9.09
POLYGONACEAE	1	9.09
TOTAL:	11	100

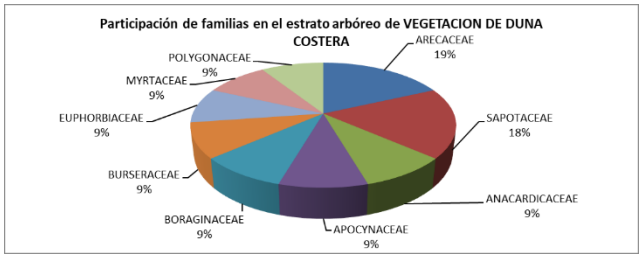


Figura No. 9 Participación por familia botánica en la riqueza específica para el estrato arbóreo en Matorral Costero.

En el cuadro se identifican las 11 especies registradas para este estrato y la familia a la que pertenecen.

Cuadro No. 57 Principales familias botánicas y especies presentes en estrato arbóreo en Matorral Costero

No.	N. COMUN	N. CIENTIFICO	FAMILIA
1	Akitz	***Thevetia gaumeri***	APOCYNACEAE
2	Bumelia	***Sideroxylon americanum***	SAPOTACEAE
3	Chaca	***Bursera simaruba***	BURSERACEAE
4	Chechen negro	***Metopium brownei***	ANACARDICACEAE
5	Chicozapote	***Manilkara sapota***	SAPOTACEAE
6	Chit	***Thrinax radiata***	ARECACEAE
7	Ciricote de playa	***Cordia sebestena***	BORAGINACEAE
8	Coco	***Cocus nucifera***	ARECACEAE
9	Sac niche	***Calypantres pallens***	MYRTACEAE
10	Uva de Mar	***Coccoloba uvifera***	POLYGONACEAE
11	Yaiti	***Gymnanthes lucida***	EUPHORBIACEAE

Estrato arbustivo

Se reportan en este estrato 8 especies y 8 familias botánicas, de tal manera que la participación de especies es monoespecífica.

Para el estrato arbustivo sólo se ha reportado a la especie ***Thrinax radia*** la cual está listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Esta especie está reportada para los tres estratos.

FAMILIA	ESPECIE	%
ANACARDICACEAE	1	12.50
ARECACEAE	1	12.50
BORAGINACEAE	1	12.50
EUPHORBIACEAE	1	12.50
FABACEAE	1	12.50
MYRSINACEAE	1	12.50
MYRTACEAE	1	12.50
SAPOTACEAE	1	12.50
TOTAL:	8	100

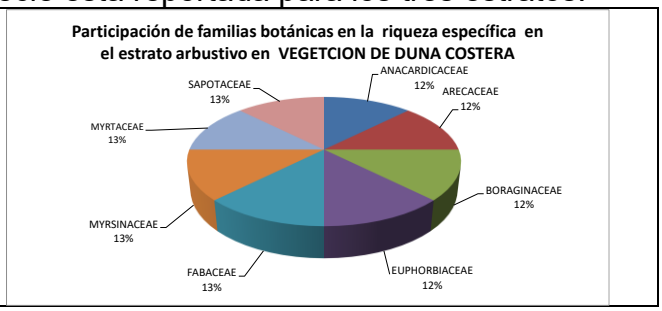


Figura No. 10 Participación por familia botánica en la riqueza específica en el estrato arbustivo en Matorral Costero.

En el cuadro se pueden identificar las 8 especies registradas y las familias botánicas a las cuales pertenecen.

Cuadro No. 58 Principales familias botánicas y especies presentes en estrato arbustivo Matorral Costero

No.	N. COMUN	N. CIENTIFICO	FAMILIA
1	Bumelia	***Sideroxylon americanum***	SAPOTACEAE
2	Chechen negro	***Metopium brownei***	ANACARDICACEAE
3	Chit	***Thrinax radiata***	ARECACEAE
4	Ciricote de playa	***Cordia sebestena***	BORAGINACEAE
5	Sak loob che	***Ardisia escallonioides***	MYRSINACEAE
6	Sac niche	***Calypantres pallens***	MYRTACEAE
7	Yaax kaax	***Pithecellobium keyense***	FABACEAE
8	Yaiti	***Gymnanthes lucida***	EUPHORBIACEAE

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo se han reportado 8 especies con igual número de familias botánicas. En este estrato vuelve a reportarse a ***Thrinax radiata***, especie listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

FAMILIA	ESPECIE	%
AMARILLIDACEAE	1	12.50
ANACARDICACEAE	1	12.50
ARECACEAE	1	12.50
BATACEAE	1	12.50
FABACEAE	1	12.50
MYRTACEAE	1	12.50
POACEAE	1	12.50
SAPOTACEAE	1	12.50
TOTAL:	8	100

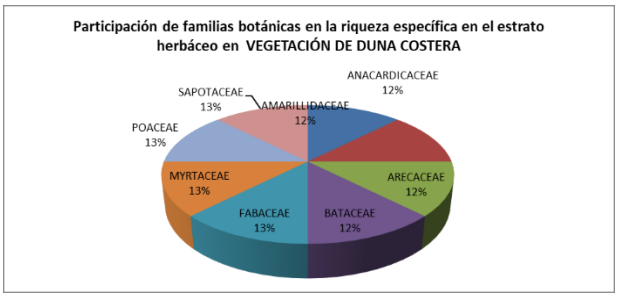


Figura No. 11 Participación de familias botánica en la riqueza específica en el estrato herbáceo en Matorral Costero

A continuación, se hace el listado de las especies y familias registradas en el estrato herbáceo.

Cuadro No. 59 Principales familias botánicas y especies presentes en estrato herbáceo en Matorral Costero.

No.	N. COMUN	N. CIENTIFICO	FAMILIA
1	Bumelia	***Sideroxylon americanum***	SAPOTACEAE
2	Chechen negro	***Metopium brownei***	ANACARDICACEAE
3	Chilibsuk	***Sporobulus virginicus***	POACEAE
4	Chit	***Thrinax radiata***	ARECACEAE
5	Lirio de playa	***Hymenocallis littoralis***	AMARILLIDACEAE
6	Sac niche	***Calypantres pallens***	MYRTACEAE
7	Saladillo	***Batis maritima***	BATACEAE
8	Yaax kaax	***Pithecellobium keyense***	FABACEAE

2.2.1.11.1.2. Índices de Riqueza específica, de Simpson, de Shannon.

En el cuadro se hace un resumen de los índices obtenidos indican que existe una buena diversidad en este tipo de vegetación que aparenta no tener afectaciones en los últimos años, destacando que en el estrato herbáceo y arbustivo se presentan pocas especies, particularmente por efecto de que existe un dosel cerrado que limita el crecimiento de especies herbáceas, que properan mucho mejor en espacios abiertos. La regeneración se muestra activa con especies que están reportadas para el estrato arbóreo y arbustivo también.

Se han obtenido para los tres estratos los correspondientes valores que se muestran en el cuadro.

Cuadro No. 60 Indicadores de diversidad y estructura en tres estratos de vegetación en Matorral Costero del SA.

	ARBÓREO	ARBUSTIVO	HERBÁCEO	TOTAL
Taxa_S	11	8	8	16
Individuals	272	99	18	389
Dominance_D	0.3056	0.1995	0.1046	0.1974
Simpson_1-D	0.6944	0.8005	0.8954	0.8026
Shannon_H	1.62	1.79	2.15	2.024

2.2.1.11.1.3. Índice de Valor de Importancia

Como este valor es un indicador de la importancia ecológica de cada especie, a continuación, se presentan dichos valores de acuerdo al estrato en que se muestreó.

Estrato arbóreo

La especie más relevante en el estrato arbóreo es ***Metopium browneii*** con un 34.78% del IVI; siguiendo muy abajo, la especie ***Manilkara sapota***, que está en segundo lugar pero con un IVI de 16.78%.

Cuadro No. 61 Valor de Importancia de las especies en el estrato arbóreo en Matorral Costero.

Nombre comun	Especie	IVI	% IVI
Chechen negro	***Metopium brownei***	104.35	34.78
Chicozapote	***Manilkara sapota***	50.33	16.78
Bumelia	***Sideroxylon americanum***	34.52	11.51
Uva de Mar	***Coccoloba uvifera***	30.18	10.06
Chit	***Thrinax radiata***	25.52	8.51
Coco	***Cocus nucifera***	17.63	5.88
Ciricote de playa	***Cordia sebestena***	11.38	3.79
Chaca	***Bursera simaruba***	8.42	2.81
Akitz	***Thevetia gaumeri***	6.37	2.12
Sac niche	***Calypantres pallens***	5.67	1.89
	Total general	**300.00**	**100.00**

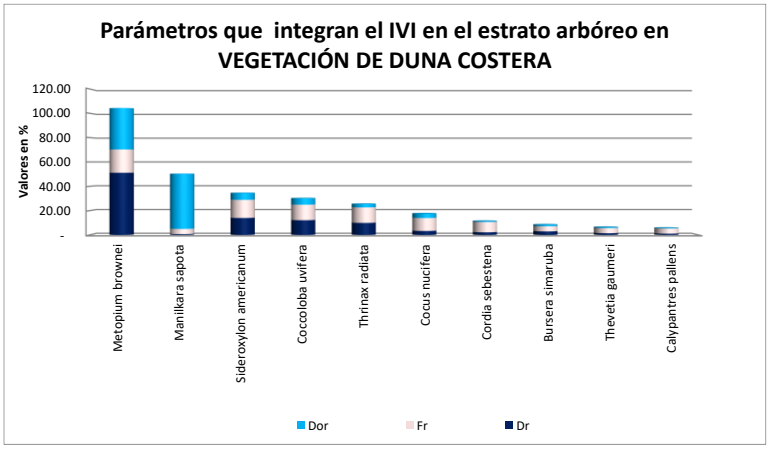


Figura No. 12 IVI para el estrato arbóreo en Matorral Costero.

En el cuadro se observan los valores de ***Metopium browneii***, que le permiten convertirse en la especie más relevante en el estrato arbóreo. Los parámetros de densidad, frecuencia y dominancia han dado la pauta para que así suceda.

Cuadro No. 62 Parámetros ecológicos para el estrato arbóreo ordenados por IVI en Matorral Costero

		Densidad específica		Frecuencia		Dominancia			
Nombre comun	Especie	Da	Dr	F	Fr	Doa	Dor	IVI	% IVI
Chechen negro	***Metopium brownei***	308.89	51.10	9	19.15	3.035	34.10	104.35	34.78
Chicozapote	***Manilkara sapota***	4.44	0.74	2	4.26	4.035	45.34	50.33	16.78
Bumelia	***Sideroxylon americanum***	84.44	13.97	7	14.89	0.503	5.65	34.52	11.51
Uva de Mar	***Coccoloba uvifera***	73.33	12.13	6	12.77	0.470	5.28	30.18	10.06
Chit	***Thrinax radiata***	60.00	9.93	6	12.77	0.252	2.83	25.52	8.51
Coco	***Cocus nucifera***	20.00	3.31	5	10.64	0.328	3.69	17.63	5.88
Ciricote de playa	***Cordia sebestena***	13.33	2.21	4	8.51	0.059	0.66	11.38	3.79
Chaca	***Bursera simaruba***	17.78	2.94	2	4.26	0.109	1.22	8.42	2.81
Akitz	***Thevetia gaumeri***	8.89	1.47	2	4.26	0.057	0.64	6.37	2.12
Sac niche	***Calypantres pallens***	6.67	1.10	2	4.26	0.028	0.32	5.67	1.89
	Total general	**604.44**	**100.00**	**47.00**	**100.00**	**8.90**	**100.00**	**300.00**	**100.00**

Estrato Arbustivo

En el caso del estrato arbustivo, es ***Pithecellobium keyense*** y ***Sideroxylon americanun*** las especies que demuestran la mayor importancia del estrato con un 21.47% y 20.39%, sin que exista mucha diferencia entre ellas y otras especies que le siguen en importancia. No hay una marcada diferencia.

Cuadro. 63 Valor de importancia para el estrato arbustivo en Matorral Costero.

Nombre comun	Especie	IVI	% IVI
Yaax kaax	Pithecellobium keyense	64.42	21.47
Bumelia	Sideroxylon americanum	61.17	20.39
Sac niche	Calypantres pallens	55.22	18.41
Chit	Thrinax radiata	52.55	17.52
Chechen negro	Metopium brownei	30.78	10.26
Ciricote de playa	Cordia sebestena	18.22	6.07
Yaiti	Gymnanthes lucida	10.77	3.59
Sak loob che	Ardisia escallonioides	6.88	2.29
	Total general	**300.00**	**100.00**

Esta condición se refleja en el gráfico de barras apiladas en donde se observa claramente la dominancia de las especies con respecto al resto de las registradas en el estrato arbustivo.

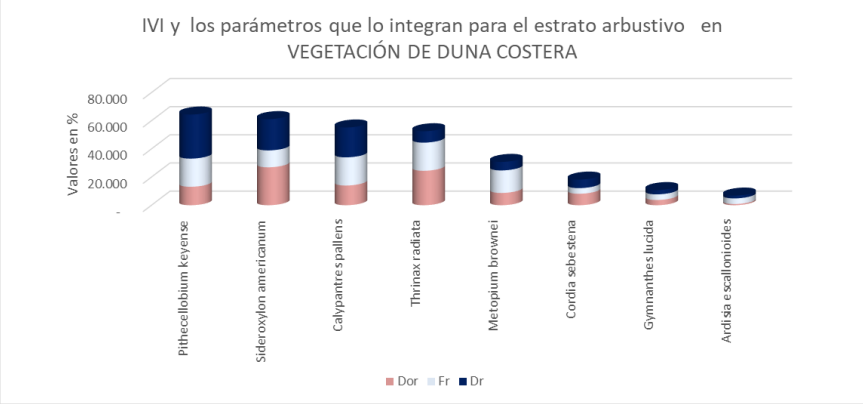


Figura No. 13 IVI para el estrato arbustivo en Matorral Costero.

De esta manera, a continuación se presenta el cuadro en el cual se desglosan los parámetros usados para el cálculo del IVI y que permite identificar a ***Pithecellobium keyense*** como la especie más importante del estrato arbustivo.

Cuadro No. 64 Parámetros ecológicos para el estrato arbustivo en Matorral Costero.

		Densidad específica		Frecuencia		Dominancia			
Nombre comun	**Especie**	**Da**	**Dr**	**F**	**Fr**	**Doa**	**Dor**	**IVI**	**% IVI**
Yaax kaax	Pithecellobium keyense	1,377.78	31.31	5	20.00	0.021	13.106	64.42	21.47
Bumelia	Sideroxylon americanum	977.78	22.22	3	12.00	0.043	26.943	61.17	20.39
Sac niche	Calypantres pallens	933.33	21.21	5	20.00	0.022	14.010	55.22	18.41
Chit	Thrinax radiata	355.56	8.08	5	20.00	0.039	24.469	52.55	17.52
Chechen negro	Metopium brownei	266.67	6.06	4	16.00	0.014	8.723	30.78	10.26
Ciricote de playa	Cordia sebestena	266.67	6.06	1	4.00	0.013	8.154	18.22	6.07
Yaiti	Gymnanthes lucida	133.33	3.03	1	4.00	0.006	3.736	10.77	3.59
Sak loob che	Ardisia escallonioides	88.89	2.02	1	4.00	0.001	0.858	6.88	2.29
	Total general	**4,400**	**100.00**	**25.00**	**100.00**	**0.16**	**100.00**	**300.00**	**100.00**

Estrato herbáceo

Para el estrato, si bien se tienen pocas especies, es ***Thrinax radiata*** la que muestra la mayor dominancia con respecto al resto, debido principalmente a su cobertura, alcanzando un valor de IVI del 22.99% seguida por ***Hymenocallis littoralis*** con el 18.42%.

Cuadro No. 65 Valor de importancia para el estrato herbáceo en basurero abandonada.

Nombre comun	Especie	IVI	% IVI
Chit	Thrinax radiata	68.98	22.99
Lirio de playa	Hymenocallis littoralis	55.26	18.42
Sac niche	Calypantres pallens	48.21	16.07
Yaax kaax	Pithecellobium keyense	42.25	14.08
Chechen negro	Metopium brownei	25.20	8.40

Nombre comun	Especie	IVI	% IVI
Bumelia	Sideroxylon americanum	23.01	7.67
Saladillo	Batis maritima	23.01	7.67
Chilibsuk	Sporobulus virginicus	14.08	4.69
	Total general	**300.00**	**100.00**

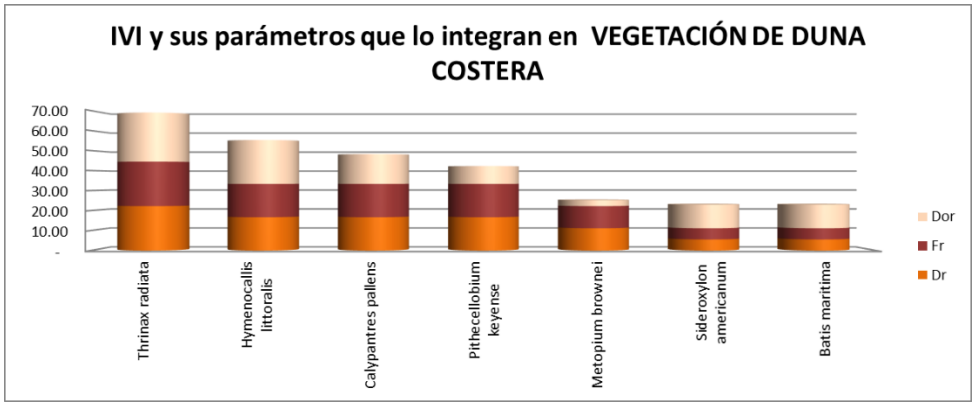


Figura No. 14 Gráfico de la curva del valor de importancia para las especies del estrato herbáceo en Matorral Costero .

En el cuadro que se presenta se muestran los valores con los que se integra el IVI, en el cual se puede observar que en todos los parámestros en donde sobresales, Trhinax radiata e Hymenocallis littoralis que muestran valores más altos, y con ello alcanzar la mayor relevancia en el estrato.

Cuadro No. 66 Parámetros ecológicos para el estrato herbáceo en matorral costero.

		Densidad específica		Frecuencia		Dominancia			
Nombre comun	**Especie**	**Da**	**Dr**	**F**	**Fr**	**Doa**	**Dor**	**IVI**	**% IVI**
Chit	Thrinax radiata	1,111.11	22.22	4	22.22	0.0006	24.533	68.98	22.99
Lirio de playa	Hymenocallis littoralis	833.33	16.67	3	16.67	0.0006	21.924	55.26	18.42
Sac niche	Calypantres pallens	833.33	16.67	3	16.67	0.0004	14.876	48.21	16.07
Yaax kaax	Pithecellobium keyense	833.33	16.67	3	16.67	0.0002	8.921	42.25	14.08
Chechen negro	Metopium brownei	555.56	11.11	2	11.11	0.0001	2.981	25.20	8.40
Bumelia	Sideroxylon americanum	277.78	5.56	1	5.56	0.0003	11.895	23.01	7.67
Saladillo	Batis maritima	277.78	5.56	1	5.56	0.0003	11.895	23.01	7.67
Chilibsuk	Sporobulus virginicus	277.78	5.56	1	5.56	0.0001	2.974	14.08	4.69
	Total general	**5,000.00**	**100.00**	**18.00**	**100.00**	**0.00**	**100.00**	**300.00**	**100.00**

2.2.1.11.1.4. Abundancia y densidad de arbolado

Se ha estimado que en total existen 10,004.44 individuos/Ha distribuidos en los tres estratos que integran la estructura vertical de la vegetación del predio que es un valor alto para los tres estratos. Los individuos contabilizados en el arbóreo alcanzan los 604.44 ind/Ha, en tanto que para los arbustivos es de 4,400.0 ind/Ha, por su parte, el estrato herbáceo alcanza un valor de 5,000.0 ind/Ha.

De las especies reportadas, la más dominante es ***Pithecellobium keyense*** que aporta el 22.10% de los individuos totales del total de individuos en el predio, seguida de ***Thrinax radiata*** que participa con el 15.26%; de esta manera, estas dos especies contribuyen con el 37.36% de individuos en el predio.

Estrato arbóreo.

Para el caso del estrato arbóreo se han contabilizado un número total de 600 ind/Ha lo cual se puede interpretar como un número alto. Destaca ***Metopium browneii*** que aporta un 51.10% de los individuos del estrato, seguida por ***Sideroxylon americanum*** con el 13.97% de individuos del estrato, lo que confirma la dominancia de estas dos especies en el estrato.

Estrato arbustivo

En este estrato la especie altamente dominante es ***Pithecellobium keyense***, que aporta un 31.31% de los individuos, seguida por ***Sideroxylum americanum*** con un 22.22% del total.

Estrato herbáceo

La especie ***Thrinax radiata*** junto con ***Hymenocallis littoralis, Calypantres pallens y Pthecellobium keyense***, son las más dominantes con una participación de 22.22% y 16.66%, respectivamente, en tanto que el resto presenta abundancias menores.

Cuadro No. 67 Cantidad de individuos por unidad de superficie (1 hectárea) en Matorral Costero.

		No. individuos/Ha				
NOMBRE COMUN	**ESPECIE**	**ARBOLES**	**ARBUSTOS**	**HERBÁCEO**	**TOTAL**	**%**
Akitz	***Thevetia gaumeri***	8.89	-	-	8.89	0.09
Bumelia	***Sideroxylon americanum***	84.44	977.78	277.78	1,340.00	13.39
Chaca	***Bursera simaruba***	17.78	-	-	17.78	0.18
Chechen negro	***Metopium brownei***	308.89	266.67	555.56	1,131.11	11.31
Chilibsuk	***Sporobulus virginicus***	-	-	277.78	277.78	2.78
Chicozapote	***Manilkara sapota***	4.44	-	-	4.44	0.04
Chit	***Thrinax radiata***	60.00	355.56	1,111.11	1,526.67	15.26
Ciricote de playa	***Cordia sebestena***	13.33	266.67	-	280.00	2.80

NOMBRE COMUN	ESPECIE	No. individuos/Ha				
		ARBOLES	ARBUSTOS	HERBÁCEO	TOTAL	%
Coco	***Cocus nucifera***	20.00	-	-	20.00	0.20
Lirio de playa	***Hymenocallis littoralis***	-	-	833.33	833.33	8.33
Sak loob che	***Ardisia escallonioides***	-	88.89	-	88.89	0.89
Sac niche	***Calypantres pallens***	6.67	933.33	833.33	1,773.33	17.73
Saladillo	***Batis maritima***	-	-	277.78	277.78	2.78
Uva de Mar	***Coccoloba uvifera***	73.33	-	-	73.33	0.73
Yaax kaax	***Pithecellobium keyense***	-	1,377.78	833.33	2,211.11	22.10
Yaiti	***Gymnanthes lucida***	6.67	133.33	-	140.00	1.40
		604.44	**4,400.00**	**5,000.00**	**10,004.44**	**100.00**

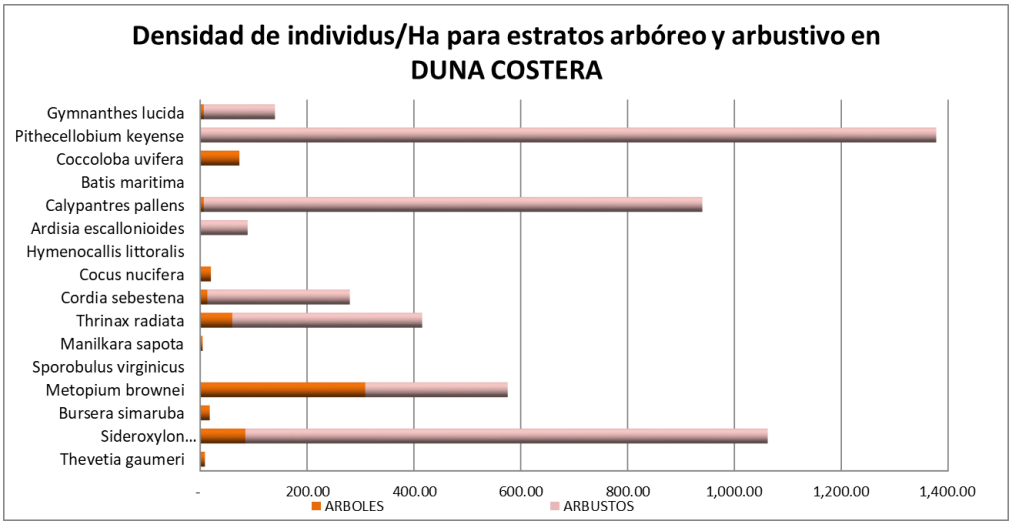


Figura No. 15 **Densidad de individuos por especie para los estratos arbóreo y arbustivo en Matorral Costero.**

2.2.1.11.1.5. Diámetros

Se encontró que el promedio general diamétrico de los individuos muestreados alcanzó los 11.30 cm y que se registró un diámetro máximo de 28.20 cm que correspondió a un individuo de ***Metopium browneii y Cocus nucifera***. Sólo una especie registra diámetro promedio por arriba de los 20 cm y corresponde a ***Cocus nuciferai***.

Cuadro No. 68 Diámetros mínimos, promedio y máximos por especie en Matorral Costero.

Nombre común	Nombre cientifico	Diámetro (cm)			
		Minimo	Promedio	Máximo	Frecuencia
Coco	***Cocus nucifera***	18.40	21.33	28.20	9
Chechen negro	***Metopium brownei***	0.05	15.51	28.20	147
Akitz	***Thevetia gaumeri***	12.00	13.44	14.10	4

		Diámetro (cm)			
Nombre común	**Nombre cientifico**	**Minimo**	**Promedio**	**Máximo**	**Frecuencia**
Uva de Mar	***Coccoloba uvifera***	10.00	13.23	20.20	33
Chaca	***Bursera simaruba***	10.00	12.78	17.50	8
Chicozapote	***Manilkara sapota***	12.50	12.55	12.60	2
Bumelia	***Sideroxylon americanum***	1.50	9.70	18.20	61
Chit	***Thrinax radiata***	1.00	9.23	12.30	39
Ciricote de playa	***Cordia sebestena***	3.00	8.06	12.60	12
Yaiti	***Gymnanthes lucida***	4.50	7.62	10.50	6
Sac niche	***Calypantres pallens***	0.05	4.01	11.50	27
Sak loob che	***Ardisia escallonioides***	2.90	2.95	3.00	2
Yaax kaax	***Pithecellobium keyense***	1.00	2.67	4.50	34
Saladillo	***Batis maritima***	2.00	2.00	2.00	1
Lirio de playa	***Hymenocallis littoralis***	0.35	1.28	2.50	3
Chilibsuk	***Sporobulus virginicus***	1.00	1.00	1.00	1
		0.05	**11.30**	**28.20**	**389**

En la figura se pueden apreciar las condiciones diamétricas de los individuos muestreados de acuerdo a las especies registradas; están ordenadas de acuerdo al promedio de cada una de las especies, por lo que es fácil observar que los "picos superiores" corresponden a los máximos alcanzados por los individuos registrados para cada especie en particular y, por el contrario, los "picos inversos", indican el diámetro mínimo para esa especie, de tal manera que ubicando el pico superior e inferior de la especie se identifica el rango de variación de los individuos registrados en el muestro para cada una de ellas.

Con dicho gráfico se puede identificar que ***Metopium browneii y Cocus nucifera*** dominan el estrato alto de la cobertura vegetal y que también muestran los mayores rangos diamétricos.

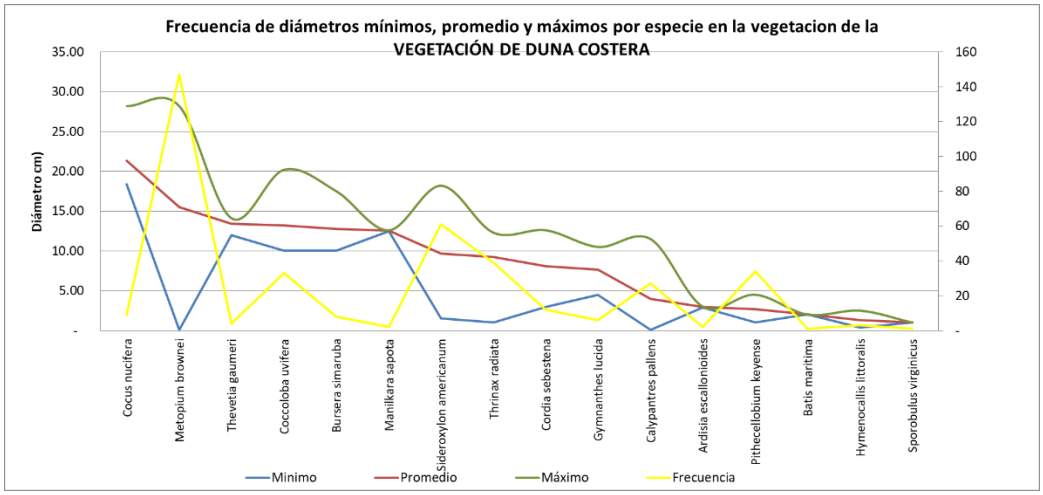


Figura No. 16 Diámetros mínimos, promedio y máximos en individuos muestreados en Matorral Costero.

Como se puede observar en la figura que se presenta a continuación, la distribución diamétrica en lo general sigue un patrón normal, pero pronunciado en las primeras categorías de la distribución diamétrica, lo cual se debe a la conformación típica de este tipo vegetación, con un coportamiento de matorral, de ahí que en la literatura, sea común que a esta cobertura vegetal se le denomine también matorral costero.

De los datos de la estructura diamétrica se estima que existen apenas 11.1 individuos con diámetros mayores a 25 cm por lo que existe una escasa presencia de individuos corpulentos maduros y sobremaduros; por otro lado, se contabilizan alrededor del 88.28% de individuos/Ha que tienen diámetros menores a 10 cm, lo que permite inferir una alta frecuencia de individuos para el estrato arbustivo.

Rango o categoría diamétrica (cm)	No. individuos en muestreo en los estratos arbustivo y arbóreo	No. individuos/Ha arbustivo y arbóreo	%
1 a 10	125	4,417.8	88.28
10.1 a 15	153	340.0	6.79
15.1 a 20	82	182.2	3.64
20.1 a 25	24	53.3	1.07
25.1 a 30	5	11.1	0.22
30.1 a 35	0	-	-
35.1 a 40	0	-	-
40.1 a 45	0	-	-
45.1 a 50	0	-	-
50.1 a 55	0	-	-
Total:	389.00	5,004.44	100.00



Figura No. 17 Distribución diamétrica de los individuos en Matorral Costero.

2.2.1.11.1.6. Alturas

Los individuos muestreados promedian en general 5.29 m de altura y el registro más alto es de 8.70 m para un individuo de ***BUrsera simaruba*.** Ninguno de las especies registradas rebasa los 10 m de altura y sólo tres especies promedian poco más de 7 m de altura.

Cuadro No. 69 Alturas mínimas, promedio y máximas de individuos localizados en Matorral Costero.

		Altura (cm)			
Nombre común	Nombre cientifico	Minimo	Promedio	Máximo	Frecuencia
Akitz	***Thevetia gaumeri***	6.90	7.35	7.70	4
Chicozapote	***Manilkara sapota***	6.90	7.20	7.50	2
Chaca	***Bursera simaruba***	6.40	7.14	7.80	8
Chechen negro	***Metopium brownei***	0.20	6.55	8.70	147
Yaiti	***Gymnanthes lucida***	4.00	5.93	8.10	6
Coco	***Cocus nucifera***	3.00	5.54	6.90	9
Uva de Mar	***Coccoloba uvifera***	3.30	5.11	8.20	33
Chit	***Thrinax radiata***	0.80	5.05	7.20	39
Bumelia	***Sideroxylon americanum***	0.70	4.83	7.80	61
Sak loob che	***Ardisia escallonioides***	4.00	4.35	4.70	2

Nombre común	Nombre cientifico	Altura (cm)			Frecuencia
		Minimo	Promedio	Máximo	
Sac niche	***Calypantres pallens***	0.20	3.42	8.10	27
Ciricote de playa	***Cordia sebestena***	1.80	3.10	4.90	12
Yaax kaax	***Pithecellobium keyense***	0.40	3.09	5.20	34
Lirio de playa	***Hymenocallis littoralis***	0.40	0.73	1.00	3
Saladillo	***Batis maritima***	0.60	0.60	0.60	1
Chilibsuk	***Sporobulus virginicus***	0.50	0.50	0.50	1
		0.20	**5.29**	**8.70**	**344**

En el grafico es evidente que los mayores rangos de variación en altura se encuentran con las especies ***Metopium browneii, Thrinax radiata y Sideroxylon americanun, y Calypantres pallens,*** entre otras.

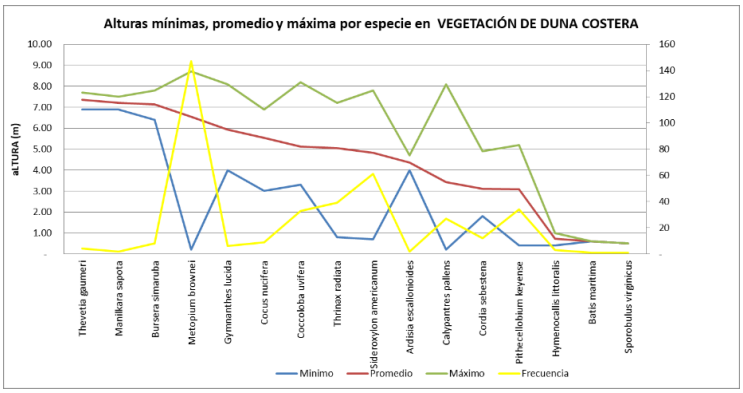


Figura No. 18 Alturas mínimas, promedio y máximas para individuos localizados en Matorral Costero.

En el grafico se puede observar casi la totalidad de las especies reportadas en el predio registran individuos que alcanzan alturas máximas menores a 9 m de altura, aunque en el promedio, ninguna especie rebasa los 8 m de altura; un grupo importante de especies presentan rangos de variación altos para este parámetro, como es el caso de ***Metopium browneii***, ***Thrinax radiata***, ***Coccoloba uvifera***, ***Sideroxylon americanum***, entre otras.
De acuerdo a la distribución en altura que prevalece en los individuos del predio para los estratos arbóreo y arbustivo se identifica que sólo un 9.15% está por arriba de los 9 m de altura y casi el 50% esta en la categoría entre los 6 y lo 9 m de altura.

Rango o categoría altura (m)	No. individuos en muestreo en estratos arbóreo y arbustivo	No. individuos/Ha para estratos arbóreo y arbustivo	%
<3	48	2,048.89	40.94
3 a 6	155	2,497.78	49.91
6 a 9	168	457.78	9.15
9 a 12	0	-	-
12 a 15	0	-	-
Total:	**371.00**	**5,004.44**	**100.00**

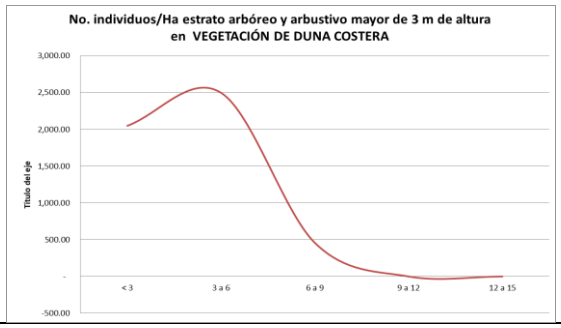


Figura No. 19 Distribución de los individuos muestreados de acuerdo a categorías de alturas en Matorral Costero.

2.2.1.11.1.7. Área basal

Con el muestreo realizado se ha podido estimar que existen 17.95 m2/Ha, cantidad que es buena y que denota un buen estado de conservación de la masa vegetal existente en el predio.

Al desagregar la aportación de área basal para cada estrato resulta que el arbóreo aporta 10.87 m2/Ha (60.55%) en tanto que el estrato arbustivo contribuye con 7.08 m2/Ha que significan el 39.45% del total lo cual está implicando la condición observada en el predio en lo referente a que es una masa arbórea bien conservada y con un proceso de regeneración natural importante.

La dominancia general en la aportación de área basal total recae en la especie ***Metopium browneii***, seguida por Sideroxylon americanum, que aportan 41.02% y 16.86%, respectivamente, del área basal total del predio, es decir, que estas dos especies contribuyen con más de la mitad de este parámetro en el predio.

Cuadro No. 70 Área basal por hectárea y por estrato estimada para el predio en Matorral Costero.

NOMBRE	ESPECIE	ARBOREO	ARBUSTIVO	TOTAL	%
Chechen negro	***Metopium brownei***	6.744	0.618	7.362	41.02
Bumelia	***Sideroxylon americanum***	1.118	1.908	3.025	16.86
Chit	***Thrinax radiata***	0.559	1.732	2.292	12.77
Sac niche	***Calypantres pallens***	0.062	0.992	1.054	5.88
Uva de Mar	***Coccoloba uvifera***	1.044	-	1.044	5.82
Yaax kaax	***Pithecellobium keyense***	-	0.928	0.928	5.17
Coco	***Cocus nucifera***	0.729	-	0.729	4.06
Ciricote de playa	***Cordia sebestena***	0.131	0.577	0.709	3.95
Yaiti	***Gymnanthes lucida***	0.055	0.265	0.319	1.78
Chaca	***Bursera simaruba***	0.241	-	0.241	1.34
Akitz	***Thevetia gaumeri***	0.126	-	0.126	0.70
Sak loob che	***Ardisia escallonioides***	-	0.061	0.061	0.34
Chicozapote	***Manilkara sapota***	0.055	-	0.055	0.31
Chilibsuk	***Sporobulus virginicus***	-	-	-	-
Lirio de playa	***Hymenocallis littoralis***	-	-	-	-
Saladillo	***Batis maritima***	-	-	-	-
		10.87	**7.08**	**17.95**	**100.00**

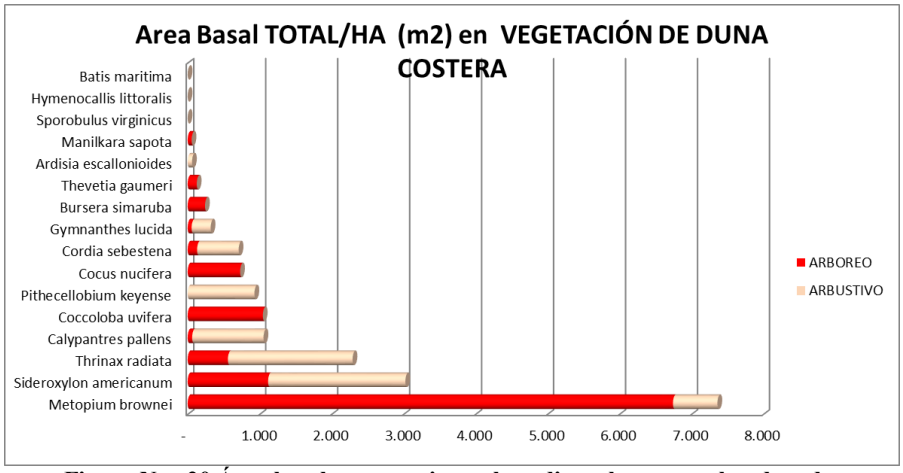


Figura No. 20 Área basal por especie en el predio en basurero abandonado.

2.2.1.11.1.8. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

La especie reportada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y registrada en sitios de muestreo corresponde a ***Thrinax radiata***.

Cuadro No. 71 Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en Matorral Costero.

No.	ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	ESTATUS NOM-059	ENDEMISMO
1	Chit	Thrinax radiata	AREACACEAE	AMENAZADA	ENDEMICA

2.2.2. Fauna silvestre en el SA

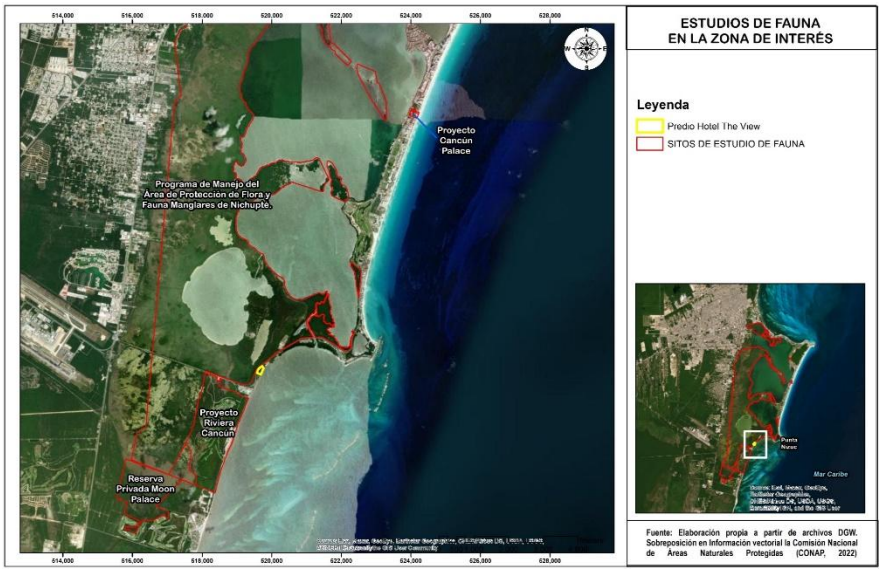
2.2.2.1. Antecedentes y fuentes de información.

En general la fauna de la Península de Yucatán ha sido considerada como única por la composición de su biota, por su conformación geológica y paleobiológica (Arita y Vázquez, 2003)[18]. La riqueza de vertebrados terrestres es menor que aquéllas que habitan en otras zonas tropicales. El número de especies endémicas varía según el grupo específico que se estudie (Duch, 2003).

[18] Arita, H. y E. Vázquez-Domínguez. 2003. Fauna y la conformación de la Provincia Biótica Yucateca: biogeografía y macroecología. In Naturaleza y sociedad en el área Maya, pasado, presente y futuro, P. Colunga-García y A. Larqué-Saavedra (eds.). Academia Mexicana de Ciencias, Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán, Mérida.

La distribución de la fauna no es homogénea a lo largo de la Península Yucateca. Simpson en 1964, describió el patrón de distribución, concluyendo que en la zona base de la Península el número de especies es mayor que en el punto medio, y éste a su vez es mayor que en la punta de la península. Este autor, utilizó a la península como ejemplo de lo que definió "*efecto península*" donde se observó que las penínsulas tienden a ser menos ricas en las puntas que en sus bases. Estudios posteriores han corroborado esta observación en diferentes grupos (Arita y Vázquez, 2003). Las características geográficas y climatológicas que presenta estado de Quintana Roo, lo hacen un medio propicio para el desarrollo y establecimiento de una gran diversidad de animales por lo que se han realizados diversos estudios entre los que destacan los de Gaumer (1917) para toda la península, los estudios para la mastofauna (mamíferos) de Navarro y Robinson (1990) en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, los estudios sobre la herpetofauna (anfibios y reptiles) de Lee (1980), los trabajos en ornitofauna (aves) por Paynter (1955), y los de Blake en 1953. De estos y muchos otros estudios se ha reconocido e identificado la composición faunística en Quintana Roo.

El municipio de Benito Juárez aun presenta diversos grupos faunísticos. Sin embargo, las diversas actividades humanas han modificado directa o indirectamente la distribución y abundancia de estos grupos. El siguiente apartado faunístico tiene como propósito determinar la composición de especies que se encuentran en el área de estudio y con base en ello inferir las condiciones ecológicas generales del sitio. Para ello se consultaron diferentes estudios de fauna realizados en la zona de interés al proyecto Hotel The View, entre otros el Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté.



Plano No. 57. Estudios de fauna en la zona de estudio

El primero que corresponde al Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté[19], en el Sistema Lagunar Nichupté se ha registrado la presencia de al menos 166 especies, conformadas por 78 especies de peces, 10 de anfibios, 15 de reptiles, 43 de aves y 20 de mamíferos. De este total 30 especies se encuentran registradas en 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.

La ornitofauna asociada al Sistema Lagunar Nichupté habita en las comunidades vegetales que bordean el espejo de agua, siendo las aves acuáticas las que se observan preferentemente en las zonas de escaso tirante de agua o en la vegetación de manglar que rodea el espejo lagunar. Es importante señalar que durante los recorridos realizados en el SLN no se observaron sitios definidos de anidación de las especies, por lo que se presume que esta parte del ciclo de vida la realizan en una amplia diversidad de condiciones que ofrece el área.

Dentro de las especies reportadas se registraron con estatus de protección las siguientes: el loro yucateco ó T'uut (*Amazona xantholora*), el avetoro del Eje Neovolcánico (*Botaurus lentiginosus*) y el rascón picudo (*Rallus longirostris*) en la categoría de amenazadas, mientras que el perico pecho sucio (*Aratinga nana*), la garza pachicastaña (*Agamia agami*), la garza colorada (*Egretta rufescens*), la garza tigre (*Tigrisoma mexicanum*), la cigüeña americana (*Mycteria americana*) y el vireo manglero (*Vireo pallens*) sujetas a protección especial.

La mastofauna del Sistema Lagunar Nichupté se restringe a las zonas con vegetación que bordean su espejo de agua, y sólo los tlacuaches habitan lugares donde existen construcciones. Dentro de las especies reportadas se registraron con estatus de protección las siguientes: el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) en peligro de extinción, el puerco espín tropical (*Coendou mexicanus*) y el jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*) en la categoría de amenazadas.

El segundo estudio, es el realizado en el 2013 en una reserva privada que cuenta en su entorno, con humedales, vegetación de duna costera y selva mediana subperenniflia; la fauna del lugar está representada por 195 especies, que se encuentran distribuidas en 70 familias. Las aves registran el grupo más numeroso, seguidas de los anfibios, reptiles y finalmente los mamíferos.

[19] CONAP, 2014. Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Drenaje de Nichupté. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Primera edición 2014. México.

Los anfibios y reptiles de esta zona registran 16 familias con 33 especies, de las cuales 12 se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especies amenazadas o sujetas a protección especial. Entre ellas podemos mencionar a *Leptophis mexicanus* (culebra perico mexicana), *Crocodylus moreletii* (cocodrilos de pantano), *Rhinoclemmys areolata* (tortuga de monte mojina), *Kinosternon scorpiodes* (tortuga escorpión). Otras especies que han sido observadas son la *Crotalus durissus* (víbora de cascabel), *Leptodeira frenata* (culebra nocturna), *Basiliscus vittatus* (toloque) y *Rana berlandeiri* (rana leopardo).

La avifauna está representada por 137 especies, que se encuentran divididas en 40 familias. El 10.2% de éstas son catalogadas bajo un régimen de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010. El 67.1% de ellas son aves residentes, entre éstas podemos observar al gavilán gris (*Buteo nitidus*), el pato pijiji (*Dendrocygna autumnalis*), la garza blanca (*Ardea alba*) y la calandría campera (*Icterus gularis*).

De las especies protegidas, 14 se encuentran sujetas a protección especial como el gavilan negro (*Buteogallus urubitinga*), el garzón cenizo (*Ardea herodias*) y el loro frente blanco (*Amazona alfifrons*); dos se encuentran amenazadas: *Tigrisoma mexicanum* (garza tigre) y *Ramphastos sulphuratus* (tucán real); y *Mycteria americana* está señalada como en peligro de extinción. Del total de aves, cuatro están categorizadas como endémicas.

Se han registrado un total de 25 especies, contenidas en 14 familias, que están distribuidas a lo largo de la zona y que utilizan los diversos ambientes para alimentarse y protegerse. De acuerdo con los datos colectados cinco especies se encuentran protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010. *Leopardus wiedii* (tigrillo) y *Tamandua mexicana* (oso hormiguero), están reportadas como especies en peligro de extinción, además de que la última también está catalogada como una especie endémica. *Coendou mexicanus* (puerco espín), *Herpailurus yagouaroundi* (leoncillo) y *Peromyscus leucopus* (ratón de Cozumel) son especies amenazadas.

Los resultados del estudio de fauna de la reserva privada, ubicada en la parte suroeste del sistema ambiental, presenta 28 especies de fauna catalogadas en algún estatus de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, y 7 especies endémicas.

Cuadro No. 72. Especies de fauna registradas para la Reserva privada, catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Mamíferos		
Número	Familia	Especie
1	Felidae	*Herpailurus yagouaroundi*
2		*Leopardus wiedii*
3	Muridae	*Peromyscus leucopus*
4	Myrmecophagidae	*Tamandua mexicana*
5	Rodentia	*Coendou mexicanus*
Aves		
Número	**Familia**	**Especie**
6	Accipitridae	*Buteo albicaudatus*
7		*Buteo albonatus*
8	Ardeidae	*Ardea herodias*

Mamíferos		
Número	Familia	Especie
9		*Trigrisoma mexicanum*
10	Ciconiae	*Mycteria americana*
11	Muscicapidae	*Polioptila plúmbea*
12	Podicipedidae	*Tachybaptus dominicus*
13	Psittacidae	*Amazona albifrons*
14		*Aratinga nana*
15	Ramphastidae	*Ramphastos sulphuratus*
16	Vireonidae	*Vireo pallens*
Anfibios y Reptiles		
Número	**Familia**	**Especie**
17	Boidae	*Boa constrictor*
18	Colubridae	*Leptophis mexicanus*
19		*Thamnophis proximus*
20	Crocodylidae	*Crocodylus acutus*
21		*Crocodylus moreletii*
22	Emydidae	*Rhinoclemmys areolata*
23		*Trachemys scripta*
24	Gekkonidae	*Sphaerodactylus glaucus*
25	Iguanidae	*Ctenosaura similis*
26	Kinosternidae	*Kinosternon acutum*
27		*Kinosternon scorpioides*
28	Phrynosomatidae	*Sceloporus cozumelae*

Cuadro No. 73 Especies endémicas registradas en el predio correspondiente a la Reserva privada

Mamiferos		
Número	**Familia**	**Especie**
1	Myrmecophagidae	*Tamandua mexicana*
Aves		
2	Ardeidae	*Ardea herodias*
3	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*
4	Icteridae	*Icterus auratus*
5	Picidae	*Melanerpes pygmaeus*
Anfibios y Reptiles		
6	Phrynosomatidae	*Sceloporus cozumelae*
7		*Sceloporus chrysostictus*

Del tercer estudio, también cercano al predio del estudio, realizado en el 2017 se registró un total de 40 especies repartidas en 20 órdenes y 32 familias. De las 40 especies, 22 representan al grupo de aves, 11 al grupo de mamíferos, 4 al grupo de reptiles, una especie en el grupo de anfibios y dos especies en el grupo de peces.

Cuadro No. 74 Listado de fauna en estudio del SA

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	
				CATEGORÍA	ISTRIBUCIÓN
Aves					
Accipitriforme	Accipitridae	*Buteo magnirostris*	Aguililla caminera		
	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote negro		
Charadriiforme	Sternidae	*Sternula antillarum*	Golondrina marina mínima		
Columbiforme	Columbidae	*Columbina passerina*	Tortolita común		
		Patagioenas flavirostris	Paloma morada		
		Streptopelia decaocto	Paloma		
Coraciiforme	Cerylidae	*Chloroceryle americana*	Martin pescador verde		
Galliforme	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca vetula		
Passeriforme	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara Yucateca		
	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate		
		Icterus cucullatus	Calandria cuculada		
	Mimidae	*Mimus gilvus*	Cenzontle		
	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Grande		
Pelecaniforme	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza grande		
		Tigrisoma mexicanum	Garza tigre	Pr	NE
	Ciconiiformes	*Eudocimus albus*	Ibis blanco		
	Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelicano pardo		
Piciforme	Ramphastidae	*Melanerpes pygmaeus*	Carpintero yucateco		
Psittaciforme	Psittacidae	*Aratinga nana*	Perico pechisucio	Pr	NE
Strigiforme	Strigidae	*Bubo virginianus*	Búho cornudo		
Suliforme	Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata magnifica		
Trogoniforme	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Trogon cabeza negra		
12	**18**	***S=22***			
Mamíferos					
Artiodactyla	Cervidae	*Mazama pandora*	Venado temazate		
Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus lituratus*	Murcielago frugivoro gigante		
		Sturnira lilium	Murcielago de carreteras menor		
		Artibeus jamaicensis	Murcielago frutero		

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	
				CATEGORÍA	DISTRIBUCIÓN
		Carollia sowelli	Murcielago frugivoro de cola corta		
Rodentia	Cuniculidae	*Cuniculus paca*	Tepezcuintle		
	Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	Sereque		
	Sciuridae	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla		
Carnivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorrita gris		
	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí de nariz blanca		
		Nasua narica nelsoni	Coatí isleño	A	E
4	**7**	***S=11***			
Reptiles					
Squamata	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Tequereque		
	Polychrotidae	*Anolis sagrei*	Lagartija		
	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana	A	NE
	Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija		
1	**4**	***S=4***			
Anfibios					
Anura	Leptodactylidae	*Leptodactylus melanonotus*	Ranita de hojarasca		
1	**1**	***S=1***			
Peces					
Perciforme	Cichlidae	*Cichlasoma sp*	Mojarra de lodo		
Cyprinodontiforme	Poecillidae	*Gambusia sexradiata*	Guayacon del sureste		
2	**2**	***S=2***			
20	**32**	***S=40***			

De las 40 especies registradas en este tercer estudio, cuatro de ellas se enlistan en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, las dos primeras especies en la categoría de protección especial (Pr), y la tercera y cuarta especie en la categoría de Amenazadas (A).

Cuadro No. 75 Listado de fauna presente en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el tercer estudio de fauna de referencia.

Grupo	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	
					Categoría	Distribución
Aves	Pelecaniforme	Ardeidae	*Tigrisoma mexicanum*	Garza tigre	Pr	NE
	Psittaciforme	Psittacidae	*Aratinga nana*	Perico pechisucio	Pr	NE
Mamíferos	Carnivora	Procyonidae	*Nasua narica nelsoni*	Coatí isleño	A	E
Reptiles	Squamata	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana	A	NE

Otro estudio, en otro predio costero en la zona del SA, se realizó en el 2019. En el predio se encontraron ejemplares pertenecientes al grupo de los reptiles, mamíferos y aves, siendo este último el más diverso. Cabe destacar que no se obtuvo el registro de ningún anfibio.

El registro total de la presente caracterización corresponde a **33** especies, información que se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro No. 76 Grupos de especies registrados en un predio costero del SA

Grupo	Especies registradas	Porcentaje %
Aves	28	84.85
Reptiles	4	12.12
Mamíferos	1	3.03
Anfibios	0	0
Total	**33**	**100**

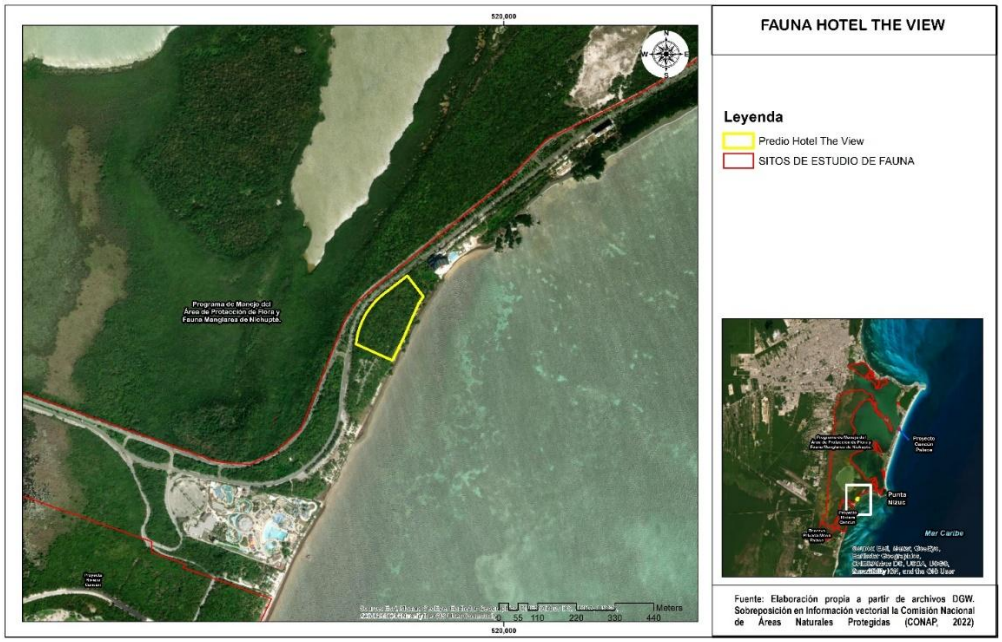
En el siguiente cuadro se presenta el listado general y total de las especies registradas en el predio costero del SA de referencia.

Cuadro No. 77 Lista de especies de vertebrados obtenida durante el muestreo 2019 en el predio del SA de referencia. Se indica el estatus dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT: A: Amenazada, Pr: Protección especial.

NO.	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059	ENDEMISMO
REPTILES= 4 ESPECIES					
1	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada	A	
2	Lacertidae	*Aspidoscelis cozumelus*	Huico de la Isla Cozumel		E
3	Lacertidae	*Anolis sagrei*	Lagartija común		
4	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Gecko doméstico		
AVES = 28 ESPECIES					

NO.	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059	ENDEMISMO
1	Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelicano café		
2	Laridae	*Thalasseus maximus*	Charrán real		
3	Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata magnífica		
4	Columbidae	*Streptotelia decaocto*	Paloma de collar turca		
5	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí canela		
6	Parulidae	*Parkesia noveboracensis*	Chipe charquero		
7	Parulidae	*Seiurus aurocapilla*	Chipe suelero		
8	Parulidae	*Setophaga americana*	Chipe pecho manchado		
9	Parulidae	*Setophaga citrina*	Chipe encapuchado		
10	Parulidae	*Setophaga dominica*	Chipe garganta amarilla		
11	Parulidae	*Setophaga magnolia*	Chipe de magnolia		
12	Parulidae	*Setophaga palmarum*	Chipe playero		
13	Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo		
14	Parulidae	*Setophaga ruticilla*	Pavito migratorio		
15	Parulidae	*Mniotilta varia*	Chipe trepador		
16	Icteridae	*Dives*	Tordo cantor		
17	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro menor		
18	Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos		
19	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor		
20	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano piriri		
21	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo		
22	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito común		
23	Vireonidae	*Vireo griseus*	Vireo ojos blancos		
24	Vireonidae	*Vireo pallens*	Vireo manglero	Pr	
25	Mimidae	*Dumetella carolinensis*	Maullador gris		
26	Mimidae	*Mimus gilvus*	Cenzontle tropical		
27	Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín azul		
28	Turdidae	*Turdus grayii*	Mirlo café		
MAMÍFEROS = 1 ESPECIE					
1	Procyionidae	*Procyon lotor*	Mapache		

La fauna encontrada dentro del predio es reducida y acotada a reptiles y aves. MP se han detectado mamíferos o anfibios. Lo anterior se debe a la presencia humana y presión que existen en la zona por las actividades antrópicas comunes por el tránsito vehicular y



Plano No. 58. . Ubicación del predio y estudio de fauna cercanos

Si bien el predio tiene un estado de conservación regular, se encuentra inmerso a la zona turística, con un grado medio de urbanización que es un factor que genera un impacto negativo a la fauna silvestre, principalmente como resultado del tránsito de vehículos y personas, y la generación de residuos, por lo que la fauna localizada es de especies habituadas a la presencia humana; se descarta la presencia de mamíferos de talla media y mayor, los cuales ya han migrado a otras zonas más seguras.

El grupo de aves es el más adaptado y con presencia de especies adaptadas a zonas costeras y humedales, por la cercanía de éstos al predio. Las especies de reptiles tambiés han sido observadas en el predio durante los trabajos de campo. El Zanate (*Quiscalus mexicanus*), la Iguana rayada (*Ctenosaura similis*) y la Lagartija común (*Annolis sagrei*), son de las especies de mayor presencia.

De las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT- 2010 y endémicas observadas en el predio corresponden a las siguientes listadas en el cuadro.

Cuadro No. 78 Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT- 2010 en el sitio del proyecto.

Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	
				Categoría	Distribución
Aves	Psittacidae	*Aratinga nana*	Perico pechisucio	Pr	NE
	Vireonidae	*Vireo pallens*	Vireo manglero	Pr	NE
Reptiles	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana	A	NE

Los programas de rescate y reforestación con especies nativas de flora que produzcan alimento para la fauna serán de vital importancia para mitigar el impacto sobre la fauna silvestre.

2.3. Medio socioeconómico.

2.3.1. Demografía

El PMDUBJ idica que el registro oficial del INEGI, 2015, señala que el municipio alberga una población de 743,626 habitantes, 12.5% más que el registro inmediato anterior, con una tasa de crecimiento media anual (TCMA).

Este ordenamiento urbano estimaba que si bien la TCMA presenta una tendencia a la baja, se estima que la población en el municipio incrementa a razón de 29 mil personas promedio anual, por lo que en 2018 Benito Juárez contaría con **830 mil personas** para llegar a **892 mil** para el cierre del presente quinquenio (2020).

Por lo que la demanda de vivienda particular en el municipio para 2020 se estimó en alrededor de 276 mil viviendas, 53 mil 600 viviendas más que en 2015; representando un incremento de 24% respecto al último registro oficial.

2.3.2. Vivienda

El el PMDUBJ se indica que:

"Se estima que para el 2015 el municipio registró 290,100 viviendas, de las cuales 222,072 estaban habitadas (76.6%). En ambos casos, Benito Juárez alberga una de cada dos viviendas de la entidad.

De mantenerse la tasa de ocupación de las viviendas, y de acuerdo con lo proyectado, se estima que para el 2020 el municipio contará con 360 mil viviendas totales, 24% más que en 2015. Cabe señalar que la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) registra 4,882 hectáreas de reserva territorial municipal al cierre de junio de 2018.

El derecho a la vivienda adecuada está relacionado con la tenencia de la vivienda, en este sentido para el 2015, en el municipio 62% de las viviendas eran propiedad de quienes las habitaban; 10% menos que el registro inmediato anterior. Por el contrario, la vivienda rentada aumentó un 20% para llegar a poco más de 60 mil viviendas (INEGI, 2015).

La demanda de vivienda puede medirse a través de la dinámica de financiamientos. Para 2017, en el municipio se otorgaron 18,282 financiamientos (CONAVI), 57% del total otorgado en Quintana Roo. De ellos, 15,445 fueron destinados para adquirir una vivienda nueva, siendo la de valor popular la más recurrente con una participación de 75%."

2.3.3. Migración

En este tema el PMDUBJ señala que:

"De acuerdo con el INEGI, Quintana Roo registra la segunda tasa más alta de inmigración, movimiento social con mayor presencia en la zona norte debido al fenómeno de atracción de la actividad turística.

La migración hacia Benito Juárez históricamente ha sido con la intención de mejorar la situación económica, así como el desarrollo personal y familiar de quienes deciden adoptar al municipio como su lugar de residencia temporal o de forma definitiva.

La población proveniente fuera del territorio estatal hacia el municipio se ha mantenido creciente en números absolutos, aunque en valores proporcio- nales la tendencia es hacia la baja. Lo anterior motivado por una base sólida y estable de población permanente en el municipio.

Tan solo en el último registro del INEGI (2015) 75 mil 723 personas, prove- nientes de otra entidad o país, llegaron a radicar al municipio, de las cuales 52% fueron hombres y el porcentaje restante mujeres.

De igual forma, el INEGI registra la movilidad intermunicipal por lo que en 2015 al municipio llegaron a vivir 5 mil 780 personas de alguno de los municipios de Quintana Roo.

La población inmigrante al municipio se distribuyó, en 2010 (INEGI), principalmente en la zona norte y oeste de la ciudad como puede apreciarse en el ilustración."

2.3.4. Población económicamente activa

En cuanto a al teme económico, el análisis del PMDUBJ acota lo siguiente:

"El municipio cuenta con un potencial demográfico importante, pero subutilizado. La tasa de participación económica (TPE) es de 62%, debido principalmente a la poca participación de la mujer en el trabajo remunerado.

LA TPE representó una población de 361 mil en 2015, con una tasa de ocupación de 97%, es decir, que de la población anterior alrededor de 351 mil se encontraban empleadas.

Las condiciones de ocupación han cambiado sig- nificativamente en el municipio. La población ocu- pada se concentra en actividades terciarias con una participación de **86%."**

2.3.5. Educación

Para el rubro de Educación, el instrumento analiza y concluye que:

"Con base en información de la Secretaría de Educación Pública, para el ciclo 2016-2017, Benito Juárez concentra mayor oferta educativa que cualquier otro municipio de la entidad, en éste se ubican tres de cada diez planteles.

El equipamiento educativo registrado en el municipio fue de 703 planteles, de los cuales 87% estaban enfocados a la educación básica, 10% a la me- dia superior y 3% a la preparación universitaria. Cabe señalar que de dichos planteles, 60% corresponden al sostenimiento público y la proporción res- tante al privado. Las escuelas del ámbito privado incluso superan la oferta pública en los niveles medio superior y superior, con una proporción de 56 y 64% respectivamente.

El sistema educativo en el municipio se complementa con 6 mil 47 aulas en uso y una plantilla docente de 10 mil 379 profesores; los cuales atiende a una población de 190 mil 756 personas de entre 3 a 24 años.

La tasa de matriculación permite observar que la oferta de educación básica, en lo referente a primaria y secundaría, atiende a toda la población de 6 a 14 años. De igual forma, queda evidenciado que deben mejorarse las políticas de acceso, promoción y vinculación para la población en edad de cursar la educación preescolar, media superior y superior.

El nivel medio presenta un déficit de atención de 29%, ya que 10,987 jóvenes de 15 a 17 años no se han incorporado al sistema escolar. Lo anterior cobra mayor relevancia ya que en el ciclo 2012-2013 entra en vigor la obligatorie- dad del mismo.

Respecto al nivel superior, solo 17 mil 745 (18%) personas de 18 a 24 años es atendida por el sistema educativo, quedando por fuera del mismo al rededor de 80 mil jóvenes."

2.3.6. Salud

Para el tema de salud el PMDUBJ resalta lo siguiente:

"Al cierre del primer trimestre del 2018 el munici- pio registró 1,004 establecimientos destinados a la prestación de servicios de salud y asistencia social.

Es importante señalar que si bien la población con acceso a los servicios de salud se ha incrementado de forma constante, el último registro municipal señala que alrededor de 165 mil personas no tenían acceso a los mismos.

Destaca la reducción de la población afiliada al IMSS y el incremento en la cobertura del seguro popular, lo que refleja el panorama laboral de Benito Juárez. En este sentido, en el primer trimestre del 2018 la ENOE señala que 46% de la población ocupada no tiene acceso a alguna institución de salud, lo cual se entiende por la tasa de informalidad laboral que es de 37.6%.

Lo anterior es de relevancia ya que la tasa bruta de mortalidad se ha incrementado constantemente desde el año 2000."

2.3.7. Estratos de ingreso de la población

En cuanto al análisis de ingresos y salarios el PMDUBJ conlcuye lo siguiente:

"La población ocupada se concentra en actividades terciarias. Dada la vocación turística del municipio no es de sorprender que la actividad de restaurantes y alojamiento concentre a 23.5% de la población ocupada. Como segunda actividad económica de la población se ubica el comercio con una participación de 18%, actividad en donde las mujeres tienen una participa- ción de 76% más que los hombres.

Respecto a los ingresos percibidos por la fuerza laboral municipal, 39% de la población ocupada percibe hasta dos salarios mínimos diarios, es decir, un ingreso mensual no mayor a 5 mil 302 pesos.

La mayor proporción de la población trabajadora (51%) recibe un ingreso entre 5,303 a 13,254 pesos mensuales, en donde la participación de los hombres representa 37% más que la de las mujeres.

Un indicador complementario al ingreso es la Tasa de Condiciones Críticas de Ocupación (TCCO), que para marzo de 2018 en el municipio es de 13.7%, solo 1.8% más baja que la media nacional. Dicha tasa se incremento en un 50% respecto al primes trimestre del 2017, cuando fue de 9.1%.

La TCCO refleja que alrededor de 53 mil personas laboran en condiciones inadecuadas desde el punto de vista del tiempo de trabajo, los ingresos o una combinación insatisfactoria de ambos."

2.3.8. Economía basada en el Turismo

Cancuin basa su economía en actividades terciaria dependientes del Turismo; el PMDUBJ sostiene las siguientes conlcusiones referidas al impacto económico de esta actividad.

"El éxito económico que generó la actividad turística en el Centro Integralmente Planeado (CIP) de Cancún, ha motivado con el paso del tiempo, una mayor demanda de suelo para la oferta turística.

Actualmente la superficie destinada a la actividad turística es de 1 mil 360 hectáreas, lo que representa 8.7% de la superficie urbana total. El uso con mayor proporción es el Turístico Residencial, que con una superficie de 555 hectáreas representa 41% del total suelo turístico. Por su parte, el suelo destinado a los centros de hospedaje es de 408 hectáreas, superficie que se distribuye en los 187 hoteles con los que cuenta Cancún.

Para 2015, última información disponible, la actividad de restaurantes y servicios de alojamiento generó en el en la entidad poco más de 50 mil millones de pesos. En Benito Juárez se estima, con base en la población ocupada, que dicha actividad contribuyó con más de 27 mil millones de pesos a la econó- mica local.

La movilidad turística hacia el municipio se ha mantenido en constante cre- cimiento desde el 2010, superando la emergencia sanitaria coyuntural regis- trada en 2009. Al cierre del 2017, Cancún como destino registró una afluencia de poco más de 4.7 millones de turistas, lo que en promedio significo 13 mil personas diarias adicionales a la población habitual del municipio, lo cual no es un tema menor por lo que se significa en la demanda de servicios urbanos como son el consumo de agua, energía eléctrica, servicios de salud y transporte, por mencionar algunos.
La infraestructura turística se compone de 35 mil 549 cuartos hoteleros, que en 2017 registraron una ocupación promedio de 78% con una estadía de 5.2 días."

2.4. Paisaje

El concepto de paisaje ha sido muy discutido y controvertido en los últimos años, sin embargo, no existe una definición que satisfaga completamente todos los puntos de vista. Esto se debe a la jerarquía taxonómica que se asigna a uno o algunos de sus componentes, a su extensión o cobertura y a la temporalidad con que se le conciba. No obstante, en las diferentes definiciones que aparecen en la literatura, se aprecia una tendencia a relacionar y concatenar los componentes físicos y bióticos que conforman el medio natural.
En general, por territorio se entiende el medio natural que ha sido construido y transformado por el hombre. Un espacio sobre el que se ha intervenido buscando un determinado tipo de aprovechamiento, el desarrollo de este territorio. De lo que se construye para desarrollar el territorio, lo que tiene más voluntad de permanencia y sirve de soporte a todo tipo de actividades son las infraestructuras

Para el caso de este proyecto, se propone mantener la cobertura vegetal nativa en las zonas destinadas como conservación, lo que, aunado al diseño y distribución de las mismas, permitirá mantener la identidad de la cobertura vegetal nativa, y por lo tanto de su fisonomía original.

El desarrollo del proyecto afectará el paisaje, sin embargo, esta afectación será de manera puntual en el área del proyecto, sin perder de vista de que el proyecto está dentro de una zona donde existen actividades antrópicas y desarrollos inmobiliarios, que ya incidieron de manera negativa sobre el paisaje y que a fuerza del tiempo, las estructuras hoteleras son elementos del paisaje urbano-natural de la zona hotelera. En este sentido, la percepción visual puede ser atenuada, ya que se está dejando un área de conservación y el proyecto conlcuido será un elemento adicional al paisaje integrado y previsto en la planeación del desarrollo de la tercera etapa de la zona hotelera de Cancún.

3. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto.

De acuerdo con el artículo 7 de la **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**, los Servicios ambientales se definen de la siguiente manera:

> **"LXI. Servicios ambientales:** Beneficios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo forestal sustentable, que pueden ser servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales, y que son necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y que proporcionan beneficios al ser humano. Los ecosistemas forestales funcionan como sumideros de carbono prestando servicios ambientales de absorción, secuestro, fijación y almacenamiento del dióxido de carbono;

En la Evaluación del Milenio[20] promovida en el seno de las Naciones Unidas como una necesidad de entender y tener un instrumento para la toma de decisiones y desarrollo de políticas públicas relacionadas con el Bienestar Humano, el medio ambiente y los Objetivos del Milenio, se estableció un marco conceptual que permitiera realizar la Evaluación de Ecosistemas del Milenio. En el desarrollo del marco conceptual fue necesario identificar algunas definiciones:

> **Ecosistema.** Un ecosistema es un complejo dinámico de comunidades de plantas, animales y microorganismos y el medio ambiente inorgánico que interactúan como una unidad funcional. Los seres humanos son parte integral de los ecosistemas. Los ecosistemas presentan diferencias ostensibles de tamaño; una poza pasajera en la hendidura de un árbol y una cuenca oceánica pueden ambas constituir un ecosistema.
>
> **Servicios que prestan los ecosistemas.** Los servicios que prestan los ecosistemas son los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas. Estos beneficios contemplan servicios de suministro, como los alimentos y el agua; servicios de regulación, como la regulación de las inundaciones, las sequías, la degradación del suelo y las enfermedades; servicios de base, como la formación del suelo y los ciclos de los nutrientes; y servicios culturales, como los beneficios recreacionales, espirituales, religiosos y otros beneficios intangibles.

[20] UN. 2005. Millenium Ecosystem Assessment.

Bienestar. El bienestar humano tiene múltiples constituyentes, entre los que se incluyen los materiales básicos para el buen vivir, la libertad y las opciones, la salud, las buenas relaciones sociales y la seguridad. El bienestar es uno de los extremos de un continuo cuyo opuesto es la pobreza, que se define como una "privación ostensible del bienestar". Los componentes del bienestar, tal como las personas los experimentan y perciben, dependen de la situación, reflejan la geografía, la cultura y las circunstancias ecológicas locales.

La interacción de los servicios y los factores que los proveen, es dinámica y fuertemente asociada, de tal manera que lo que ocurra en alguno de ellos, tendrá efectos en el resto. Por otro lado, se reconoce también que existe una fuerte interacción de los ecosistemas, los servicios ambientales y el bienestar de la sociedad.
En general desarrollaron un modelo conceptual que se explica a continuación y que es uno de los principales referentes para la aplicación de políticas públicas en el tema de servicios ambientales a nivel global.

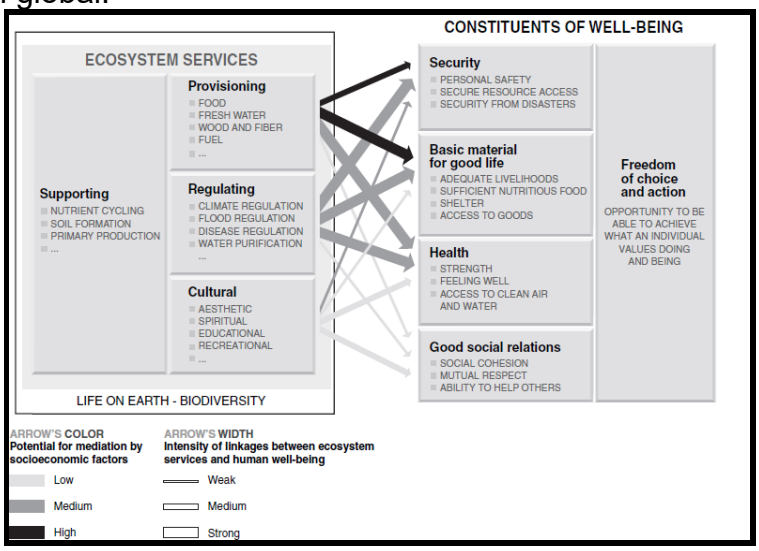


Figura No. 21 Modelo conceptual de las relaciones de los servicios ambientales y el bienestar humano. Fuente; EMA, 2015.

La descripción del modelo conceptual de las relaciones entre los servicios ecosistémicos y el bienestar humano es como sigue:

La figura describe el grado de relación entre las categorías de los servicios ecosistémicos y los componentes del bienestar humano como son la seguridad, materiales básicos para la calidad de vida, salud y buenas relaciones sociales que redundan en una condición de bienestar humana y permite oportunidades para el tomar decisiones de cambio y de acción. Destaca como una interacción muy fuerte los servicios de aprovisionamiento que inciden directamente sobre bienes y servicios para la calidad de vida.

Otras interacciones del modelo que también resaltan por ser fuertes, corresponden a los servicios de regulación que inciden en la seguridad de las personas, en beneficios para la calidad de vida y en la salud.

Relaciones menos fuertes se desprenden de los servicios ambientales culturales, que, aunque se relacionan con los tres factores socioeconómicos, son los de menor impacto hacia el bienestar humano, pero no por ello dejan de ser importantes.

La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), que promueve el pago de servicios ambientales como una estrategia de conservación identifica a los servicios ambientales de la siguiente manera:

*"Los Servicios Ambientales del Bosque (**SAB**) son los beneficios que la gente recibe de los diferentes ecosistemas forestales, ya sea de manera natural o por medio de su manejo sustentable, ya sea a nivel local, regional o global.*

Los servicios ambientales influyen directamente en el mantenimiento de la vida, generando beneficios y bienestar para las personas y las comunidades.

Son ejemplos de servicios ambientales del bosque:

- *Captación y filtración de agua;*
- *Mitigación de los efectos del cambio climático;*
- *Generación de oxígeno y asimilación de diversos contaminantes;*
- *Protección de la biodiversidad*
- *Retención de suelo;*
- *Refugio de fauna silvestre;*
- *Belleza escénica, entre otros.*

Regularmente, los servicios ambientales son gratuitos para la gente que disfruta de ellos, mientas que los dueños y poseedores de terrenos forestales que los proveen no son compensados en forma alguna por ello.

Los servicios ambientales se dice que son beneficios intangibles (aquellos que sabemos existen, pero cuya cuantificación y valoración resultan complicadas) ya que, a diferencia de los bienes o productos ambientales, como es el caso de la madera, los frutos y las plantas medicinales de los cuales nos beneficiamos directamente, los servicios ambientales no se "utilizan" o "aprovechan" de manera directa, sin embargo nos otorgan beneficios, como tener un buen clima, aire limpio, o simplemente un paisaje bello.

Si bien el concepto servicios ambientales es relativamente reciente y permite tener un enfoque más integral para interactuar con el entorno, en realidad las sociedades se han beneficiado de dichos servicios desde sus orígenes, la mayoría de las veces sin tomar conciencia de ello.

3.1. De los beneficios a la sociedad.

Challenger, A (2009)[21] y Greiber T., (2009)[22] refieren la variedad de servicios ambientales de acuerdo a las categorías descritas en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio.

Servicios ambientales de soporte

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio ha establecido cuatro categorías de los servicios ambientales de los ecosistemas.

1) Formación del suelo (su conservación y fertilidad)
2) Ciclos biogeoquímicos (por los medios geológico, biológico y químico), p.ej. nitrógeno, fósforo, etc.
3) Ciclo hidrológico Desplazamiento y distribución del agua en el espacio y el tiempo, y entre sus fases líquida, gaseosa y sólida
4) Producción primaria (fotosíntesis, quimosíntesis)

Servicios ambientales de Regulación.

Son los que se obtienen de los procesos ecológicos que regulan el estado de la biósfera local y regional; incluyen:

1) Clima. La cobertura vegetal afecta la temperatura y la humedad relativa de la atmósfera y del suelo, el albedo, la nubosidad y la precipitación. También captura y libera gases de efecto invernadero (GEI) 2) Agua Los ecosistemas influyen en la proporción de la precipitación que se infiltra, transpira, evapora y se desplaza en las cuencas, en sus velocidades y volúmenes (escurrimientos superficiales), y por ende en el caudal de los ríos y la recarga de los acuíferos
2) Agua. Los ecosistemas influyen en la proporción de la precipitación que se infiltra, transpira, evapora y se desplaza en las cuencas, en sus velocidades y volúmenes (escurrimientos superficiales), y por ende en el caudal de los ríos y la recarga de los acuíferos.
3) Calidad del aire. Intercambio de gases, partículas y sustancias químicas entre los ecosistemas y el aire.
4) Erosión, translocación y sedimentación. La flora y la fauna tienen un papel importante en la retención del suelo y en la regulación de las tasas de erosión, la translocación de partículas (por aire y agua), planicies y bancos de aluvión (terrestres y acuáticos).
5) Calidad del Agua. Los ecosistemas filtran, limpian y descomponen compuestos químicos y detritos, por medio de procesos realizados en el suelo y subsuelo, y actúan como barrera física contra el movimiento de contaminantes en el suelo y el agua.
6) Riesgos naturales La presencia y funcionamiento de ciertos ecosistemas en relación con

[21] SEMARNAT-INE. Challenger, A. Introducción a los servicios ambientales. Seminario de divulgación.
[22] UICN. Greiber, T. Pagos por servicios ambientales. Marcos jurídicos e institucionales. UICN Serie de Política y Derecho Ambiental No. 78. 2009.

otras facetas del paisaje, ayuda a amortiguar los efectos negativos de los eventos hidrometeorológicos extremos, y periodos prolongados de excesos o déficits de agua (manglares y humedales, dunas costeras, vegetación de galería, bosque mesófilo de montaña, etc.).

7) Polinización, control de plagas y pestes, etc. La presencia en los ecosistemas naturales de especies polinizadoras, de depredadores de plagas y pestes, regula la productividad del ecosistema y de los agroecosistemas (producción agropecuaria) 9) Enfermedades Presencia, abundancia y movimiento de patógenos y sus vectores (p.ej., malaria, dengue, cólera, virus del Nilo occidental, influenza aviar, etc.)

Servicios ambientales de provisión

Son aquellos que generan recursos materiales, productos y bienes; incluyen:

1) Alimentos. Todos los que se derivan de plantas, los animales, hongos y los microorganismos.
2) Combustibles. Los derivados de los tejidos leñosos y lignificados de las plantas, las excretas de los animales inflamables productos de la descomposición.
3) Fibras y pieles. Para vestido, techo, redes.
4) Plantas y compuestos medicinales y herbolaria. Productos y subproductos de origen natural utilizados en el tratamiento de enfermedades.
5) Recursos genéticos. Derivados de la flora, fauna, hongos y microorganismos de origen natural, emidomesticados, para el mejoramiento de productos alimenticios o farmacéuticos, para uso de biorremediación, para la producción de compuestos químicos.
6) Materiales para la construcción. Madera, hojas, tierra, arcilla, grava.
7) Recursos ornamentales. Plantas, animales, hongos y microrganismos, así como sus partes y derivados.

Servicios ambientales culturales.

Son los beneficios no materiales que se pueden derivar de los ecosistemas.

1) Valor cultural. Diferentes culturas asignan distintos valores a los ecosistemas y sus componentes.

2) Valor espiritual o religioso. La naturaleza como una muestra de un poder divino o superior, o el poder creativo de los procesos naturales.
3) Valor Estético y de inspiración. Para la creatividad artística, o como símbolo folclórico o de patria.
4) Valor recreativo. Esparcimiento, ecoturismo, otros.

3.2. De la problemática actual

La síntesis de la Evaluación del Milenio del 2005 concentra la problemática del tema de servicios ambientales y el bienestar humano en tres grandes problemas a nivel global:

Tres problemas principales relacionados con nuestra gestión de los ecosistemas del mundo están causando ya un perjuicio importante a las personas y disminuirán significativamente los beneficios que obtenemos de los ecosistemas a largo plazo:

- En primer lugar, de los servicios de los ecosistemas examinados por esta Evaluación, aproximadamente el 60% (15 de 24) se están degradando o se usan de manera no sostenible, con inclusión del agua dulce, la pesca de captura, la purificación del aire y del agua, la regulación del clima regional y local, los riesgos naturales y las pestes. Los costes totales de la pérdida y la degradación de estos servicios de los ecosistemas son difíciles de medir, pero los datos disponibles demuestran que son considerables y que van en aumento. Muchos servicios de los ecosistemas se han degradado como consecuencia de actuaciones llevadas a cabo para aumentar el suministro de otros servicios, como los alimentos. Estas elecciones y arreglos suelen desplazar los costos de la degradación de un grupo de personas a otro, o traspasan los costos a las generaciones futuras.

- En segundo lugar, se ha establecido, aunque los datos son incompletos, que los cambios que se han hecho en los ecosistemas están aumentando la probabilidad de cambios no lineales en los mismos (incluidos cambios acelerados, abruptos y potencialmente irreversibles), que tienen consecuencias importantes para el bienestar humano. Algunos ejemplos de estos cambios son la aparición de enfermedades, las alteraciones bruscas de la calidad del agua, la creación de "zonas muertas" en las aguas costeras, el colapso de las pesquerías y los cambios en los climas regionales.

- En tercer lugar, la degradación de los servicios de los ecosistemas (es decir la merma persistente de la capacidad de un ecosistema de brindar servicios) está contribuyendo al aumento de las desigualdades y disparidades entre los grupos de personas, lo que, en ocasiones, es el principal factor causante de la pobreza y del conflicto social. Esto no significa que los cambios en los ecosistemas, como el aumento de la producción de alimentos, no hayan contribuido también a que muchas personas salgan de la pobreza o del hambre, pero esos cambios han perjudicado a muchos otros individuos y comunidades, cuya apremiante situación muchas veces se ha pasado por alto. En todas las regiones, y particularmente en el África subsahariana, la situación y la gestión de los servicios de los ecosistemas es un factor decisivo en las perspectivas de reducción de la pobreza.

Las principales conclusiones que se generaron a raíz de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio arrojan como datos importantes que:

- En los últimos 50 años, los seres humanos han transformado los ecosistemas más rápida y extensamente que en ningún otro período de tiempo comparable de la historia humana, en gran parte para resolver rápidamente las demandas crecientes de alimento, agua dulce, madera, fibra y combustible. Esto ha generado una pérdida considerable y en gran medida irreversible de la diversidad de la vida sobre la Tierra.

- Los cambios realizados en los ecosistemas han contribuido a obtener considerables beneficios netos en el bienestar humano y el desarrollo económico, pero estos beneficios se han obtenido con crecientes costos consistentes en la degradación de muchos servicios de los ecosistemas, un mayor riesgo de cambios no lineales, y la acentuación de la pobreza de algunos grupos de personas. Estos problemas, si no se los aborda, harán disminuir considerablemente los beneficios que las generaciones venideras obtengan de los ecosistemas.

- La degradación de los servicios de los ecosistemas podría empeorar considerablemente durante la primera mitad del presente siglo y ser un obstáculo para la consecución de los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

- El desafío de revertir la degradación de los ecosistemas y al mismo tiempo satisfacer las mayores demandas de sus servicios puede ser parcialmente resuelto en algunos de los escenarios considerados por la Evaluación, pero ello requiere que se introduzcan cambios significativos en las políticas, instituciones y prácticas, cambios que actualmente no están en marcha. Existen muchas opciones para conservar o fortalecer servicios específicos de los ecosistemas de forma que se reduzcan las elecciones negativas que nos veamos obligados a hacer o que se ofrezcan sinergias positivas con otros servicios de los ecosistemas.

Lo anterior se puede trasladar y comprender en el plano regional y local como una condición en que existen tasas de presión alta sobre la mayoría de los ecosistemas y que ello afecta de manera negativa en los servicios ambientales que generan el bienestar humano.

Que en tanto no se ajusten los niveles de gobernanza y de participación social sobre los recursos naturales y se instrumentes políticas públicas apropiadas, las tendencias de deterior se mantendrán en el mediano y largo plazo e incluso podrían acentuarse.

La Evaluación de Ecosistemas del Milenio reconoce que existen esfuerzos globales y de países para identificar procesos de presión sobre los recursos naturales y contener su deterioro, pero no han sido suficientes para alcanzar un equilibrio que permita garantizar a largo plazo la sustentabilidad.

3.3. Las experiencias en México por pago de servicios ambientales.

En América Latina, el PSA se ha aplicado como una acción local en la búsqueda de repercusiones benéficas regionales y/o globales ante el estrés hídrico que se presenta en escalas locales, regionales y mundiales, la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), la presión que ejerce la población sobre las fronteras forestales para establecer usos agrícolas, asentamientos urbanos irregulares, especulación de suelos periurbanos para vivienda residencial y zonas de servicios, así como el requerimiento de materias primas y productos del bosque; maderables y no maderables. Son numerosos los programas y acciones de PSA en países de la región; Costa Rica, Bolivia, Perú, Brasil, Ecuador, Colombia, El Salvador, Honduras, Guatemala, entre otros, han desarrollado acciones innovadoras. Los esquemas de PSA según (QUINTERO, M. y ESTRADA, R. D., 2006:13-15) se han enfocado a: 1) crear conciencia ambiental; 2) generar un mercado de servicios ambientales (mercado de bonos de carbono) y 3) financiar la conservación y provisión de servicios ambientales.

Los principales servicios ambientales objeto de pago son: los hidrológicos o protección de cuencas, captura de carbono, belleza escénica y protección de la biodiversidad. En países como el Salvador, donde la fragmentación de las regiones boscosas está asociada con agro-ecosistemas de productos básicos; café de sombra y pastos, la compensación por servicios hidrológicos se ha destinado a agrocultivos.

3.4. La estimación del valor de pérdida de los servicios ambientales del proyecto

La SEMARNAT señala que los servicios ambientales o ecosistémicos, son los beneficios intangibles que los diferentes ecosistemas ponen a disposición de la sociedad, ya sea de manera natural o por medio de su manejo sustentable. En consecuencia, la base de los servicios ambientales se encuentre en los componentes y procesos que integran los ecosistemas.

Por lo anterior de los servicios ambientales se destacan los siguientes:

- La provisión de agua en calidad y cantidad suficientes
- La captura de carbono
- La generación de Oxígeno
- El aumento de contaminantes y componentes naturales
- La regulación del clima y el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales
- La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y las formas de vida.
- El control de la erosión, así como la generación, conservación y recuperación de suelos
- La belleza del paisaje y la recreación

Podemos entender los servicios ambientales como los procesos y las funciones de los ecosistemas que, además de influir directamente en el mantenimiento de la vida, generan beneficios y bienestar para las personas y las comunidades.

Cada una de nuestras acciones enfocadas a obtener bienes y servicios del medio natural, así como los fenómenos naturales, pueden tener la capacidad de vencer la resiliencia de los ecosistemas y suspender de manera temporal o permanente la capacidad de generar servicios ambientales.

En relación a lo solicitado en el presente apartado van a analizar y determinar la afectación puntual que se generara por el cambio de uso del suelo en terrenos forestales en el predio en cuestión, así como la construcción y operación del proyecto en el tiempo, indicando marco de referencia; para aquellos servicios ambientales que puedan ser cuantificables y que brinda la superficie forestal actual del predio y que pudiese resultar afectada o ponerse en riesgo con la implementación del Cambio de Uso de Suelo en terrenos forestales, así como la construcción y operación del proyecto.

El proyecto se ubica dentro de la Región hidrológica 32 ubicada en la Península de Yucatán y denominada R.H. Yucatán Norte. Esta región hidrológica ocupa casi el 47% de la Península de Yucatán. La parte Norte del estado se encuentra dentro de la cuenca (A) Quintana Roo dentro de la región RH32, y comprende las ciudades principales de Cancún, Playa del Carmen, Cozumel e Isla Mujeres, con una superficie aproximada de 1,4 millones de hectáreas. Y en lo que respecta a la Cuenca Hidrológico-Forestal, la ubicación de la zona de estudio está considerada dentro del área de la provincia Fisiográfica denominada Karts Yucateco, cuya extensión alcanza las 6.09 millones de hectáreas y que corresponde a un 50.0% de la superficie total de la Península de Yucatán.

De acuerdo con lo establecido en este estudio, el predio cuenta en toda su extensión con una vegetación de duna costera, en tanto que los suelos, por ser un terreno costero, es de condiciones arenosas, altamente permeables.

La vegetación juega un rol fundamental ya que favorece la recarga de los mantos acuíferos (aguas subterráneas) de donde obtenemos gran parte del agua que utilizamos en nuestra vida diaria; es el hogar de la fauna silvestre, plantas, insectos y de muchos organismos microscópicos importantes para el equilibrio de la vida y la biodiversidad. Los árboles y las plantas capturan el bióxido de carbono del aire y liberan oxígeno al ambiente, creando de esta manera tan compleja hermosos paisajes, lugares de descanso y espacios para llevar a cabo actividades educativas, recreativas y turísticas; también disminuyen los efectos de fenómenos naturales como huracanes, ciclones o tormentas que pueden causar inundaciones, deslaves u otros, desastres y nos proporcionan frutos, madera y diversas materias primas para fabricar medicinas, y alimentos

Bajo las condiciones actuales de la vegetación que se desarrolla en el predio, es de notarse que aún prevalece la generación de servicios ambientales. A continuación, se hace una revisión de los servicios ambientales que pudieron verse afectados y su impacto.

3.4.1. La provisión de agua en cantidad y calidad suficientes.

El subsuelo de la Península de Yucatán está conformado por roca calcárea; es decir, porosa, lo que lo hace sumamente permeable; asimismo, la zona carece de cuerpos de agua superficiales, pues la mayoría corre de forma subterránea entrelazándose a manera de intrincadas redes de ríos localizados a niveles de poca profundidad. Por lo que la presencia de una cubierta vegetal le sirve como receptor y purificador del agua proveniente de la lluvia misma que es conducida hacia el subsuelo.

De acuerdo a la CONABIO, la hidrología de la península es del cretácico medio e inferior, terciario, con rocas sedimentarias marinas predominantemente calcáreas (calizas y areniscas), con alta permeabilidad

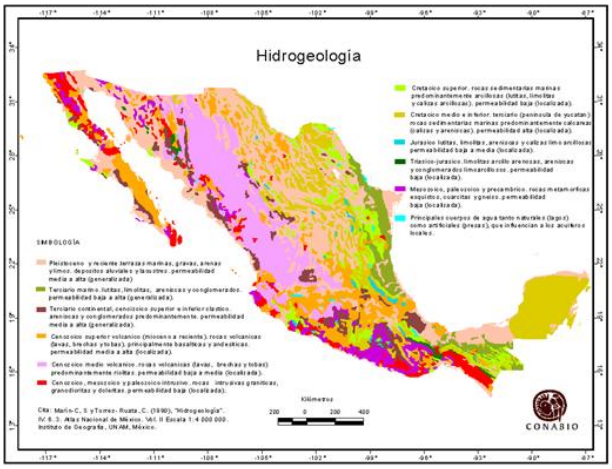


Figura No. 22 Plano de hidrología

La Comisión Nacional del Agua, en sus "Estadísticas del Agua en México. Edición 2014", indica que las aguas de la región Península de Yucatán tienen los siguientes atributos:

La Comisión Nacional del Agua, en sus "Estadísticas del Agua en México. Edición 2021", indica que las aguas de la región Península de Yucatán tienen los siguientes atributos:

En la Península de Yucatán se cuenta con 5,654 m3/hab/año de "agua renovable" en tanto que a nivel nacional la media es de 3,663 m3/hab/año; ocupa el tercer lugar a nivel nacional en disponibilidad de agua renovable (entre los tres estados) al contabilizar un total de 28,878 Hm3/año, parámetros que indican la cantidad de agua disponible para la región (CONAGUA, 2021).

No.	Región hidrlógico-administrativa	Superficie continental (km^2)	Agua renovable 2020 (hm^3/año)	Población Censo 2020 (millones de hab.)	Agua renovable per cápita 2020 (m^3/hab/año)	Aportación al PIB nacional 2019 (%)	Municipios y/o alcaldías de la CDMX (número)
I	Península de Baja California	154 279	4 960	4.77	1 041	4.56%	12
II	Noroeste	196 326	8 275	2.83	2 920	3.29%	78
III	Pacífico Norte	152 007	26 630	4.56	5 846	2.96%	51
IV	Balsas	116 439	23 446	12.24	1 915	6.08%	423
V	Pacífico Sur	82 775	31 310	5.17	6 058	2.26%	378
VI	Río Bravo	390 440	13 045	13.30	981	15.71%	144
VII	Cuencas Centrales del Norte	187 621	4 667	4.76	981	4.44%	78
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	192 722	35 247	25.65	1 374	19.89%	332
IX	Golfo Norte	127 064	28 695	5.20	5 518	2.53%	148
X	Golfo Centro	102 354	95 022	10.65	8 920	6.55%	432
XI	Frontera Sur	99 094	158 021	7.97	19 819	3.71%	143
XII	Península de Yucatán	139 897	28 878	5.11	5 654	5.85%	129
XIII	Aguas del Valle de México	18 229	3 444	23.82	145	22.19%	121
Total		**1 959 248**	**461 640**	**126.01**	**3 663**	**100.00%**	**2 469**

Cuadro No. 79 Carácteríeticas de las Regiones Hidrológicas Administrativas (Conagua, EAM, 2021)

Los recursos de agua renovable de una región o país se refieren a la cantidad de agua máxima que es factible explotar anualmente, es decir, la cantidad de agua que es renovada por la lluvia y por el agua proveniente de otras regiones o países (importaciones).

El agua renovable se calcula como el escurrimiento natural medio superficial interno anual, más la recarga total anual de los acuíferos, más las importaciones de agua de otras regiones o países, menos las exportaciones de agua a otras regiones o países. En el caso de México, para el escurrimiento natural medio superficial interno anual y la recarga de los acuíferos se utilizan los valores medios determinados a partir de los estudios que se hayan hecho en la región.
La cantidad de agua renovable anual dividida por el número de habitantes en la región o país da como resultado el agua renovable per cápita. Se considera que ***un país o región vive en estado de estrés hídrico si su agua renovable es de 1 700 m3/hab/año o menos*** *(FUENTE: Gleick, P. The World's Water 2002-2003. The biennial report on freshwater resources 2002-2003. 2002 citado por CNA, 2010)*

Para el caso de los acuíferos de la Región Península de Yucatán la CONAGUA (2021) establece que existen 4 grandes acuíferos de los cuales ninguno está sobreexplotado, pero dos de ellos tienen intrusión salina y uno tiene aguas subterráneas salobres (corresponde al acuífero de Xpujil, en Campeche).

Número de RHA	RHA	Número de acuíferos					Recarga media (hm^3)
		Total	Sobreexplotado	Con intrusión marina	Bajo el fenómeno de salinización de suelos y aguas subterráneas salobres	Con disponibilidad	
I	Península de Baja California	88	17	11	5	51	1 648
II	Noroeste	62	9	5		43	3 207
III	Pacífico Norte	24	5			9	3 061
IV	Balsas	45	1			38	4 871
V	Pacífico Sur	36				32	1 936
VI	Río Bravo	102	19		8	35	6 370
VII	Cuencas Centrales del Norte	65	23		18	31	2 462
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	128	31			59	9 831
IX	Golfo Norte	40	2			27	4 099
X	Golfo Centro	22				17	4 599
XI	Frontera Sur	23				23	22 718
XII	Península de Yucatán	4		2	1	4	25 316
XIII	Aguas del Valle de México	14	4			9	2 289
Total		**653**	**111**	**18**	**32**	**378**	**92 404**

Cuadro No. 80 Acuíferos en las Regiones Hidrológicas Administrativas (CONAGUA EAM, 2021)

En la figura se identifican los acuíferos sobreexplotados (CONAGUA EAM, 2021) en los que se puede identificar que las zonas centro, norte y noroeste son las más presionadas, en tanto al sur, incluida la Península de Yucatán, no existe acuíferos sobreexplotados.

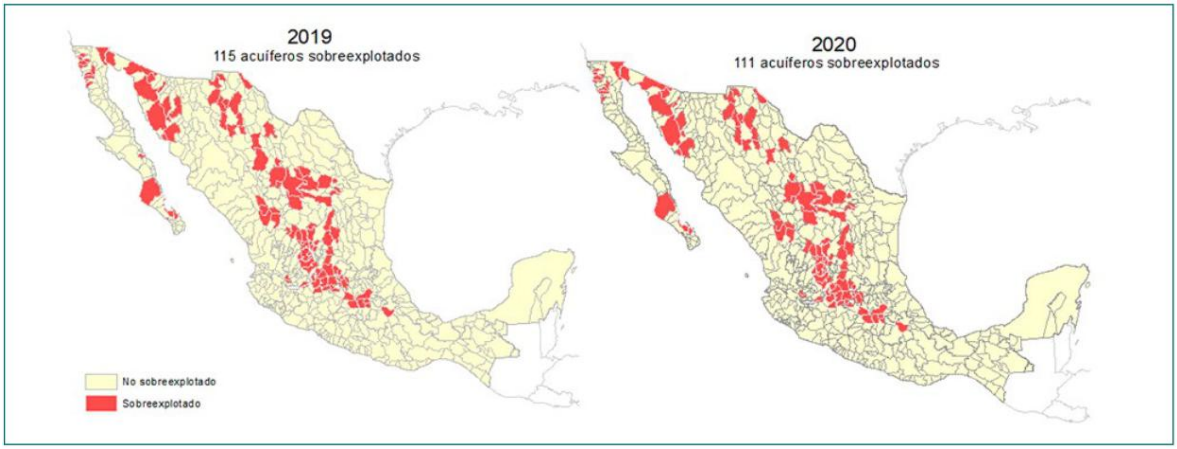


Figura No. 23. Acuíferos sobreexplotados en las Regiones Hidrológicas Administrativas (CONAGUA EAM, 2021)

El reporte EAM, 2021 de la CONAGUA señala que a los acuíferos con intrusión marina o con aguas salobres. En la Península de Yucatán, se tiene intrusión salina en la Isla de Cozumel y en el acuífero Península de Yucatán; para el caso del acuífero de Xpujil, se considera con salinización de suelos y aguas subterráneas salobres.

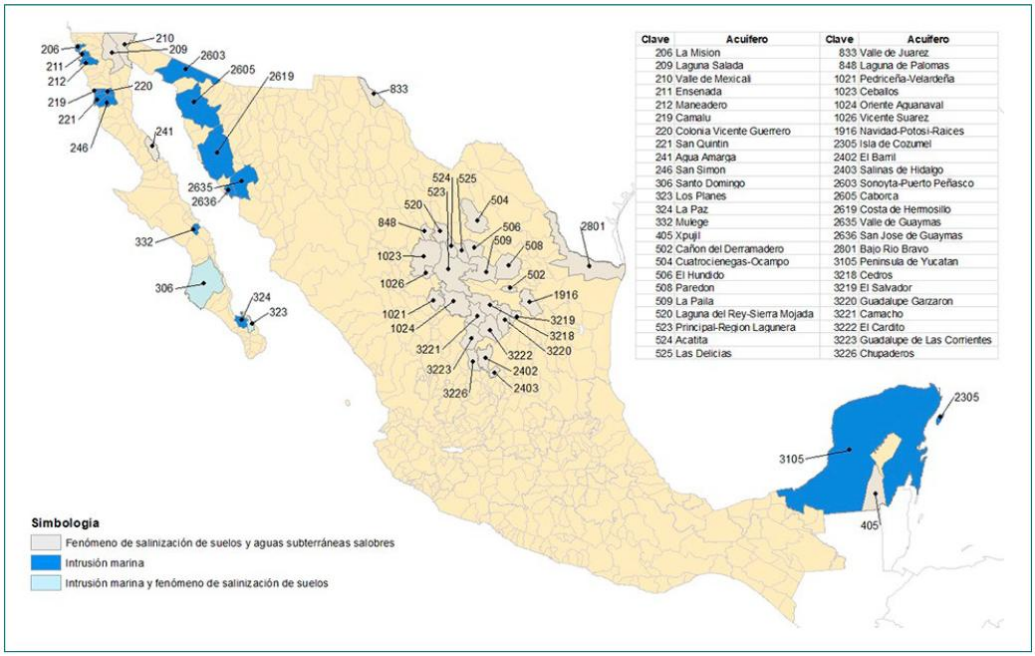


Figura No. 24. Acuíferos acuíferos con problemas de aguas salobres o intrusión marina (CONAGUA EAM, 2021)

En cuanto a la calidad del agua, la misma CONAGUA reporta que las aguas de la Península de Yucatán, tienen buenos niveles de calidad y que cumplen con la mayoría de los estándares requeridos por las Normas Oficiales aplicables en este tema.

La evaluación de la calidad del agua se lleva a cabo utilizando tres indicadores: la Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días (DBO5), la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y los Sólidos Suspendidos Totales (SST). La DBO5 y la DQO se utilizan para determinar la cantidad de materia orgánica presente en los cuerpos de agua provenientes principalmente de las descargas de aguas residuales de origen municipal y no municipal.

La primera determina la cantidad de materia orgánica biodegradable y la segunda mide la cantidad total de materia orgánica. El incremento de la concentración de estos parámetros incide en la disminución del contenido de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua con la consecuente afectación a los ecosistemas acuáticos. Por otro lado, el aumento de la DQO indica presencia de sustancias provenientes de descargas no municipales.

Los SST tienen su origen en las aguas residuales y la erosión del suelo. El incremento de los niveles de SST hace que un cuerpo de agua pierda la capacidad de soportar la diversidad de la vida acuática. Estos parámetros permiten reconocer gradientes que van desde una condición relativamente natural o sin influencia de la actividad humana hasta agua que muestra indicios o aportaciones importantes de descargas de aguas residuales municipales y no municipales, así como áreas con deforestación severa.

Para medir la calidad del agua se indican los estándares previstos en los monitoreos realizados por la CONAGUA en el cuadro siguiente.

T2.17 Escalas de clasificación de la calidad del agua

Criterio (mg/l)	Clasificación	Color
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)		
$DBO_5 \leq 3$	**EXCELENTE.** No contaminada.	AZUL
$3 < DBO_5 \leq 6$	**BUENA CALIDAD.** Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable.	VERDE
$6 < DBO_5 \leq 30$	**ACEPTABLE.** Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente.	AMARILLO
$30 < DBO_5 \leq 120$	**CONTAMINADA.** Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal.	NARANJA
$DBO_5 > 120$	**FUERTEMENTE CONTAMINADA.** Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales.	ROJO
Demanda Química de Oxígeno (DQO)		
$DQO \leq 10$	**EXCELENTE.** No contaminada.	AZUL
$10 < DQO \leq 20$	**BUENA CALIDAD.** Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable y no biodegradable.	VERDE
$20 < DQO \leq 40$	**ACEPTABLE.** Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente.	AMARILLO
$40 < DQO \leq 200$	**CONTAMINADA.** Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal.	NARANJA
$DQO > 200$	**FUERTEMENTE CONTAMINADA.** Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales.	ROJO
Sólidos Suspendidos Totales (SST)		
$SST \leq 25$	**EXCELENTE.** Clase de excepción, muy buena calidad.	AZUL
$25 < SST \leq 75$	**BUENA CALIDAD.** Aguas superficiales con bajo contenido de sólidos suspendidos, generalmente condiciones naturales. Favorece la conservación de comunidades acuáticas y el riego agrícola irrestricto.	VERDE
$75 < SST \leq 150$	**ACEPTABLE.** Aguas superficiales con indicio de contaminación. Con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente. Condición regular para peces. Riego agrícola restringido.	AMARILLO
$150 < SST \leq 400$	**CONTAMINADA.** Aguas superficiales de mala calidad con descargas de aguas residuales crudas. Agua con alto contenido de material suspendido.	NARANJA
$SST > 400$	**FUERTEMENTE CONTAMINADA.** Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales con alta carga contaminante. Mala condición para peces.	ROJO

Los resultados emitidos por la CONAGUA 2021 en base a los muestreos realizados para los principales parámetros utilizados en la calidad del agua se muestran en el cuadro siguiente, en el que se destaca que las aguas muestreadas para la Península de Yucatán, y en particular para la zona sur del estado de Quintana Roo, la calidad del agua está dentro del rango de de buena calidad para los tres parámetros en comento como se muestra en las siguientes figuras.

Año	Región hidrológico-administrativa		Excelente	Buena calidad	Aceptable	Contaminada	Fuertemente contaminada
2019	I	Península de Baja California	45.2	15.5	25.0	11.9	2.4
	II	Noroeste	53.1	10.2	22.4	10.2	4.1
	III	Pacífico Norte	57.6	19.4	18.4	4.1	0.5
	IV	Balsas	33.3	12.4	25.9	18.1	10.3
	V	Pacífico Sur	74.8	5.3	9.9	3.8	6.2
	VI	Río Bravo	61.5	15.0	14.5	6.5	2.5
	VII	Cuencas Centrales del Norte	66.0	14.0	18.0	2.0	0.0
	VIII	Lerma Santiago Pacífico	31.7	13.1	38.8	11.0	5.4
	IX	Golfo Norte	62.9	13.2	13.2	6.3	4.4
	X	Golfo Centro	56.0	10.6	18.3	10.2	4.9
	XI	Frontera Sur	17.9	17.9	51.8	10.4	2.0
	XII	Península de Yucatán	0.0	21.4	66.7	11.9	0.0
	XIII	Aguas del Valle de México	1.6	3.2	46.8	22.6	25.8
		Nacional	**42.6**	**13.5**	**28.8**	**10.1**	**5.0**
2020	I	Península de Baja California	40.4	23.6	20.2	15.7	0.0
	II	Noroeste	74.6	2.8	15.5	7.0	0.0
	III	Pacífico Norte	77.7	8.6	8.6	5.1	0.0
	IV	Balsas	35.1	13.3	33.5	13.3	4.7
	V	Pacífico Sur	75.0	10.4	9.7	1.4	3.5
	VI	Río Bravo	60.7	11.2	20.4	7.3	0.5
	VII	Cuencas Centrales del Norte	81.3	12.5	2.1	4.2	0.0
	VIII	Lerma Santiago Pacífico	38.8	8.0	38.0	11.7	3.5
	IX	Golfo Norte	61.2	13.8	19.0	3.0	3.0
	X	Golfo Centro	65.0	11.8	17.5	4.2	1.5
	XI	Frontera Sur	51.4	18.8	28.3	1.4	0.0
	XII	Península de Yucatán	4.4	24.4	66.7	4.4	0.0
	XIII	Aguas del Valle de México	7.4	22.1	39.7	20.6	10.3
		Nacional	**51.5**	**12.3**	**26.0**	**7.8**	**2.4**

Cuadro No. 81 Porcentaje de puntos de monitoreo con el parámetro Demanda bioquímica de Oxígeno en Aguas superficiales de México (CONAGUA EAM, 2021).

Año	Región hidrológico-administrativa		Excelente	Buena calidad	Aceptable	Contaminada	Fuertemente contaminada
2019	I	Península de Baja California	22.6	16.7	23.8	29.8	7.1
	II	Noroeste	12.2	28.6	34.7	18.4	6.1
	III	Pacífico Norte	21.6	28.6	30.0	16.6	3.2
	IV	Balsas	16.0	8.9	23.0	29.8	22.3
	V	Pacífico Sur	10.7	34.4	33.6	13.7	7.6
	VI	Río Bravo	41.5	23.0	16.5	15.0	4.0
	VII	Cuencas Centrales del Norte	14.0	18.0	42.0	24.0	2.0
	VIII	Lerma Santiago Pacífico	9.0	12.6	23.6	46.0	8.8
	IX	Golfo Norte	32.0	17.0	20.8	23.9	6.3
	X	Golfo Centro	9.3	28.5	27.6	24.4	10.2
	XI	Frontera Sur	10.8	15.1	42.2	27.9	4.0
	XII	Península de Yucatán	0.0	0.0	28.6	69.0	2.4
	XIII	Aguas del Valle de México	0.0	12.9	16.1	38.7	32.3
		Nacional	**15.8**	**18.3**	**26.8**	**30.0**	**9.1**
2020	I	Península de Baja California	19.1	23.6	12.4	36.0	9.0
	II	Noroeste	38.0	22.5	19.7	14.1	5.6
	III	Pacífico Norte	27.4	27.4	23.9	19.3	2.0
	IV	Balsas	16.1	12.0	22.2	42.1	7.6
	V	Pacífico Sur	29.2	32.6	19.4	15.3	3.5
	VI	Río Bravo	36.9	17.0	25.2	19.4	1.5
	VII	Cuencas Centrales del Norte	43.8	20.8	22.9	12.5	0.0
	VIII	Lerma Santiago Pacífico	12.1	12.5	19.8	47.9	7.7
	IX	Golfo Norte	34.9	16.8	19.0	25.0	4.3
	X	Golfo Centro	25.9	28.5	23.2	20.2	2.3
	XI	Frontera Sur	17.8	13.0	51.8	14.9	2.5
	XII	Península de Yucatán	2.2	2.2	46.7	48.9	0.0
	XIII	Aguas del Valle de México	1.5	4.4	13.2	50.0	30.9
		Nacional	**21.9**	**17.6**	**24.6**	**30.6**	**5.4**

Cuadro No. 82 Porcentaje de puntos de monitoreo con el parámetro Demanda química de Oxígeno en Aguas Superficiales (CONAGUA EAM, 2021)

Año	Región hidrológico-administrativa		Excelente	Buena calidad	Aceptable	Contaminada	Fuertemente contaminada
2019	I	Península de Baja California	72.6	17.3	2.2	5.0	2.9
	II	Noroeste	67.7	18.5	4.6	7.7	1.5
	III	Pacífico Norte	59.8	21.8	10.6	3.9	3.9
	IV	Balsas	48.1	18.2	14.4	13.1	6.2
	V	Pacífico Sur	81.4	10.7	3.4	3.4	1.1
	VI	Río Bravo	74.0	16.2	6.4	2.9	0.5
	VII	Cuencas Centrales del Norte	80.0	14.0	2.0	0.0	4.0
	VIII	Lerma Santiago Pacífico	51.9	24.8	13.0	6.2	4.1
	IX	Golfo Norte	64.1	26.3	6.7	2.9	0.0
	X	Golfo Centro	76.2	14.8	6.2	1.2	1.6
	XI	Frontera Sur	55.1	40.3	3.3	1.3	0.0
	XII	Península de Yucatán	78.3	16.2	4.1	1.4	0.0
	XIII	Aguas del Valle de México	37.1	40.3	12.9	6.5	3.2
		Nacional	**61.7**	**22.5**	**8.4**	**4.7**	**2.7**
2020	I	Península de Baja California	80.1	16.1	1.4	2.4	0.0
	II	Noroeste	49.2	28.9	14.8	4.7	2.3
	III	Pacífico Norte	45.0	30.1	12.4	6.4	6.0
	IV	Balsas	42.2	24.9	7.9	12.5	12.5
	V	Pacífico Sur	45.8	29.4	13.6	6.4	4.8
	VI	Río Bravo	63.3	22.8	10.7	1.9	1.4
	VII	Cuencas Centrales del Norte	72.9	12.5	8.3	4.2	2.1
	VIII	Lerma Santiago Pacífico	39.8	27.8	11.9	11.7	8.8
	IX	Golfo Norte	60.8	29.7	3.8	4.1	1.7
	X	Golfo Centro	63.2	27.2	4.0	4.6	0.9
	XI	Frontera Sur	39.4	47.8	8.9	3.3	0.6
	XII	Península de Yucatán	75.8	22.2	0.5	1.5	0.0
	XIII	Aguas del Valle de México	10.3	48.5	26.5	11.8	2.9
		Nacional	**51.0**	**28.9**	**9.0**	**6.6**	**4.4**

Cuadro No. 83 Porcentaje de puntos de monitoreo con el parámetro Sólidos suspendidos totales (CONAGUA EAM, 2021).

Año	Región hidrológico-administrativa		Excelente	Buena calidad	Aceptable	Contaminada	Fuertemente contaminada
2019	I	Península de Baja California	58.9	2.9	14.4	6.5	17.3
	II	Noroeste	24.6	13.8	26.2	18.5	16.9
	III	Pacífico Norte	26.1	4.6	21.1	31.3	16.9
	IV	Balsas	17.2	2.4	8.9	13.4	58.1
	V	Pacífico Sur	27.5	4.5	20.2	25.3	22.5
	VI	Río Bravo	34.3	2.9	23.5	12.3	27.0
	VII	Cuencas Centrales del Norte	50.0	12.0	20.0	8.0	10.0
	VIII	Lerma Santiago Pacífico	22.9	3.9	11.8	22.1	39.3
	IX	Golfo Norte	33.0	4.8	17.2	21.5	23.5
	X	Golfo Centro	15.6	4.3	16.7	25.3	38.1
	XI	Frontera Sur	29.6	3.9	14.7	34.2	17.6
	XII	Península de Yucatán	68.8	6.8	20.3	4.1	0.0
	XIII	Aguas del Valle de México	16.1	4.8	14.5	24.2	40.4
		Nacional	**28.0**	**4.3**	**16.0**	**21.6**	**30.1**
2020	I	Península de Baja California	36.0	1.1	15.7	19.1	28.1
	II	Noroeste	16.9	7.0	21.1	31.0	23.9
	III	Pacífico Norte	14.2	3.6	17.8	35.5	28.9
	IV	Balsas	11.1	2.5	10.4	13.6	62.3
	V	Pacífico Sur	11.8	2.1	20.8	13.2	52.1
	VI	Río Bravo	9.2	3.9	10.7	52.9	23.3
	VII	Cuencas Centrales del Norte	14.6	8.3	22.9	41.7	12.5
	VIII	Lerma Santiago Pacífico	18.5	3.0	12.5	22.0	43.9
	IX	Golfo Norte	19.8	5.6	23.7	39.2	11.6
	X	Golfo Centro	6.5	1.9	16.7	27.8	47.1
	XI	Frontera Sur	17.3	4.0	27.1	41.5	10.1
	XII	Península de Yucatán	40.0	11.1	44.4	4.4	0.0
	XIII	Aguas del Valle de México	5.9	5.9	35.3	35.3	17.6
		Nacional	**15.5**	**3.6**	**17.7**	**28.8**	**34.5**

Cuadro No. 84 Porcentaje de puntos de monitoreo con el parámetro Coliformes Fecales (CONAGUA EAM, 2021).

Para el caso de las zonas de playa, todos los destinos de Quintana Roo como Cancún, Playa del Carmen, Tulum, Cozumel, entro otros, muestran buena calidad, lo cual está influenciado por el adecuado manejo de residuos que se generan en la zona. La mayoría de playas en Quintana Roo están monitoreadas y cumplen estándares de calidad buenos a excelentes.

Respecto al grado de presión que se tienen sobre el agua, la Península de Yucatán es una de las regiones menos presionada, debido a la gran cantidad de agua almacenada en los acuíferos de la región, por lo que no existe en el mediano o largo plazos, riesgo de abasto; el problema principal radicará en evitar que esos mantos acuíferos se contaminen.

Año	Número de RHA	RHA	Volumen total de agua concesionado (hm³/año)	Agua renovable (hm³/año)	Grado de presión (%)	Clasificación del grado de presión
2019	I	Península de Baja California	4 463	4 858	91.9	Alto
	II	Noroeste	6 852	8 274	82.8	Alto
	III	Pacífico Norte	10 711	26 747	40.0	Alto
	IV	Balsas	11 277	21 668	52.0	Alto
	V	Pacífico Sur	1 693	30 836	5.5	Sin estrés
	VI	Río Bravo	9 680	12 844	75.4	Alto
	VII	Cuencas Centrales del Norte	3 814	8 024	47.5	Alto
	VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	16 077	35 071	45.8	Alto
	IX	Golfo Norte	6 304	28 655	22.0	Medio
	X	Golfo Centro	6 415	94 363	6.8	Sin estrés
	XI	Frontera Sur	2 626	147 195	1.8	Sin estrés
	XII	Península de Yucatán	5 027	29 647	17.0	Bajo
	XIII	Aguas del Valle de México	4 412	3 401	129.7	Muy alto
	Total		**89 351**	**451 585**	**19.8**	**Bajo**
2020	I	Península de Baja California	4 462	4 960	90.0	Alto
	II	Noroeste	6 871	8 275	83.0	Alto
	III	Pacífico Norte	10 712	26 630	40.2	Alto
	IV	Balsas	11 264	23 446	48.0	Alto
	V	Pacífico Sur	1 704	31 310	5.4	Sin estrés
	VI	Río Bravo	9 713	13 045	74.5	Alto
	VII	Cuencas Centrales del Norte	3 775	4 667	80.9	Alto
	VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	16 085	35 247	45.6	Alto
	IX	Golfo Norte	6 303	28 695	22.0	Medio
	X	Golfo Centro	6 419	95 022	6.8	Sin estrés
	XI	Frontera Sur	2 658	158 021	1.7	Sin estrés
	XII	Península de Yucatán	5 178	28 878	17.9	Bajo
	XIII	Aguas del Valle de México	4 403	3 444	127.8	Muy alto
	Total		**89 548**	**461 640**	**19.4**	**Bajo**

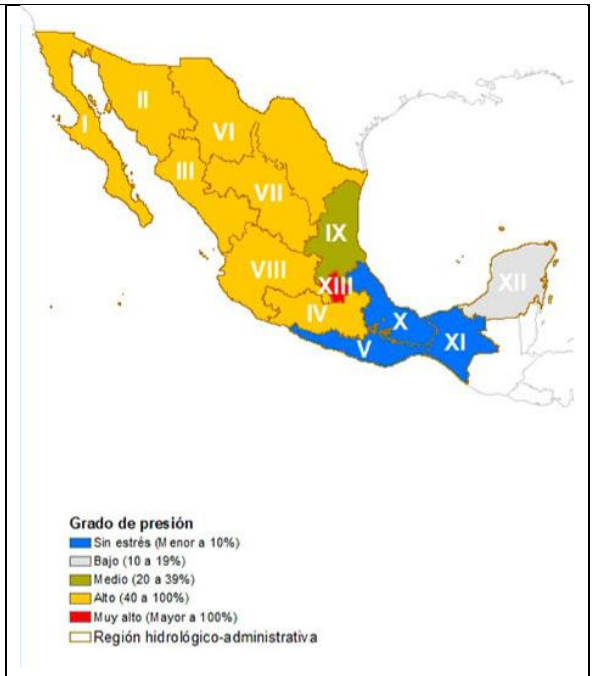


Figura No. 25. Grado de presión del recurso hídrico en México (CONAGUA EAM, 2021)

En base a lo descrito anteriormente, a los planos hidrológicos elaborados por la CONABIO y al plano de suelos presentado en el **capítulo V del presente DTU** del predio, podemos determinar que los suelos en el sitio del proyecto mantienen su característica de ser suelos altamente permeables.

Por todo lo anterior es que se considera que la afectación de este servicio ambiental, por la implementación del proyecto, va a ser a nivel puntual, y no se considera se ponga en riesgo este servicio ambiental dentro del área de la cuenca hidrológica en que se encuentra el predio toda vez que la afectación de la recarga será mínima y que con el establecimiento de áreas de conservación se mitigará esta afectación y en lo que corresponde a la calidad no se verá afectada ya que se implementará un programa de manejo de residuos líquidos y sólidos, urbanos, de contrucción y de manejo especial.

De esta manera, a continuación, se presentan los escenarios para demostrar que este servicio ambiental no estará en riesgo con la implementación del proyecto, para lo cual se toma como base el proceso metodológico previsto por la CNA para estimar Infiltración del agua al subsuelo.

Con el fin de realizar un análisis de valoración de este servicio ambiental en las áreas forestales propuestas para CUSTF en el proyecto, se estimó la cantidad de agua que capturan dichas superficies con base en la siguiente fórmula:

Captura de agua = Agua que precipita-Agua que escurre–Evapotranspiración

Se obtuvo un promedio de precipitación anual con base en los valores promedio de precipitación (periodo 1951-2010) obtenido de los datos publicados por la Comisión Nacional del Agua en la estación meteorológica más cercana al proyecto ubicada en la ciudad de Playa del Carmen el cual es de 1302.2mm anuales.

Para el cálculo de escurrimiento se retomó el modelo de Coeficiente de escurrimiento desarrollado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. El modelo asume que el coeficiente de escurrimiento (Ce) se puede estimar como sigue:

Ce = K (P-250) /200 cuando K es igual o menor a 0.15 y

Ce= K (P-250) /2000 + (K-0.15) / 1.5 cuando K es mayor que 0.15

K es un factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo, lo cual aparece en la Tabla mientras que P es la precipitación promedio anual.

Cuadro No. 85 Valores de K para diferentes tipos de suelo y diferentes coberturas arboladas (el señalado con negrita corresponde al que aplica para el proyecto)23.

	Tipo de suelo		
Cobertura del bosque	**A**	**B**	**C**
Más del 75 %	0.07	0.16	0.24
Entre 50–75%	0.12	0.22	0.26
Entre 25-50 %	0.17	0.26	0.28
Menos del 25%	0.22	0.28	0.3
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.33

Suelo A: Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos).
Suelo B: Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón).
Suelo C: Suelos casi impermeables (arenas o loes delgados sobre capa impermeable, o bien arcillas).

Valor de K

Para cobertura forestal (Más del 75 %)

[23] Norma Oficial Mexicana NOM-011-**2010, Conservación del Recurso Agua CNA-SEMARNAT, 17 de abril del 2002**

En lo que corresponde al valor de K, en base al tipo de suelo y a su cobertura se establece que estos suelos son medianamente permeables y con una cobertura de más del 75% por lo que se tomó el valor de K= 0.07.

Para áreas sin vegetación (Menos del 25%)

En lo que corresponde al valor de K, en base al tipo de suelo y a su cobertura se establece que estos suelos son permeables y con una cobertura de menos del 25% pero se considerará como poco permeables, por lo que se tomó el valor de K= 0.26. En el predio no se ha considerado la existencia de esta condición como se refleja en el resto del análisis.

Evaporación

Este dato es necesario para hacer las estimaciones de infiltración y captación de agua, debido a que se considera una tasa de "pérdida" por medio de la evaporación del suelo y de la vegetación, la cual es estimada mediante diferentes métodos. Uno de ellos es el Método de Thornthwaite que hace la estimación de la evaporación potencial considerando un modelo que se basa en la temperatura media mensual y la obtención de índices calóricos mensuales y anual, así como las horas de sol diarias para cada mes obteniendo un valor de 934.97 mm.

La fórmula general aplicada es la siguiente:

$$e= 16 * (10 * tm /I)^a$$

donde:

e: Evapotranspiración potencial (ETP)

tm: Temperatura media en °C

I: Índice calórico anual

a: Constante calculada con una fórmula de regresión basada en I.

No es intención de este documento explicar la metodología para obtener el resultado de la fórmula, por lo que se anexa al presente escrito, un artículo que fundamenta el uso de este procedimiento, por lo que se procede a entregar en el siguiente cuadro los principales cálculos de la fórmula.

Lo anterior implica reconocer que existen otras fórmulas secundarias para i, I, a, mismas que se explican en la metodología del procedimiento y que se resumen en el cuadro siguiente.

Cuadro No. 86 Estimación de la ETP por el método de Thornthwait

MESES	tmj	i	I	e sin corregir (mm/mes)	e EPTthor (mm/mes)
Enero	24.1	10.818	10.82	98.39	58.83
Febrero	24.8	11.297	11.30	108.15	46.10
Marzo	25.8	11.994	11.99	123.25	61.71
Abril	27.4	13.138	10.75	150.36	76.43
Mayo	28.7	14.093	11.78	175.25	100.78
Junio	29.2	14.466	12.13	185.54	90.19
Julio	29.5	14.692	12.49	191.92	104.33
Agosto	29.7	14.843	12.49	196.25	102.19
Septiembre	29	14.316	11.44	181.38	79.60
Octubre	27.5	13.210	10.75	152.18	80.99
Noviembre	25.9	12.064	12.06	124.83	71.09
Diciembre	24.5	11.091	11.09	103.89	62.72
	27.2	**156.020**	**139.095**	**1,791.40**	**934.97**

Cálculo de la captura de agua

Con la información obtenida respecto el Coeficiente de escurrimiento o índice de escorrentía (valor Ce) y el dato de evaporación definido, es posible estimar la cantidad de agua que se captura en las superficies solicitadas para CUSTF, en cada uno de los escenarios; entendiendo estos escenarios como sigue.

Escenario 1. En la situación actual que se encuentra la superficie total del predio del área con vegetación y áreas sin vegetación.

En este escenario se entiende que las tasas de escorrentía son mayores en las áreas sin vegetación, por lo tanto, la captura de agua será menor que aquella que se infiltra en las áreas con vegetación. Obsérvese que en este caso la captura es de 7,860.51 m3/año en áreas con vegetación, mientras que al no haber áreas desprovistas de cobertura, no se contabiliza, de tal manera que el total de infiltración es de 7,860.51 m3/año.

Haciendo las estimaciones con las superficies que tiene el predio actualmente es posible obtener una tasa aproximada promedio de 655.04 m3/ año, aunque este dato es estimativo a nivel promedio sin considerar temporalidad de lluvias.

Cuadro No. 87 Captura de agua para el escenario 1 del proyecto para todo del predio

Escenario	K	P (mm)	CE	Agua que escurre (mm)	Evapo-transpiración (mm)	Captura de agua (mm)	Captura de agua (m3/año)	Superficie (ha)	Captura de agua (m3/año)
Área con vegetación	0.07	1,302.20	0.037	47.96	934.97	319.27	3,192.73	2.462	7,860.51
Area sin vegetación	0.26	1,302.20	0.210	273.62	934.97	93.61	936.12	0.0000	0.00
						Total	**4,128.86**	**2.4620**	**7,860.51**

En un cálculo similar, pero aplicándolo exclusivamente para el área propuesta en los polígonos de CUSTF la estimación de captura de agua indica que en 1.448 hectáreas que tendrán remoción de vegetación se obtienen actualmente 5,108.37 m3/año con un promedio mensual aproximado de 425.70 m3/ha.

Cuadro No. 88 Captura de agua para el escenario 1 del proyecto para los polígonos de CUSTF

Escenario	K	P (mm)	CE	Agua que escurre (mm)	Evapo-transpiración (mm)	Captura de agua (mm)	Captura de agua (m3/año)	Superficie (ha)	Captura de agua (m3/año)
Area de CUSTF ACTUALMENTE CON COBERTURA	0.07	1302.2	0.036827	47.9561194	934.97	319.27	3,192.73	1.4480	5,108.37
						Total	**3,192.73**	**1.4480**	**5,108.37**

Escenario 2. Volumen de agua que se captaría con la remoción de la vegetación en el tiempo en que el suelo permanecerá desnudo.

En este escenario el supuesto es que se hace la remoción de vegetación y el resultado debe apuntar a que las tasas de captura de agua habrán de reducirse ya que se integra la superficie sin cobertura forestal producto de aquella propuesta para el CUSTF del proyecto. Los cálculos se han realizado a nivel de predio y también exclusivamente para las áreas de CUSTF.

Haciendo las estimaciones con las superficies del predio, se considera que la superficie desprovista en el predio habrá de incrementar en 1.448 hectáreas que son las que se proponen para CUSTF, cantidad que se deberá restar a la superficie de cobertura forestal que tiene el predio.

De esta manera, se obtiene que la captura de agua en el predio será de 5,572.31 m3/año, con un promedio mensual de 464.36 m3/mes.

Cuadro No. 89 Escenario 2. Estimación de captura de agua para el predio completo.

Escenario	K	P (mm)	CE	Agua que escurre (mm)	Evapo-transpiración (mm)	Captura de agua (mm)	Captura de agua (m3/año)	Superficie (ha)	Captura de agua (m3/año)
Área con vegetación	0.07	1,302.20	0.0368	47.96	934.97	319.27	3,192.73	1.4480	4,623.08
Area sin vegetación	0.26	1,302.20	0.2101	273.62	934.97	93.61	936.12	1.0140	949.23
						Total	**4,128.86**	**2.4620**	**5,572.31**

En cuanto a los polígonos de CUSTF, la estimación en este escenario arroja que la captura de agua estaría calculada en 1,355.50 m3/año, lo que implicaría obtener 112.96 m3/mes.

Cuadro No. 90 Escenario 2. Estimación de captura de agua para polígonos CUSTF.

Escenario	K	P (mm)	CE	Agua que escurre (mm)	Evapo-transpiración (mm)	Captura de agua (mm)	Captura de agua (m3/año)	Superficie (ha)	Captura de agua (m3/año)
Área CUSTF CON REMOCIÓN DE VEGETACIÓN POR CUSTF	0.26	1,302.20	0.2101	273.62	934.97	93.61	936.12	1.4480	1,355.50
						Total	**936.12**	**1.4480**	**1,355.50**

De esta manera, se entiende que el servicio ambiental de captura de agua puede verse afectado por el CUSTF y estar en riesgo si no se aplican medidas de prevención y mitigación al ejecutar el proyecto y la implementación del CUSTF debido a que el escenario 2 muestra la pérdida de 2,288.21 m3/año, es decir, se reduciría la capacidad de captura en un 29.11% con respecto a la condición actual del terreno.

Cuadro No. 91 Comparación de la eficiencia de captura de agua entre escenario 1 y escenario 2

Escenario	Captura de agua (m3/año)	Eficiencia (en %) respecto al Escenario 1
Escenario 1	7,860.51	
Escenario 2	5,572.31	- 29.11

3.4.2. La captura de carbono

Se presentan las estimaciones de dos escenarios que estiman la capacidad de almacenamiento de carbono en los polígonos de CUSTF del proyecto y el efecto por el CUSTF.

La capacidad de almacenamiento de carbono es un servicio ambiental que estará impactado por la implementación del CUSTF del proyecto toda vez que el almacenamiento de carbono está relacionado con la biomasa de la vegetación y los suelos, que serán removidos por el CUSTF del proyecto.

Así las cosas, es necesario hacer la estimación de la cantidad de carbono que se encuentra almacenado en las áreas que se afectarán por CUSTF.

A) Carbono capturado actual en las áreas CUSTF

A.1. Estimación de **Carbono en el suelo** en condición actual en polígonos CUSTF

De acuerdo a diferentes autores, la fórmula para estimar Inventarios de Carbono en el suelo (Paz, et. al.) está considerada en la siguiente fórmula:

$$COS = (DA)(P)\left(1 - \frac{FG}{100}\right)(COSp)(100)$$

Donde COS está en Mg C ha-1, DA es la densidad aparente en Mg m-3, P es la profundidad en metros, FG es el porcentaje de fragmentos gruesos (>2 mm), COSp está en porcentaje y 100 es un factor de conversión de unidades. Para el caso del predio se obtuvieron los siguientes parámetros de suelo:

Parámetro	Valor
% de Materia Orgánica (MO)	0.4
% Arena	96
% Arcilla	4
Profundidad Horizonte (cm)	1
Frag	0.96
Densidad Aparente (Dap)	1.1599

A partir de los datos se obtiene y sustituyendo en la fórmula se obtiene un total de

	MO	Dap	Pr	(1-(frag/100))	100
	0.2	1.1599	0.01	0.96	100
COS=	0.223				

Por lo tanto se tiene que:

COS = 0.223 Ton/Ha

Por lo que al multiplicar por la cantidad de superficie de CUSTF del proyecto que son 1.448 hectáreas, se tendría lo siguiente:

COS del CUSTF = COS*Sup CUSTF.

COS Suelo = 0.223 * 1.448

COS Suelo = 0.322 ton

De lo anterior se desprende que la cantidad de carbono del suelo es de 0.322 ton que serán afectadas por el CUSTF.

A.2) Estimación de **carbono en la biomasa** en condición actual en polígonos CUSTF

Para la estimación de la biomasa existen diversos métodos para obtener los valores de carbono de la cobertura vegetal. Se tienen estimaciones a nivel de tipos de vegetación para México, a través de la generación de modelos de regresión que permiten conocer la cantidad de biomasa para cada tipo de ecosistema. En el estado de Campeche también se ha realizado un mecanimos similar y se han generado los modelos de regresión correspondientes.

Sin embargo, un método más específico y eficiente está relacionado con ecuaciones alométricas. Los estudios son variados para diversas especies de diferntes ecosistemas. El problema radica en que no existe un estudio específico que haya generado modelos matemáticos para la medición de biomasa de cada una de las especies de los ecosistemas de selvas del país. Sin embargo, Chave et al.(2005) ha establecido una ecuación general para bosques tropicales secos, que considera el uso de los parámetros altura, diámetro y la densidad de la madera de cada especie, como parámetros que permiten hacer una estimación muy aproximada de la biomasa aérea y a partir de ella, obtener el carbono almacenado.

Así las cosas, la ecuación propuesta por Chave et al. (2005) es la siguiente:

$$\langle AGB \rangle_{est} = \exp\left(-2.187 + 0.916 \times \ln\left(\rho D^2 H\right)\right)$$
$$\equiv 0.112 \times \left(\rho D^2 H\right)^{0.916}$$

Donde:

AGB: Biomasa aérea estimada

p: Densidad de la madera de cada especie

D: Diámetro de cada individuo

H:Altura total

De esta manera, uno de los primeros pasos ha sido recolectar la densidad de las especies enontradas en el predio en diversas fuentes bibliográficas que aportan este tipo de información.

Una vez obtenido la densidad de las especies se ha procedido a realizar los cálculos de la biomasa aérea para cada uno de los individuos de cada especie registrados en la muestra. Las estimaciones se han realizado también para cada estrato por unidad de área y se han extrapolado para la superficie del CUSTF. Se ha obtenido entonces la cantidad de Biomasa Aérea (AGB) en la muestra que alcanzó los 11,0487.422 Kg.

AGB= 11,0487 Kg

De esta manera, aplicando el factor de conversión de biomasa a carbono, recomendado por el IPCC con valor de 0.47, se obtiene que existen 5,399.088 kg C (5.399 ton C) de Carbono en la muestra para los tres estratos y entonces se alcanza una cantidad de 35,019.184 kg/Ha de C (35.019 ton/Ha de C).

$CV_{Muestra}$= 35.019 ton/Ha

A partir de la cantidad de carbono de la biomasa de 35.019 ton/Ha C se extrapoló a la superficie de CUSTF, por lo que en 1.448 hectáreas se alcazará un total de 56,030.694 Kg CC (56.030 Ton de C) como se indida en el cuadro.

CC_{Total}=CV_{total}= 50.708 ton/Ha

Cuadro No. 92 Biomasa aérea y Cantidad de Carbono por especie y estrato para unidad de área y para la superficie CUSTF.

		AGB/Ha					
NOMBRE	**ESPECIE**	**ARBOREO**	**ARBUSTIVO**	**HERBÁCEO**	**AGB TOTAL Kg/Ha)**	**CC EN SUPERFICIE CUSTF (Kg)**	**CC (ton)**
Bumelia	***Sideroxylon americanum***	7,331.24	8,287.13	7.37	15,625.74	22,626.07	22.6261
Chechen negro	***Metopium brownei***	5,838.70	363.97	0.27	6,202.95	8,981.86	8.9819
Zapote	***Manilkara sapota***	379.29	3,426.68	-	3,805.97	5,511.04	5.5110
Chaca	***Bursera simaruba***	2,754.53	848.57	3.50	3,606.59	5,222.34	5.2223
Pakalche	***Sideroxylon obtusifolium***	-	2,072.08	-	2,072.08	3,000.38	3.0004
Chit	***Thrinax radiata***	47.74	1,541.73	-	1,589.47	2,301.56	2.3016
Nakax	***Coccothrinax readii***	-	478.60	-	478.60	693.01	0.6930
Yax ka'ax	***Pithecellobium keyense***	-	411.17	-	411.17	595.37	0.5954
Chacniche	***Colubrina greggii var. yucatanensis***	-	410.74	-	410.74	594.75	0.5947
Tadzi	***Neea psychotrioides***	271.35	-	0.77	272.12	394.03	0.3940
Ciricote de playa	***Cordia sebestena***	256.35	-	-	256.35	371.20	0.3712
Napche	***Ximenia americana***	131.78	-	-	131.78	190.81	0.1908
Akitz	***Thevetia gaumeri***	92.03	-	-	92.03	133.26	0.1333
Chacsikin	***Bonellia macrocarpa***	-	31.50	-	31.50	45.61	0.0456
Hulub	***Bravaisia berlandieriana***	-	-	30.63	30.63	44.35	0.0444
Uva de mar	***Coccoloba uvifera***	-	-	1.47	1.47	2.14	0.0021
		17,103.001	**17,872.164**	**44.019**	**35,019.184**	**50,707.778**	**50.7078**

De esta manera, en el escenario 1, con las condiciones actuales de la estimación de carbono en los polígonos CUSTF tanto en el suelo como en la biomasa, se estima un total de **51.030 TonC** como se puede observar en el siguiente cuadro que suma el carbono contenido en el suelo y el carbono contenido en la biomasa.

Cuadro No. 93 Escenario 1 para la Captura total de carbono en polígonos CUSTF en condición actual considerando suelo (COS) y biomasa (CV).

Tipo de cobertura	COS (Ton)	CV (ton)	C TOTAL (ton)
Vegetación de duna costera	0.322	50.708	51.030

Escenario 2. Carbono capturado en polígonos CUSTF, posterior a la ejecución del CUSTF SIN APLICAR MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

La mecánica de cálculo es similar a la anterior, pero en este escenario **se considera que el CUSTF es ejecutado SIN APLICAR MEDIDAS DE MITIGACIÓN**, lo que implica la remoción de la biomasa y la remoción del suelo fértil, por lo que, en sentido estricto, todo el carbono capturado en la superficie de CUSTF, será removido y si no se aplica alguna medida de mitigación, ese carbono será traslocado fuera del predio, perdiéndose la continuidad del ciclo del carbono en el sitio del proyecto.

B.1. Estimación de Carbono en el suelo en polígonos CUSTF con ejecución de CUSTF

De acuerdo a diferentes autores, la fórmula para estimar Inventarios de Carbono en el suelo (Paz, et. al.) está considerada en la siguiente fórmula:

$$COS = (DA)(P)\left(1 - \frac{FG}{100}\right)(COSp)(100)$$

Donde COS está en Mg C ha-1, DA es la densidad aparente en Mg m-3, P es la profundidad en metros, FG es el porcentaje de fragmentos gruesos (>2 mm), COSp está en porcentaje y 100 es un factor de conversión de unidades.

Para el caso del predio se obtuvieron los siguientes parámetros de suelo:

Parámetro	Valor
% de Materia Orgánica (MO)	0.4
% Arena	96
% Arcilla	4
Profundidad Horizonte (cm)	1
Frag	0.96
Densidad Aparente (Dap)	1.1599

A partir de los datos se obtiene y sustituyendo en la fórmula se obtiene un total de

	MO	Dap	Pr	(1-(frag/100))	100
	0.2	1.1599	0.01	0.96	100
COS=	0.223				

Por lo tanto se tiene que:

COS = 0.223 Ton/Ha

Por lo que al multiplicar por la cantidad de superficie de CUSTF del proyecto que son 1.448 hectáreas, se tendría lo siguiente:

COS del CUSTF = COS*Sup CUSTF.

COS Suelo = 0.223 * 1.448

COS Suelo = 0.322 ton

De lo anterior se desprende que la cantidad de carbono del suelo **que será removido por el CUSTF es de 0.322 TonC**.

B.2) Estimación de carbono en la biomasa removido por la ejecución del CUSTF

Siguiendo el mismo proceso para la estimación de carbono en la biomasa aérea (AGB) propuesta por Chave et al. (2005), la ecuación es la siguiente:

$$\langle AGB \rangle_{est} = \exp(-2.187 + 0.916 \times \ln(\rho D^2 H))$$
$$\equiv 0.112 \times (\rho D^2 H)^{0.916}$$

Donde:

AGB: Biomasa aérea estimada

p: Densidad de la madera de cada especie

D: Diámetro de cada individuo

H:Altura total

Una vez obtenido la densidad de las especies se ha procedido a realizar los cálculos de la biomasa aérea para cada uno de los individuos de cada especie registrados en la muestra. Las estimaciones se han realizado también para cada estrato por unidad de área y se han extrapolado para la superficie del CUSTF. Se ha obtenido entonces la cantidad de Biomasa Aérea (AGB) en la muestra que alcanzó los 11,0487.422 Kg.

AGB= 11,0487 Kg

De esta manera, aplicando el factor de conversión de biomasa a carbono, recomendado por el IPCC con valor de 0.47, se obtiene que existen 5,399.088 kg C (5.399 ton C) de Carbono en la muestra para los tres estratos y entonces se alcanza una cantidad de 35,019.184 kg/Ha de C (35.019 ton/Ha de C).

CC= 35.019 ton/Ha

A partir de la cantidad de carbono de la biomasa de 35.019 ton/Ha C se extrapoló a la superficie de CUSTF, por lo que en 1.448 hectáreas se alcazará un total de 50.708 Kg CC (50.708 Ton de C).

$CC_{Total}=CV_{total}$= 50.708 ton/Ha

De esta manera y como ya se ha indicado en el escenario 1, con las condiciones actuales de la estimación de carbono en los polígonos CUSTF tanto en el suelo como en la biomasa, se estima un total de **51.030 TonC** como se puede observar en el siguiente cuadro que suma el carbono contenido en el suelo y el carbono contenido en la biomasa.

Cuadro No. 94 Escenario 1 para la Captura total de carbono en polígonos CUSTF en condición actual considerando suelo (COS) y biomasa (CV).

Tipo de cobertura	COS (Ton)	CV (ton)	C TOTAL (ton)
Vegetación de duna costera	0.322	50.708	51.030

Así las cosas, para el escenario 2, en el que se ejecuta el CUSTF, se habrán de remover las 0.322 TonC capturadas en el suelo y las 50.708 TonC de la biomasa, por lo que el total de carbono que podrá removerse por la ejecución del CUSTF alcanzará las 51.030 TonC como puede observarse en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 95 Escenario 2: Carbono total removido con la ejecución del CUSTF en los polígonos CUSTF considerando suelo (COS) y biomasa (CV).

Tipo de cobertura	COS (Ton)	CV (ton)	C TOTAL (ton)
Vegetación de duna costera	0.322	50.708	51.030

Como consecuencia de la remoción de suelo y biomasa en los polígonos de CUSTF, se asume que la cantidad de carbono que se quedará en este escenario será de cero "0" como se puede apreciar en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 96 Escenario 2 para Cantidad de carbono remanente en suelo y biomasa en polígonos de CUSTF una vez ejecutado el CUSTF SIN APLICAR MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

COS (Ton/Ha)	CV (ton/Ha)	Carbono total (CT) en superficie para CUSTF (Ton)
-	-	-

De lo anterior se desprende que la pérdida de carbono en los polígonos CUSTF será total, por lo que es preciso incorporar medidas de mitigación y compensación que permitan reducir y mitigar el impacto del proyecto.

3.4.3. Captura de contaminantes y componentes naturales

De acuerdo a la Evaluación de Ecosistemas del Milenio, la regulación de los ciclos de nutrientes y su balance está determinado por entradas y salidas clasificadas de la siguiente manera:

Las entradas de nutrientes o elementos naturales se determinan por cinco procesos:

- Intemperismo de fuentes geológicas. Este influye con aportaciones de diferentes elementos naturales que facilita a los ecosistemas la absorción de nitratos y sulfuros del ambiente.
- Depósito en seco o por lluvia de elementos previamente liberados a la atmósfera por fuentes naturales o antrópicas como incendios o quema de combustibles fósiles, prácticas agrícolas intensivas o erosión eólica. Este tipo de aporte de nutrientes se incrementa en función del incremento de actividades antrópicas.
- Procesos biológicos que incluyen la fijación de Carbono atmosférico (CO_2) a través de la fotosíntesis y Nitrógeno atmosférico (N_2) a través de la fijación biológica de N.

- Los nutrientes pueden ser liberados de la biomasa de organismos en movimiento que entran a un ecosistema y mueren dentro de éste. También ocurre por la traslación lateral de nutrientes principalmente a través de los flujos de agua.
- El ingreso de nutrientes por actividades antropogénicas a través de prácticas de fertilización usadas en la agricultura intensiva y de aguas residuales y basura generada por actividades humanas.

La salida o pérdida de nutrientes de los ecosistemas también está determinada por cinco procesos, a saber:

- La erosión de suelos es uno de los principales mecanismos de pérdida de nutrientes en grandes cantidades que se van hacia ecosistemas acuáticos. Esta pérdida de nutrientes mediante erosión es mayor donde existen cultivos agrícolas, sobrepastoreo y pérdida de cobertura vegetal. Los nutrientes esenciales que más se afectan por la erosión son C, P, K y N.
- La lixiviación transporta en el flujo vertical del agua, cantidades significativas de nutrientes en solución que pude traslocarse hacia los ríos y posteriormente a los lagos y océanos. La pérdida por lixiviación de nutrientes es muy alta en cultivos o sistemas perturbados.
- Emisiones de CO_2, CH_4 y CO a la atmósfera es resultado de la descomposición de materia orgánica, incluida la digestión de animales y la acelerada descomposición ocasionada por incendios. Actividades antrópicas como la quema de combustibles fósiles, fertilización, desecados, deforestación y cambios en los regímenes de fuego alteran las cantidades y proporciones de emisiones de nutrientes a la atmósfera.
- La emigración de la fauna o la cosecha de cultivos, bosques, pesca o ganado es una forma de salida de nutrientes en los ecosistemas. La salida (exportación) en un ecosistema es el ingreso (importación) de nutrientes en otros.
- La quinta forma de salida de los nutrientes de un ecosistema es por la remoción efectiva de los elementos en la biósfera que ocurre sólo de manera lenta y a través de procesos pequeños de muy largo plazo. Por ejemplo, uno de ellos es la reducción de concentraciones de CO_2 que tardará algunos siglos para estabilizarse y reducir el cambio climático.

Así las cosas, es importante identificar que si bien el proyecto habrá de afectar los servicios ambientales que brinda en la retención de nutrientes, al perder biomasa en 1.448 hectáreas, es relevante considerar que se habrán de aplicar medidas de prevención y mitigación que permitirán reducir el efecto de la pérdida de biomasa y mantener o reducir los valores de pérdida de suelo por erosión, reconociendo que es este fenómeno el que puede causar mayor impacto, después de la pérdida de cobertura vegetal. De hecho, una de las acciones es hacer la trituración de material vegetal removido y su incorporación a las áreas de conservación, con lo que los nutrientes serán reincorporados al suelo y la pérdida de éstos, mitigada.

De esta manera, se tiene previsto como medidas relevantes para mantener los ciclos de nutrientes y en su caso la de captura de contaminantes como CO_2, CH_4 y CO, entre otros gases las siguientes acciones:

- ✓ **Triturado de material vegetal** producto de la remoción de la vegetación por CUSTF e incorporación de la composta al suelo en zonas verdes.
- ✓ **Recuperación de la tierra fértil** para su uso en actividades de reforestacióny jardinados, que permitirá mantener los nutrientes en el sitio del proyecto.
- ✓ Se mantendrá el 41.19% de la cobertura vegetal actual en conservación y con ello se reducirán los riesgos de pérdida de nutrientes ya que estos ecosistemas seguirán formando biomasa.

3.4.4. Generación de oxígeno:

Generación de oxígeno: Aunque este servicio ambiental está muy ligado a la captura de carbono, podemos decir que el restablecimiento y protección de la vegetación favorecerá la fotosíntesis, incrementando la cantidad de oxígeno en la atmósfera.

En relación a la **Generación de oxígeno y a que se deberá cuantificar este servicio ambiental, calculando la liberación de oxígeno que presenta la vegetación en el predio se tiene** como primer punto que se debe establecer lo relacionado a la fotosíntesis, que es cuando La planta absorbe del medio dióxido de carbono (CO2) y agua (H2O) que le servirán en la producción de alimentos, los cloroplastos captan la energía solar a través de los tilacoides para formar ATP, la energía del ATP rompe la molécula de agua y libera oxígeno (O2).

La formula

$6CO_2 + 6H_2O$ -----> $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + H_2O$

Es necesario enfatizar la importancia de la fotosíntesis, ya que gracias a este fenómeno se mantiene el equilibrio de los ecosistemas.

La fotosíntesis proporciona la energía de la cual se derivará toda la que necesitan los seres vivos.

Las plantas constituyen la base de las cadenas y pirámides alimentarias. Su papel como productoras es indispensable para que ocurran los procesos en los que intervienen los animales y humanos. Se calcula que el mayor porcentaje de oxígeno que respiran los seres humanos se produce por la fotosíntesis de los vegetales marinos.

Las plantas, al aportar oxígeno a la atmósfera, intervienen directamente en los procesos respiratorios de la mayoría de los organismos. Si tomamos en cuenta la formula tendríamos que el dióxido de carbono atmosférico (C02) es absorbido por los árboles mediante la fotosíntesis, y es almacenado en forma materia orgánica (biomasa-madera). El C02 regresa de manera natural a la atmósfera mediante el proceso fotosintético en los árboles y las plantas liberado el oxígeno, teniendo que se regresa el mismo porcentaje de oxígeno, tomando en cuenta la información y cálculos en este estudio, en lo que corresponde a la captura de carbono tendríamos una pérdida de 50.708 toneladas de carbono, lo que significará, en sentido inverso, **en base a la fórmula de fotosíntesis la pérdida de generación de 50.708 toneladas de oxígeno.**

Por lo anterior podríamos determinar qué no obstante que se afecta este recurso, la disminución del potencial de liberación de oxígeno, por la implementación del proyecto no sería de consideración, en el contexto de la superficie del SA ni de la cuenca hidrológico forestal en la que se localiza el predio o inclusive de la SA a que pertenece, en un sentido más amplio ya que la superficie de ésta es de 1.4 millones de hectáreas, por lo que la perdida por el proyecto es puntual y no repercute en el ambiente.

3.4.5. La regulación del clima y el Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales.

La Península de Yucatán cada año es amenazada por fenómenos meteorológicos severos afectando grandes extensiones de vegetación; por la ubicación del sitio del proyecto, también es propenso de afectación con estos tipos de fenómenos naturales y siempre se deben de llevar acciones tanto para el mejoramiento como para ayudar a la naturaleza a su recuperación a través de actividades de fomento como la reforestación o forestación en las áreas afectadas o de las áreas de protección de establecidas en el POEL. De esta manera se puede evitar que el suelo sea erosionado por acción del viento y a través del agua.

Es por esta razón de la importancia que con la implementación del proyecto se mantiene el 41.19% de la superficie del predio con vegetación nativa actual y 1.103 hectáreas, que significan el 44.80% de áreas permeables totales en el predio, lo que ayudará a contener en cierta medida los efectos de estos fenómenos.

Considerando todo lo anterior es que se plantea que la afectación de este servicio ambiental, por la implementación del proyecto no sufrirá grandes cambios y no se considera se ponga en riesgo este servicio ambiental dentro del área del SA ya que el impacto en esta zona en la cobertura del predio es apenas del 0.13% de la cobertura forestal del SA y con la implementación del CUSTF, la afectación será del 0.08% en de la cobertura natural del SA y del 4.30% con respecto a la cobertura de duna costera identificada en el SA.

En el caso de la cuenca del SA a que pertenece el predio, el impacto será de apenas 0.00011% de la subcuenca que abarca 1.46 millones de hectáreas, mientras que comparando con la vegetación de duna costera de la subcuenca, el CUSTF afectará un 0.044% de este tipo de cobertura forestal, por lo que el impacto es de carácter puntual

En lo que se refiere a la regulación del clima y el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales, estos servicios ambientales son servicios de regulación y corresponde a los que se obtienen de los procesos del medio ambiente.

El cambio de cobertura vegetal y usos del suelo modifican la distribución de energía altera el flujo de en el ambiente, tanto temporal como parcialmente, estos flujos incluyen entre otros la radiación solar, la temperatura, la precipitación, la evapotranspiración, la superficie de escorrentía la disponibilidad de nutrientes, todos los factores son importantes por su participación en el proceso de regulación hídrica.

Los factores del clima son aquellos agentes que modifican el comportamiento de los elementos del clima, y de acuerdo a su interacción y a su presencia e intensidad se determinan las características particulares de los diversos tipos de clima.

La precipitación, es parte importante del ciclo del agua en los bosques húmedos, y el agua es un importante servicio de regulación del clima y de mantenimiento de los recursos hídricos.

Debido a que la implementación del proyecto requiere la remoción de la vegetación forestal, se promoverá la modificación de varios de los factores que se han mencionado con anterioridad y que de alguna manera influyen directamente con el comportamiento de los elementos del clima.

Las selvas también juegan un papel fundamental en la regulación del clima; pero, además, actúan como sumideros de carbono, impidiendo así el aumento del dióxido de carbono a la atmósfera, así como la regulación de los factores climáticos extremos.

Otros de los factores que se modificarán se encuentra: el incremento en la radiación solar; en las selvas la densidad de cubierta vegetal reduce el paso de luz y calor, así como la evaporación y su efecto de desecador debido al paso de los vientos secos, situación que se modificara por el cambio de uso de suelo.

El proyecto ha establecido medidas que permitirán mitigar y reducir el impacto del CUSTF y las otras etapas del proyecto, y se ha dado cuenta de ellas en el presente documento, de tal manera que los efectos del proyecto son de baja intensidad y puntuales. Las áreas verdes de conservación y su enriquecimiento con reforestación permitirán atenuar parcialmente las condiciones adversas que se generan.

Es importante resaltar que la Federación también prevé resarcir este tipo de afectaciones o pérdidas de cobertura de tal manera que para ello se establece el pago de compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales, que permitirá llevar a cabo la restauración de al menos 4 a 5 veces la superficie del tipo de ecosistema afectado, por lo que esta medida compensatoria que cubre económicamente el promovente en caso de autorización del proyecto y que ejecuta la Federación mediante mecanismos establecidos en programas específicos para tales fines, conlleva ya una medida importante para mitigar efectos adversos por la pérdida de la cobertura vegetal que el proyecto requiere para su implementación, por lo que se considera que no se perderán estos servicios sino que serán mitigados y compensados en ecosistemas similares al que resultará afectados.

3.4.6. La protección a la biodiversidad de los ecosistemas y las formas de vida.

En lo que respecta a la modificación de la estructura o pérdida de la Biodiversidad, esta puede determinarse como de mediano impacto en vista de que no obstante de que se removerá la vegetación en el sitio del proyecto en un 58.81% de la vegetación nativa que actualmente tiene el predio, se han previsto medidas de mitigación y compensación. Una de ellas es mantener el 41.19% de la cobertura forestal actual, por lo que el predio seguirá manteniendo in situ la biodiversidad con que cuenta del ecosistema de vegetación de duna costera lo que permitirá conservar la biodiversidad que se tiene en la zona.

Por lo anterior el impacto puede considerarse como puntual y mitigable. Adicional a ello es pertinente indicar que las especies enlistadas en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-*2010 como* ***Thrinax radiata***, y otras especies de carácter relevante se rescatarán y reubicarán dentro de las áreas verdes del proyecto, permitiendo la preservación del germoplasma de esas especies (Ver programa de rescate).

Se reafirma que los ecosistemas locales dentro del sitio del proyecto no tendrán repercusiones severas, permitiendo que se mantengan los corredores biológicos y sitios de refugio de fauna sin que perturbe sensiblemente a sus poblaciones actuales.

Para mitigar el impacto por la pérdida de la cobertura de las 1.448 hectáreas de CUSTF se realizará el rescate de individuos de especies en las cantidades propuestas en el Programa de rescate de flora anexo al presente estudio; estos ejemplares serán reincoporados en las áras de reforestación del mismo predio, por lo que se estará manteniendo la biodiversidad del ecosistema.

Lo importante del análisis realizado en el estudio es ratificar que el proyecto no tendrá repercusiones significativas y que no pone en riesgo a la biodiversidad, ya que la mayoría de las especies registradas en el inventario del CUSTF están representadas en el SA. Este análisis se realiza en el capítulo VI de este estudio.

En el caso de la fauna silvestre, debido a su movilidad, las afectaciones negativas serán temporales y consitirán en la reducción y fragmentación de las áreas usadas por la fauna local. Sin embargo, una vez conlcuido el proyecto, el predio quedará disponible, inlcuyendo la zona de conservación del mismo, para que la fauna vuelva a disponer y hacer uso de los recursos que se tienen disponibles. La aplicación del programa de rescate y reubicación de fauna en las etapas de preparación y de operación del proyecto, evitará que la fauna sea afectada o desplazada de manera permanente.

Se prevén medidas que permitirán reducir el impacto como las siguientes:

- El proyecto mantiene una cobertura del 41.19% con vegetación natural actual.
- Se implementará un progama de rescate de flora y de reforestación
- Se implementará un programa de rescate y reubicación de fauna.

Otra consideración adicional es que, en caso de que se autorice el proyecto, se prevé se cuente con un pago de compensación ambiental que la Federación aplicará para restaurar ecosistemas similares como el que el proyecto pretende aprovechar.

Conclusiones

A manera de conclusión general respecto a la comparación entre el sitio del proyecto y el sitio del SA se puede establecer que en ambos casos se tiene una cobertura vegetal de vegetación de duna costera con una estructura y composición de especies similares, claramente más diverso el SA con respecto a lo encontrado en el muestreo del CUSTF.

Con las medidas de mitigación propuestas por el proyecto se pretende acotar el impacto negativo que el proyecto pudiera tener sobre la vegetación de duna costera del SA, la cuenca y el estado.

En adición a lo anterior, se mantienen dentro del predio un total de 1.014 hectáreas que mantendrán *in situ* las especies localizadas en el área y en paralelo, se habrá de implementar un programa de rescate de especies en estatus previstas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y otras de importancia ecológica que habrán de reubicarse posteriormente en las áreas públicas del proyecto, con lo cual se podrá mantener la biodiversidad de la flora que actualmente existe en el predio.

Como se ha evidenciado, las condiciones del SA en cuanto a la flora son muy parecidas, derivado particularmente de corresponder a un mismo tipo de vegetación (vegetación de duna costera) y que las diferencias existentes prevalecen por las condiciones de desarrollo de la vegetación en cada caso y por los diversos niveles de presión que existen en el SA y en el predio.

Respecto a la fauna silvestre, ha resultado evidente que las especies representadas por los diferentes grupos faunísticos tanto en la zona del CUSTF como en el SA tienen una condición similar, ya que los ecosistemas que habitan son acotados a la zona del proyecto.

Las medidas de mitigación como es el programa de rescate y reubicación, así como la posibilidad de mantener una cobertura de vegetación nativa en el predio del proyecto, asegura que las condiciones para que la fauna pueda mantenerse presente sin cambios sustanciales en su distribución actual aun con el CUSTF ejecutado.

Sin embargo, lo importante en este análisis es ratificar que el proyecto no tendrá repercusiones significativas y que no pone en riesgo a la biodiversidad, ya que la mayoría de las especies están representadas en el SA por lo que aún con la ejecución del CUSTF, la biodiversidad de los ecosistemas se mantendrá.

Adicionalmente se prevén medidas que permitirán reducir el impacto como las siguientes:

- El proyecto mantiene una cobertura del 41.19% con vegetación natural actual.
- Se implementará un programa de rescate de flora y reubicación de ejemplares rescatados.
- Se realizará reforestación de enriquecimiento de vegetación en vegetación de duna costera.
- Se implementará un programa de rescate y reubicación de fauna.

Otra consideración adicional es que, en caso de que se autorice el proyecto, se prevé se cuente con un pago de compensación ambiental que la Federación aplicará para restaurar ecosistemas similares como aquellos que el proyecto pretende aprovechar.

3.4.7. La protección y conservación de suelo.

En la degradación de suelos se reconocen dos procesos:

1) El que implica el desplazamiento del material del suelo, que tiene como agente causal a la erosión hídrica y la eólica y,
2) El que se refleja en un detrimento de la calidad del suelo, tal como la degradación química y la biológica física).

Sus características son las siguientes[24]:

Erosión Hídrica: Es el desprendimiento de las partículas del suelo bajo la acción del agua dejándolo desprotegido y alterando su capacidad de infiltración, lo que propicia el escurrimiento superficial.

Erosión eólica: Corresponde a la provocada por el viento.

Erosión Química: Está muy asociada a la intensificación de la agricultura, ésta se debe a la reducción de su fertilidad por pérdida de nutrientes

Erosión Física: Se refiere principalmente a la pérdida de la capacidad del sustrato para absorber y almacenar agua, esto ocurre cuando el suelo se compacta, se endurece o es recubierto.

De acuerdo a los planos elaborados por la SEMARNAT y el Colegio de posgraduados (2003)[25], establece que para el estado de Quintana Roo la **degradación de los suelos por causas hídricas o eólicas** corresponde a ceros o no existe erosión.

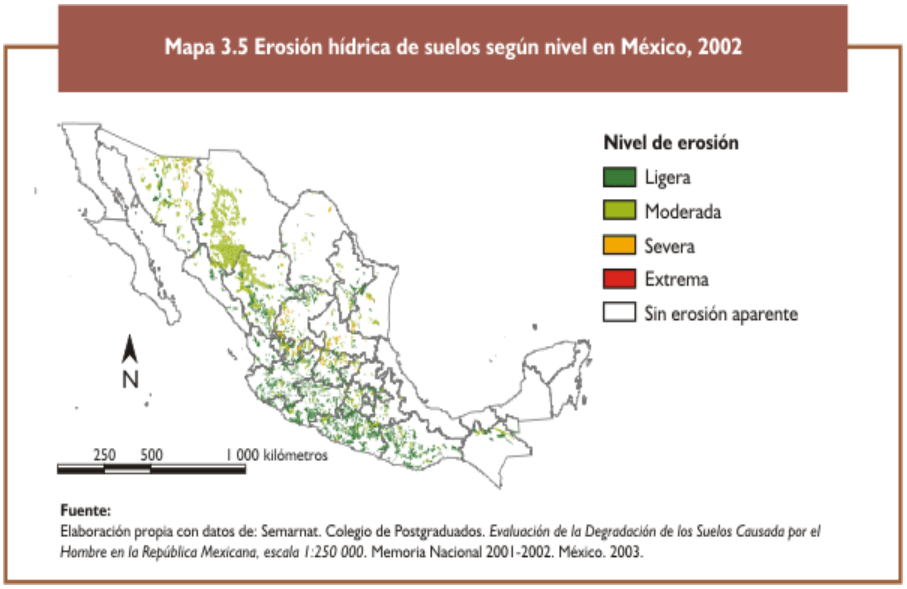


Figura No. 26 Niveles de erosión hídrica en la República mexicana

[24] Articulo degradación del suelos http:/edafologia.ugr.es

[25] Planos presentados en la Pagina semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/03_suelos/cap3_1.html Con base a la evaluación de la degradación de los suelos causados por el hombre en la republica mexicana memoria nacional 2001-2002, elaborada por el Colegio de Posgraduados en 2003

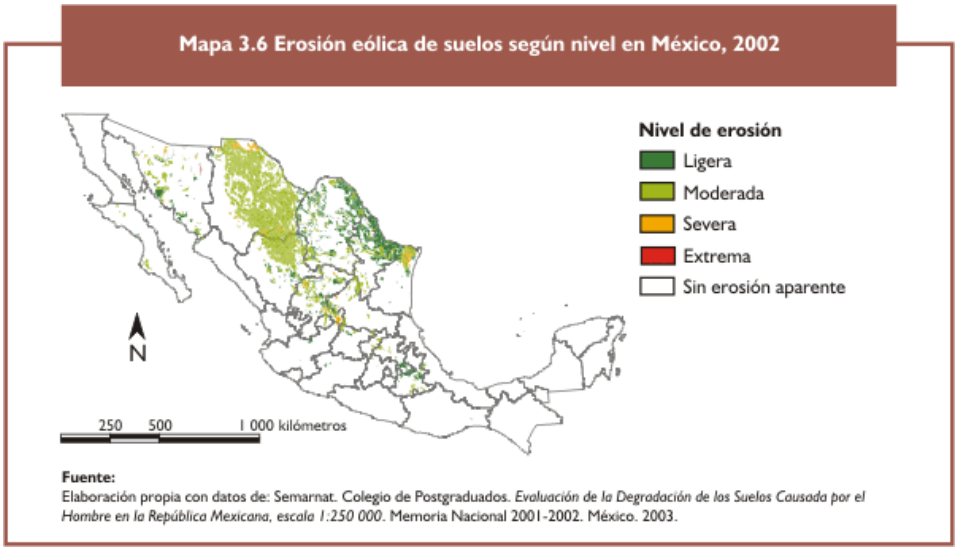


Figura No. 27 Niveles de erosión eólica en la República mexicana

Así mismo se observa que la **degradación química** en la península de Yucatán, se da principalmente en el estado de Yucatán y en el estado de Quintana Roo solo están reportadas en las zonas agropecuarias de la parte centro sur del estado.

Es necesario mencionar que en la zona de estudio las características de los suelos se han deteriorado (esto sin llegar a establecerse como suelos erosionados) debido al resultado de los impactos de huracanes recientes en la zona, que puede ocasionar el empobrecimiento del suelo al grado de generar cambios en la estructura de la vegetación con el consecuente desplazamiento de las especies arbóreas y la proliferación de especies arbustivas y herbáceas más adaptadas a suelos pobres, no obstante este tipo de afectación podría encuadrar dentro de la degradación química, sin embargo estos parámetros no están tomados en cuenta dentro de dicha degradación.

José Ibáñez (2006)"[26] establecen que la **degradación física** de los suelos viene propiciada por la pérdida de materia orgánica y/o el efecto del tránsito de la maquinaria pesada, y/o por eliminar la cobertura vegetal y permitir que el suelo quede desnudo frente al impacto de las gotas de lluvia. Obviamente la acción conjugada de los tres procesos genera que se refuercen unos a otros, afectando negativamente a sus propiedades hidrológicas (disminución de la infiltración del agua en el suelo y promoviendo la escorrentía superficial) y como corolario favoreciendo los procesos de erosión.

Los efectos se acentúan cuando la estructura de los agregados del suelo es deficiente, por la ausencia de materia orgánica y/o por padecer de una textura descompensada (suelos muy arcillosos, pero especialmente en los que poseen sobreabundancia de limos). La estabilidad de los agregados y su resiliencia frente al impacto de las gotas de lluvia, resulta ser pues una propiedad de suma importancia.

[26] **Articulo Costras y Sellados del Suelo: La Degradación Física de la Superficie del Suelo Publicado por Juan José Ibáñez el 27 diciembre, 2006 pag. www.madrimasd.org/blogs/universo/2006/12/27/56014**

Sin embargo, debido a las características del proyecto que se pretende implementar, se puede determinar que la afectación es considerada como un proceso de degradación de los suelos ya que generarán pérdida de suelo, **sin embargo debido a que el proyecto se establecerá en un predio de 2.462 hectáreas, de las cuales serán aprovechadas para el CUSTF 1.448 hectáreas, mientras que el 41.19% del área con vegetación nativa con que cuenta el predio se mantendrá con la cobertura actual de vegetación nativa, y por consiguiente dicha área seguirán manteniendo su función ecológica;** por esta razón se puede determinar que el proyecto creará un impacto de carácter puntual, sin embargo esta afectación solo corresponde al área del sembrado de obras del proyecto, por lo que no se pondrá en riesgo este servicio ambiental.

Para ahondar en este contexto es importante remitirse a una estimación respecto de la condición de erosión actual y con la implementación del proyecto, por lo cual se presenta el cálculo correspondiente a través de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos.

Metodología para el cálculo de la pérdida de suelo en la cuenca (La Ecuación Universal de Pérdida de Suelos, USLE)

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelos, USLE, fue desarrollada por Wischmeier (1978), como una metodología para la estimación de la erosión laminar en parcelas pequeñas. Luego de varias modificaciones la ecuación se presenta como una metodología de gran utilidad en la planificación de obras de conservación de suelos.

Se ha considerado que la USLE (Wischmeier, 1978), hasta el momento, representa la metodología más idónea para el cálculo de las pérdidas de suelo en tierras agrícolas; por ello, se ha utilizado esta metodología como una guía para la evaluación de acciones en manejo de cuencas, en especial aquellas que conllevan a un cambio del uso de la tierra y manejo de suelos.

E= R*K*L*S*C*P

Donde:
E = Erosión del suelo en toneladas por hectárea por año (ton/ha, año).
R = Erosividad de la lluvia. Mj/ha (Megajoules/hectárea) mm/hr(milímetros/hora).
K = Erosionabilidad del suelo.
LS = Longitud y grado de pendiente.
C = Factor de vegetación.
P = Factor de prácticas mecánicas.
La erosión potencial se estima con la siguiente ecuación:

Ep = R*K*L*S

La erosión actual se estima utilizando la ecuación Ep = R*K*L*S que considera los factores inmodificables R, K, L y S.

Los factores de protección como son la vegetación y las prácticas y obras de manejo para reducir las pérdidas de suelo se pueden modificar C y P.

Para utilizar este modelo, se han propuesto diferentes metodologías para estimar cada una de las variables, Wischmeier y Smith (1978) ó FAO (1980) por mencionar algunas; sin embargo, la aplicación de algunas de ellas en el campo es difícil de realizar por no contar con la información necesaria. Para evitar estos problemas, en seguida se presenta una metodología simplificada y adecuada para utilizarse en nuestro país.

Erosividad de la lluvia

Representa la habilidad o agresividad de la lluvia para producir erosión; es decir, la energía cinética de la lluvia necesaria para remover y transportar las partículas de suelo. Cuando la precipitación excede la capacidad de infiltración, se presenta el escurrimiento superficial, el cual tiene la habilidad de transportar las partículas de suelo.

Para estimar este factor Cortés (1991) estimó el índice de erosividad para un evento para las diferentes regiones de la República Mexicana y reporta valores de erosividad que varían de 500 a 29 mil Megajoules mm/ha hr año. El propone catorce modelos de regresión a partir de datos de precipitación media anual (p) para estimar el valor de R de la EUPS.

Cuadro No. 97Modelos de regresión para estimar el índice de erosividad

Ecuaciones	
p= precipitación promedio anual (mm)	
Región	Ecuación
1	R=1.20785p+0.002276p2
2	R=3.45552p+0.006470p2
3	R=3.67516p+0.001720p2
4	R=2.89594p+0.002983p2
5	R=3.48801p+0.000188p2
6	R=6.68871p+0.001680p2
7	R=0.03338p+0.006661p2
8	R=1.99671p+0.003270p2
9	R=7.04579p+0.002096p2
10	R=6.89375p+0.000442p2
11	R=3.77448p+0.001440p2
12	R=2.46190p+0.006067p2
13	R=10.74273p+0.001008p2
14	R=1.50046p+0.002640p2

De acuerdo al cuadro anterior, donde se establecen las fórmulas de las 14 regiones con diferente grado de erosividad y tomando en cuenta la ubicación del proyecto, se establece que para el caso de la península de Yucatán le corresponde la **Región XI, con la ecuación $R = 3.7748P + 0.001440P^2$**, lo cual le corresponde también al municipio de Benito Juárez del estado de Quintana Roo, la ecuación para determinar el factor R corresponde a:

R=3.77448p+0.001440p2

Considerando una precipitación media anual de 1,302.2 mm[27]., este será el valor de P. Por lo anterior y sustituyendo los datos tenemos que:

R = 3.77448 (1,302.2) + 0.001440 (1,302.2)^2

R= 12,613.72 Mj/ha mm/hr.

Erosionabilidad del suelo (K):

Es la susceptibilidad del suelo a erosionarse; a mayor erosionabilidad, menor resistencia a la acción de los agentes erosivos. La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende del tamaño de las partículas del suelo, del contenido de materia orgánica, de la estructura del suelo y en especial del tamaño de los agregados y de la permeabilidad.

Para su estimación se utilizan fórmulas complicadas; para condiciones de campo se recomienda el uso del siguiente cuadro, para que, con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estime el valor de erosionabilidad (K).

Cuadro No. 98 Valores de K en base a textura y % de materia orgánica del suelo.

Valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la textura y el contenido de materia orgánica (Morgan 1986).			
Textura	% de materia orgánica		
	0.0 – 0.5	0.5 2.0	2.0-4.0
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.0016	0.014	0.01
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena migajosa	0.01	0.01	0.008
Arena fina migajosa	0.024	0.02	0.016
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.03
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenosa fina	0.035	0.03	0.024
Migajón arenosa muy fina	0.047	0.041	0.033
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Limo	0.06	0.052	0.042
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.028	0.026
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arcilla	0.013-0.029		

[27] Valor tomado de la estación ubicada en Playa del Carmen durante el periodo 1951-2010

El suelo del área propuesta para el Cambio de Uso de Suelo, corresponde a un Leptosol o Litosol y Rendzina (conforme a la carta edafológica del INEGI), es un suelo caracterizado suelo permeable, calcáreo con arcilla, textura media, la vegetación está constituida principalmente por selvas; al consultar la guía para la interpretación de cartografía de edafología, señala que este tipo de suelo y de acuerdo con la tabla de Erosionabilidad de los suelos, el porcentaje de materia orgánica va de 0.013-0.029; para el presente ejercicio se considera **el valor de K = 0.029**, en virtud de que es un área que cuenta con abundante materia orgánica.

Longitud y Grado de pendiente (LS)

La pendiente del terreno afecta los escurrimientos superficiales imprimiéndoles velocidad. El tamaño de las partículas, así como la cantidad de material que el escurrimiento puede desprender o llevar en suspensión, son una función de la velocidad con la que el agua fluye sobre la superficie.

A su vez, la velocidad depende del grado de longitud de la pendiente (Ríos, 1987). En igualdad de condiciones, conforme se incrementa el grado de pendiente, el agua fluye más rápido y en consecuencia el tiempo para la infiltración del agua al suelo es menor.

Para estimar estos valores es necesario primero determinar la pendiente media del terreno, que se obtiene determinando la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo entre la longitud del terreno, por lo que la fórmula resulta ser la siguiente:

$$s= (Hf-Hi)/L$$

Donde:

s: Grado de pendiente (%).
Hf: Altura más elevada del terreno (m)= 11.8 m.
Hi: Altura más baja del terreno (m) = 8.8 m
L: Longitud del terreno (m). = 227.4 m

Por lo que

s= (11.8 – 8.8)/227.4 = 0.01319

s= 0.01319*100

s=1.319%

De acuerdo a los datos de campo, el área solicitada para el CUSTF y sustituyendo los datos de la formula antes mencionada, se determinó una pendiente del 1.31%, de tal manera que el valor de **m =0.3** (como valor extremo) de acuerdo a la categorización de pendientes establecida por Wischmeier.

Grado de pendiente (%)	Valor de m
<1	0.2
1-3	0.3
3-5	0.4
>5	0.5

Fuente: Wischmeier y Smith, 1978.

Una vez obtenido el valor de la pendiente del terreno (1.31%) con m = 0.3 se puede obtener el valor de (LS) con la siguiente ecuación.

$$\mathbf{LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965\ S + 0.00138\ S^2)}$$

Donde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

λ = Longitud de la pendiente

S = Pendiente media del terreno.

m = Parámetro en base al grado de pendiente,

Por lo tanto, la ecuación sustituida queda como sigue:

$$LS = (2640.0)^{0.3}\,[0.0138 + 0.00965\ (1.31) + 0.00138\ (1.31)^2]$$
$$LS = 5.09374\ (0.0138 + 0.01273 + 0.00240)$$

$$LS = 5.09374 * 0.02893$$

El resultado final es entonces:

LS=0.1474

Estimación de la erosión potencial:

De acuerdo a los valores obtenidos anteriormente (R, K, LS), se sustituye la fórmula **para estimar la erosión potencial**, que queda de la siguiente manera:

E=R*K*LS

Sustituyendo los datos tendríamos:

E= **12,613.72 *0.029*0.1474**

E= 53.9097 T/ha/año

La **erosión potencial indica** que si no existiera cobertura del suelo (suelo desnudo) y no se tienen prácticas de conservación del suelo y del agua, se pierden **53.9097 ton/ha de suelo por año**, lo que significa que se pierde una lámina de suelo de 5.39 mm, lo anterior si consideramos que 1 mm de suelo es igual 10 t/ha/año

Factor de protección de la vegetación C.

El factor de protección C se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote con un cultivo de interés y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0 por ejemplo cuando existe una selva con una cobertura vegetal alta.

Cuadro No. 99 Los valores de C que se reportan para diferentes partes del mundo y para México

Valores de C que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo			
Cultivo	Nivel de productividad		
	Alto	Moderado	Bajo
Maíz	**0.54**		
Maíz labranza cero	**0.05**		
Maíz rastrojo	**0.10**		
Algodón	**0.30**	**0.62**	
Pastizal	**0.004**	**0.10**	**0.80**
Alfalfa	**0.020**	**0.15**	**0.15**
Trébol	**0.025**	**0.42**	**0.20**
Sorgo grano	**0.43**	**0.01**	**0.49**
Sorgo grano rastrojo	**0.11**	**0.050**	**0.10**
Soya	**0.48**	**0.050**	**0.10**
Soya después de maíz con rastrojo	**0.18**	**0.55**	**0.10**
Trigo	**0.15**	**0.18**	**0.70**
Trigo rastrojo	**0.10**		**0.25**
Bosque natural	**0.001**		
Sabana en buenas condiciones	**0.01**	**0.38**	**0.53**
Sabana sobrepastoreada	**0.1**	**0.18**	**0.25**
Maíz – sorgo, Mijo	**0.4 a 0.9**	**0.01**	**0.10**
Arroz	**0.1 a 0.2**	**0.54**	
Algodón, tabaco	**0.5 a 0.7**	**0.22**	
Cacahuate	**0.4 a 0.8**		
Palma, cacao, café	**0.1 a 0.3**		
Piña	**0.1 a 0.3**		
Bosques área cubierta del 100 al 75%	**0,003-0.011**		
Bosques área cubierta del 75 al 45 %	**0.010.0.040**		
Bosques área cubierta del 25 al 45% con residuos	**0.41**		
Bosques área cubierta del 25 al 45% sin residuos	**O.84**		

Para los escenarios se considerarán los siguientes valores:

Con cobertura vegetal 0.011 y sin cobertura forestal 1 ya que se considera a la erosión potencial como el factor máximo que prevalece cuando no hay cobertura.

De acuerdo a la FAO, los valores de referencia para categorizar el nivel de erosión se presentan en el siguiente cuadro, y serán la base de comparación para identificar los niveles de erosión de suelos en los escenarios planteados para el predio.

Cuadro No. 100 Clasificación del Riesgo de Erosión Hídrica de la FAO

Tasas de erosión (Ton/Ha,-Año)	Clases de riesgo de erosión
(0-10)	Ligera
(10-50)	Moderada
(50-200)	Alta
(>200)	Muy Alta

1) Escenario 1: Tasa de erosión que se presenta en las condiciones actuales

Para estimar la erosión del suelo considerando que existen áreas con vegetación nativa (bosque natural cubierto 75 al 100%, por lo que el valor de C que se está tomando en cuenta es el de 0.011 para áreas con vegetación nativa y de 1 para áreas sin cobertura vegetal. La fórmula para obtener la erosión potencial sería:

E=R*K*LS*C

Sustituyendo los datos tendríamos:

Para área del predio con cobertura forestal

E= **Epotencial * C**

E=53.9097*0.011

E= 0.5930 t/ha/año

Considerando la superficie de 2.4620 hectáreas con cobertura forestal del predio con vegetación forestal, se obtendría que:

E con cobertura: 0.5930 * 2.4620

E con cobertura: 1.460 ton/Año

Para el caso del área sin cobertura forestal no hay estimación, puesto que el predio tiene cobertura forestal en su totalidad.

De lo anterior se obtendrá entonces que la EROSIÓN TOTAL para el escenario 1 es la suma de la superficie con cobertura forestal más la superficie sin cobertura forestal del proyecto, que en este caso no existe, obteniéndose entonces un total de 1.460 ton/año de pérdida de suelo en condiciones actuales. En el siguiente cuadro se hace un resumen de las estimaciones y de los valores obtenidos.

Cuadro No. 101 Escenario 1 Erosión en Condiciones actuales del predio

Tipo de asociación	Superficie total (ha)	Erosión estimada por unidad de superficie (ton/ha/año)	Erosión final en el estado actual del predio (ton/año)
Terrenos con cobertura forestal	2.4620	0.5930	1.4600
Areas sin cobertura forestal	-	53.9097	-
Total	**2.4620**		**1.4600**

En este escenario, considerando todo el predio se tiene un estimado de erosión total promedio en el predio de 0.5930 ton/Ha/año, para lo cual en el valor de referencia de la FAO se considera como EROSION LIGERA.

Para el caso específico de las poligonales de CUSTF, siguiendo el mismo procedimiento de cálculo, pero bajo el supuesto de estimar sólo la superficie que tiene cobertura forestal que será propuesta para el CUSTF y que es por el orden de las 1.448 hectáreas, a continuación, se tiene el resultado para este escenario. Como podrá identificarse, la erosión total es de 0.8587 ton/año con una erosión promedio de 0.5930 ton/ha/año que, considerando los valores de referencia, la erosión es considerada como EROSIÓN LIGERA.

Cuadro No. 102 Escenario 1: Erosión en las condiciones actuales para el polígono propuesto para CUSTF.

Tipo de asociación	Superficie total (ha)	Erosión potencial (ton/ha/año)	Erosión considerando factor de cobertura de vegetación (C) (ton/ha/año)	Erosión estimada por unidad de superficie (ton/ha/año)	Erosión final en el estado actual del predio (ton/año)
Terrenos con cobertura forestal	1.4480	53.910	0.011	0.5930	0.8587
Total	**1.4480**			**0.5930**	**0.8587**

2) Tasa de erosión que se presentaría una vez eliminada la vegetación forestal SIN APLICAR MEDIDAS DE MITIGACIÓN..

Este escenario sólo es hipotético en el sentido que la remoción de la cobertura vegetal en las áreas de CUSTF no se mantendrá con el suelo desnudo, sino que se efectuarán obras y actividades que se irán implementando en el proceso constructivo implementándose medidas de mitigación durante el proceso. Sin embargo, esta estimación generará un aproximado de lo que ocurriría si se dejara el suelo desnudo sin hacer actividades u obras del proyecto, como un escenario extremo e hipotético.

El modelo de cálculo sigue el mismo proceso metodológico que en el escenario anterior, mediante el uso de la fórmula Universal (USLE) para lo cual se calculará para el predio en el cual se adiciona la superficie CUSTF al área desprovista de vegetación y se hará también el cálculo exclusivamente para la condición del CUSTF.

Erosión en el predio.

En cuanto a la superficie del predio que carece de cobertura una vez realizado el CUSTF, la estimación de erosión se calcula multiplicando la superficie estimada de 1.448 hectáreas de CUSTF más la superficie sin cobertura forestal que en este caso no hay esa condicion, por lo que en este escenario se alcanzaría una superficie total de 1.448 hectáreas sin cobertura forestal que han de multiplicarse por el valor de la erosión potencial ya calculada para una hectárea de superficie sin vegetación que es de 53.90971 ton/Ha/año por el factor C=1.

Así las cosas, la fórmula queda como se indica a continuación:

E sin cobertura = EPotencial * Sup del predio sin veg*C

E sin cobertura = 53.9097 * 1.448*1

Por lo tanto, la Erosión en el área descubierta del predio se estima en:

E sin cobertura = 78.061 ton/año

Ahora bien, en este escenario, el supuesto sería que 1.01400 hectáreas mantendrán su cobertura forestal actual, por lo que los cálculos de la estimación de erosión mínima corresponden a lo siguiente:

Considerando la superficie de 1.0140 hectáreas que mantendría su superficie con cobertura forestal del predio con vegetación forestal, se obtendría que:

E con cobertura: 0.5930 * 1.0140

E con cobertura: 0.601 ton/Año

De esta manera la erosión total en el predio debe estimarse como la Erosión estimada para el área con cobertura más la Erosión estimada para el área sin cobertura forestal, esto es:

E predio = E sin cobertura + E con cobertura

Sustituyendo:

E = 78.061 + 0.601

Por lo que la estimación de erosión o pérdida de suelo en las condiciones de ejecución del CUSTF a nivel del predio se tiene un valor de:

E = 78.663 ton/año

En el siguiente cuadro se hace un resumen de las estimaciones y de los valores obtenidos por cada condición de cobertura y CUSTF.

Cuadro No. 103 Escenario 2 Erosión en Condiciones actuales del predio

Tipo de asociación	Superficie total (ha)	Erosión estimada por unidad de superficie (ton/ha/año)	Erosión final en el estado actual del predio (ton/año)
Terrenos con cobertura forestal	1.0140	0.5930	0.601
Area de CUSTF en proyecto y otras áreas sin cobertura forestal	1.4480	53.9097	78.061
Total	**2.4620**		**78.663**

En este escenario, considerando todo el predio se tiene un estimado de erosión por el orden de 31.9507 ton/ha/año, para lo cual en el valor de referencia de la FAO se considera como EROSION MODERADA.

Para el caso específico de las poligonales de CUSTF, siguiendo el mismo procedimiento de cálculo, pero bajo el supuesto de estimar **sólo la superficie con el CUSTF del proyecto** y que es por el orden de las 1.448 hectáreas, a continuación, se tiene el resultado para este escenario. Como podrá identificarse, la erosión total es de 78.0613 ton/año con una erosión promedio de 53.9097 ton/Ha/año que, considerando los valores de referencia de la FAO, se tipifica como EROSIÓN ALTA.

Cuadro No. 104 Escenario 2 con CUSTF EJECUTADO para el polígono propuesto para CUSTF.

Tipo de asociación	Superficie total (ha)	Erosión potencial (ton/ha/año)	Erosión considerando factor de cobertura de vegetación (C) (ton/ha/año)	Erosión estimada por unidad de superficie (ton/ha/año)	Erosión final en el estado actual del predio (ton/año)
Terrenos con cobertura forestal	1.4480	53.9097	1	53.9097	78.0613
Total	**1.4480**			**53.9097**	**78.0613**

De lo anterior se desprende que el CUSTF incide en las tasas de erosión, de ahí que es importante establecer medidas que deberán mitigar los efectos negativos en la pérdida de los suelos ya que al comparar los escenarios 1 vs 2, se tiene que por efecto del CUSTF se tendrá una erosión adicional de 77.20 ton/año en el predio.

Cuadro No. 105 Comparación de erosión en escenario 1 y escenario 2.

Escenario	Erosión final total (ton/año)	Erosión promedio (ton/ha/año)	Diferencial (Ton)
Escenario 1	1.4600	0.5930	
Escenario 2	78.6626	31.9507	77.20

Del análisis de erosión en estos dos escenarios se desprende que la ejecución del CUSTF podría incrementar la pérdida de suelo hasta en 77.20 ton/año, por lo que será necesario proponer medidas de mitigación que reduzcan el efecto negativo del CUSTF en la pérdida de suelo.

3.4.8. Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales.

La Península de Yucatán cada año es amenazada por fenómenos meteorológicos severos afectando grandes extensiones de vegetación; por la ubicación del sitio del proyecto, también es propenso de afectación con estos tipos de fenómenos naturales y siempre se deben de llevar acciones tanto para el mejoramiento como para ayudar a la naturaleza a su recuperación a través de actividades de fomento como la reforestación o forestación en las áreas afectadas o de las áreas de protección de establecidas en el POEL, de esta manera se puede evitar que el suelo sea erosionado por acción del viento y a través del agua.

El cambio de cobertura vegetal y usos del suelo modifican la distribución de energía altera el flujo de en el ambiente, tanto temporal como parcialmente, estos flujos incluyen entre otros la radiación solar, la temperatura, la precipitación, la evapotranspiración, la superficie de escorrentía la disponibilidad de nutrientes, todos los factores son importantes por su participación en el proceso de regulación hídrica

Los factores del clima son aquellos agentes que modifican el comportamiento de los elementos del clima, y de acuerdo a su interacción y a su presencia e intensidad se determinan las características particulares de los diversos tipos de clima.

La precipitación, es parte importante del ciclo del agua en los bosques húmedos, y el agua es un importante servicio de regulación del clima y de mantenimiento de los recursos hídricos.

Debido a que la implementación del proyecto requiere la remoción de un 58.81% de la vegetación forestal del predio, se promoverá la modificación de varios de los factores que se han mencionado con anterioridad y que de alguna manera influyen directamente con el comportamiento de los elementos del clima.

Los bosques también juegan un papel fundamental en la regulación del clima; pero, además, actúan como sumideros de carbono, impidiendo así el aumento del dióxido de carbono, así como la regulación de los factores climáticos extremos, sin embargo es necesario recordar que esta zona está catalogada dentro del POEL del municipio de Benito Juárez como una zona de uso turístico hotelero en el que se pretende dejar un área de vegetación nativa del 41.19% del área forestal actual que tiene vegetación nativa.

Otros de los factores que se modificarán se encuentra: el Incremento en la radiación solar; en las selvas la densidad de cubierta vegetal reduce el paso de luz y calor, así como la evaporación y su efecto de desecador debido al paso de los vientos secos, situación que se modificara por el cambio de uso de suelo, sin embargo estos factores tendrá un menor impacto debido a que existirán una superficie de 1.0140 hectáreas, al interior del predio, que conservarán la vegetación forestal nativa o en su defecto se enriquecerán para mejorar su estructura.

Con base a las consideraciones anteriores se observa que se está conservando el 41.19% de vegetación nativa del predio, por lo que no obstante que se tendrán afectaciones, también es cierto que se ha señalado que estas afectaciones se encontraban previstas en el propio programa de ordenamiento ecológico local que rigen la zona; así mismo se proponen diversas medidas que de alguna forma atenúan los impactos que se tendrán en la zona, tal como se ha referido tanto a nivel de municipio y sobre todo a nivel de cuenca aún se cuenta con la cobertura de duna costera natural que permita mantener la regulación del clima en los parámetros pertinentes.

Por otro lado, la vegetación cumple con la función de reducir el potencial destructivo de fenómenos naturales como los huracanes, sin embargo, no existe investigación al respecto. Lo que es un hecho, es que la vegetación mitiga el daño e impacto de rachas de vientos superiores 180 km/hr, funcionando como barrera rompevientos, aunque dicho servicio se verá impactado de forma imperceptible al momento que se compara la cantidad de vegetación a remover con la vegetación presente en la cuenca.

Es por esta razón de la importancia que la implementación del proyecto se esté respetando los criterios que establecen los programas de Ordenamiento que rigen la zona (POEL y PPDU), Considerando todo lo anterior es que se plantea que la afectación de este servicio ambiental, por la implementación del proyecto no sufrirá grandes cambios en lo que se refiere a los amortiguamientos y no se considera se ponga en riesgo este servicio ambiental dentro del área de la cuenca hidrológica en que se encuentra.

3.4.9. Alteración de la calidad paisajística original del Predio.

El concepto de paisaje ha sido muy discutido y controvertido en los últimos años, sin embargo, no existe una definición que satisfaga completamente todos los puntos de vista. Esto se debe a la jerarquía taxonómica que se asigna a uno o algunos de sus componentes, a su extensión o cobertura y a la temporalidad con que se le conciba. No obstante, en las diferentes definiciones que aparecen en la literatura, se aprecia una tendencia a relacionar y concatenar los componentes físicos y bióticos que conforman el medio natural.

En general, por territorio se entiende el medio natural que ha sido construido y transformado por el hombre. Un espacio sobre el que se ha intervenido buscando un determinado tipo de aprovechamiento, el desarrollo de este territorio. De lo que se construye para desarrollar el territorio, lo que tiene más voluntad de permanencia y sirve de soporte a todo tipo de actividades son las infraestructuras

Para el caso de este proyecto, se propone mantener la cobertura vegetal nativa en el 41.19% del área con vegetación, lo que, aunado al diseño y distribución de las mismas, permitirá mantener la identidad de la cobertura vegetal nativa, y por lo tanto de su fisonomía original.

El desarrollo del proyecto afectará el paisaje, sin embargo, esta afectación será de manera puntual en el área del proyecto donde se emplazarán las obras, ya que el paisaje actual cambiará sustancialmente, considerando que esas áreas ya han sido destinas por el PMDUBJ para el uso hotelero y otras actividades turísticas. La percepción visual puede ser atenuada, ya que se está dejando un área de vegetación nativa, inclusive una franja frontal al frente del predio. El proyecto se incopora a un paisaje urbano-natural existente en la zona, por lo que desde dicha perspectiva, el proyecto estará acorde con las condiciones de paisaje de la zona, en la que sobresalen complejos hoteleros y de servicios turísticos y residenciales integerados a áreas verdes naturales o artificaciles, laguna y mar caribe; el proyecto será una propuesta que se adiciona al contexto de desarrollo turístico de esta zona.

4. Diagnóstico Ambiental

El ambiente se define por una serie de servicios que presenta el predio y el SA. Sin embargo, estos servicios pueden variar cuando ocurre una afectación ambiental, de forma que sus características son diferentes antes y después de la afectación. Para poder evaluar dicha afectación ambiental, se necesita estimar estos dos estados, pues la afectación o daño comprendería la diferencia entre el estado ambiental antes de la intervención por la implementación del proyecto y después de la implementación del proyecto que ocasionó la afectación.

Con las afectaciones que se pretende realizar en el predio con el desarrollo del proyecto, no se propiciarán nuevas alteraciones ambientales adicionales a las que ya han sido contempladas en el diseño y planeación de mediano y largo plazo previstos en los ordenamientos ambientales que aplican en el predio, por lo que la implementación del proyecto no pondrá en riesgo la integridad funcional del sistema ambiental y de los servicios ambientales, considerando además, la aplicación de las medidas de prevención y mitigación previstas por el proyecto. Se ha demostrado que el proyecto no contribuye de manera significativa en la pérdida de servicios ambientales.

Los servicios ambientales que interesaron evaluar son los directamente relacionados con la afectación por la implementación del proyecto. Por ello, se determinó cuáles servicios o recursos fueron afectados y analizar las características de ellos antes y después de la afectación para poder valorar la magnitud e incidencia de dicha afectación.

En la revisión de los servicios ambientales que pudieron verse afectados y su impacto, en este ejercicio se pudo concluir que los factores ambientales que se verán de alguna manera afectados por las obras del proyecto en términos de impactos, las más sensibles son l**a Biodiversidad, la degradación física del suelo, la captación y calidad del agua y la pérdida de carbono, entre otros** servicios que también se vieron afectados, aunque en menor intensidad.

También se determinó que la mayoría de los impactos a los servicios, se generarán principalmente en la fase de preparación del sitio y construcción, así mismo en este y en otros capítulos del estudio se realiza un análisis de cada uno de los componentes de los servicios, explicando el grado de impacto, así como justificando y proponiendo en su caso alguna medida de protección y mitigación, y su área de influencia.

El tramo de mayor sensibilidad ambiental se ubica en el espacio que ocuparán las estructuras y el equipamiento requerido dentro del sembrado del plan maestro, es decir, en el área de CUSTF. Sin embargo, los impactos significativos son mitigables y si bien la residualidad se concretará en la pérdida de cobertura forestal en una superficie acotada a la alteración de varios sub factores del suelo (estabilidad, erosión y calidad) y de la fauna (modificación de hábitats, rutas de paso, etc.), así como la captura y calidad del agua y del carbono, entre otros, la identificación, descripción y evaluación de los impactos no reporta otros niveles significativos de impacto a los restantes factores del ambiente.

Identificación de las afectaciones al sistema ambiental

Como se mencionó previamente, la afectación más severa al sistema ambiental, aunque de carácter puntual, consiste en el cambio del uso de suelo, ya que será un impacto acumulativo, debido a que las condiciones ambientales se verán parcialmente modificadas pasando de un área con vegetación a un espacio con servicios de hotelería y turístico. La afectación a este componente ambiental se originará durante las actividades de desmonte y despalme del terreno que se realizará en 1.448 hectáreas. A pesar de ello, es posible la implementación de acciones como el rescate de vegetación y su reubicación dentro del predio para enriquecimiento en las áreas de vegetación nativa.

Como ya se ha diagnosticado en este estudio, la fauna silvestre en el predio y en el sistema ambiental está acotada a mamíferos pequeños y medianos, aves, reptiles y anfibios, pero debido al tamaños del proyecto y la propuesta constructiva y estructural de sus obras, ésta sólo se desplazará temporalmente, pero una vez operando, la fauna tendrá posibilidad de seguir usando las áreas nativas como zonas de refugio, alimentación, tránsito y/o reproducción, por lo que se espera un impacto no perceptible para la fauna del SA.

El proceso constructivo generará residuos urbanos, residuos de construcción y residuos peligrosos, que, aunque mínimos, será necesario implementar medidas para evitar fugas, contaminación del suelo y manto freático y cuerpo marino. El manejo adecuado de todo tipo de residuos y su disposición final será un impacto de carácter puntual y temporal que deberá paliarse a través de promover la separación de residuos para su reciclamiento y la contratación de empresas especializadas y certificadas para el manejo y disposición de los diferentes tipos de residuos. Las aguas residuales del proyecto en operación estarán canalizadas por una red de drenaje conectada a la planta de tratamiento municipal, por lo que el riesgo por contaminación por este tipo de residuos será prevenido con este tipo de instalaciones previstas por el proyecto.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

1. Identificación de impactos

La evaluación de impacto ambiental se entiende como un proceso de análisis que anticipa los futuros impactos ambientales negativos y positivos de las diversas acciones humanas permitiendo seleccionar las alternativas que, cumpliendo con los objetivos propuestos, maximicen los beneficios y disminuyan los impactos no deseados.

La identificación y evaluación del impacto ambiental es una etapa crítica dentro del presente estudio y su elaboración consiste, por un lado, en la valoración de la calidad ambiental del sitio donde se proyectan las obras (realizado en el capítulo anterior), y, por el otro, en la determinación del daño o beneficio que cada actividad ejerce sobre los factores del ambiente.

El desarrollo y correcta evaluación de impactos es de suma importancia ya que constituye la base para la correcta definición de medidas de prevención, mitigación y/o compensaciones aplicables al proyecto. Dicho lo anterior, en el presente capítulo se identifican y evalúan de manera estricta los impactos ambientales y sociales que trae consigo cada una de las etapas del proyecto. Para tal efecto, se interrelacionan las actividades del proyecto con los componentes ambientales, con un criterio de causa-efecto. La descripción de la metodología se describe en los apartados siguientes.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), en su artículo 3°, define *"Impacto ambiental" como la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.*

La identificación de impactos es parte esencial del proceso de evaluación de impacto ambiental, necesaria para que la autoridad competente establezca las condiciones a las que deben sujetarse las obras o actividades que puedan causar un daño al ambiente (LGEEPA, Art. 28).

Habiendo descrito en los capítulos anteriores las características generales del proyecto, así como la situación ambiental en la que se enmarca, en este capítulo corresponde analizar los impactos ambientales potenciales derivados de la preparación, construcción y operación del proyecto, considerando los impactos acumulativos, los impactos residuales y los efectos sinérgicos, directos e indirectos que puede tener el desarrollo del mismo, considerando las características del área de estudio que está incluida dentro del sistema ambiental (descrito en el Capítulo IV). De esta forma, se pondera de manera más precisa la influencia y magnitud de los impactos ambientales que pudieran generarse por las obras y actividades contempladas.

1.1. Metodología para identificar los impactos ambientales.

La efectividad de la metodología utilizada para la evaluación de los impactos ambientales depende de la información ambiental con la que se cuente, del tipo de proyecto y, principalmente, de la identificación de los principales factores en los que incidirá el proyecto en cada una de las etapas del desarrollo.

Para evaluar los impactos potenciales derivados de la construcción del proyecto ***"Hotel The View"*** se usaron tres metodologías diferentes: (i) la matriz de interacción simple; (ii) la matriz de identificación de impactos y (iii) la matriz de importancia del impacto. A partir de ellas, se identificaron y analizaron los impactos provocados en las diferentes etapas de desarrollo.

Es común limitar la evaluación de impacto ambiental sólo a aquellos impactos "evidentes", que por su magnitud o trascendencia son fáciles de identificar, sin embargo, los impactos indirectos o residuales traen consigo consecuencias que son, en algunos casos, mayores al impacto que las generó. No es fácil identificar este segundo nivel de impactos y mucho menos cuantificarlos, el reconocimiento de éstos queda en muchos casos en función de la experiencia del trabajo de campo o en las actividades de seguimiento de condicionantes ambientales de proyectos en desarrollo u operación, en los que se pueden reconocer los efectos de un impacto directo e indirecto a través del tiempo.

Previo a realizar la evaluación puntual de los aspectos citados anteriormente, se requiere definir las principales actividades por etapas causantes de la mayor generación de impactos, así como los componentes ambientales y socioeconómicos sobre los cuales incidirán.

1.1.1. Identificación de las acciones que pueden causar impactos al ambiente.

La descripción del proyecto (Capitulo II) y la caracterización del Sistema Ambiental (Capitulo IV), pemiten identificar los componentes del proyecto que, con interacción con el ambiente, son capaces de ocasionar impactos ambientales.

Para la identificación de los impactos ambientales y sociales se han determinado las fuentes de cambio (las acciones del proyecto), es decir, aquellas actividades que se desarrollarán para llevar a cabo la ejecución del proyecto que afectarán al sistema ambiental. Para esto, se realizó el examen detallado de cada una de las actividades asociadas al proyecto y sus características, de modo que pudieran determinarse las acciones particulares con potencialidad para generar impactos.

Las actividades del proyecto que se identificaron como los posibles agentes de cambio en el sistema son las que se indican en el cuadro.

Cuadro No. 106 Principales actividades que se llevarán a cabo para el desarrollo del proyecto en cada una de sus etapas.

Etapa	Actividades	Acciones
Preparación del sitio	**1.** Actividades de rescate y reubicación de flora y fauna.	• Movilización de fauna silvestre. • Extracción de ejemplares florísticos que tengan las características para sobrevivir a la reubicación.
	2. Delimitación de las zonas de aprovechamiento y conservación.	• Colocación de mallas perimetrales para separar las áreas de aprovechamiento y conservación.
	3. Desmonte y despalme del terreno	• Remoción de la vegetación y la capa superficial del suelo.
	4. Instalación de infraestructura provisional	• Colocación de básicos de obra (casetas de seguridad, cabinas, áreas de almacenamiento, baños móviles, etc.).
Construcción	**5.** Terracerías y obras asociadas.	• Trazos, nivelación, cortes, excavaciones, rellenos y compactación. • Conexiones de líneas de drenaje y eléctricas.
	6. Cimentación	• Creación de zapatadas y armado de trabes.
	7. Construcción de la infraestructura	• Edificación del hotel • Instalaciones auxiliares (canaletas, sistemas pluviales, instalaciones eléctricas, etc.). • Acabados
	8. Conformación de áreas ajardinadas	• Acondicionamiento de espacios verdes
	9. Limpieza del sitio	• Retiro del todo el material sobrante, maquinaria y personal.
Operación y Mantenimiento	**10.** Operación del hotel	• Apertura al publico y puesta en marcha de los servicios del hotel.
	11. Mantenimiento de instalaciones	• Mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones, jardines y equipos del hotel.

*Nota: Este proyecto no considera la fase de abandono ya que con el mantenimiento previsto se prolongará su vida útil de manera indefinida.

Algunas actividades implican la realización de sub-actividades para poder efectuarlas y concretarlas en función de sus características y las condiciones en el lugar de trabajo. Dichas sub-actividades fueron indicadas y descritas en el capítulo II y han sido contempladas para la identificación de las perturbaciones (impactos).

Para la realización de cada una de las actividades (fuentes de cambio) se valora el empleo constante de maquinaria, la adquisición de materiales, acarreos, insumos, personal y la generación de los residuos, gases y ruidos derivados de las obras, también descritas en el apartado correspondiente.

2. Identificación de los factores ambientales del entorno susceptibles a recibir impactos.

Se buscaron componentes ambientales que reflejarán impactos significativos, considerando las características y cualidades del área de estudio. La evaluación de los impactos ambientales sobre los ecosistemas se sustenta en el conocimiento de sus componentes ambientales físicos (abióticos), biológicos y socioeconómicos. Los componentes ambientales se agruparon en primera instancia en subsistemas medio físico, biótico y subsistema socioeconómico. La identificación de los factores o componentes ambientales se presenta en el cuadro.

Cuadro No. 107. Factores ambientales del proyecto.

Subsistema	Factor ambiental
Medio abiótico	Aire (calidad del aire)
	Topografía
	Suelo
	Agua (hidrología superficial y subterránea)
	Paisaje
Medio biótico	Flora
	Fauna
Infraestructura y servicios.	Residuos
	Infraestructura
	Servicios de la zona
Socioeconómico	Economía local

2.1.1. Identificación de indicadores de cambio:

Indicadores de impacto: Una definición genéricamente utilizada del concepto "indicador" establece que éste es "un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio" (SEMARNAT, 2002).

Por indicadores de impacto ambiental se entiende la expresión medible de un impacto ambiental, es decir, aquella variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración. De esta manera, un indicador debe ser capaz de representar numéricamente aquello que se pretende valorar (Gómez-Orea, 2003).

La principal aplicación que tienen los indicadores de impacto es la de comparar alternativas que permiten determinar, para cada elemento del ecosistema, la magnitud de la alteración que recibe. También para estimar los impactos del proyecto permitiendo cuantificar la magnitud de dichas alteraciones.

Con el propósito de detectar los cambios que supongan modificaciones positivas o negativas en la calidad ambiental del entorno, es necesario identificar los factores ambientales susceptibles de ser afectados por el proyecto.

Para la definición de estos factores se consideran los siguientes criterios:

1. Ser representativos del entorno afectado: se refiere al grado de información que posee el indicador respecto al impacto global de la obra.
2. Ser relevantes: aportan información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto
3. Excluyente: para que no exista superposición con otros indicadores distintos.
4. De fácil identificación
5. De fácil localización
6. Susceptible de ser cuantificados.
7. Prever la legislación y las exigencias administrativas.

Tomando como base los Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México (SEMARNAT, 2013), se definieron los siguientes indicadores para el proyecto (Cuadro No. 2).

Cabe señalar que sólo se escogieron algunos de los indicadores de desempeño ambiental propuestos por la SEMARNAT de acuerdo con el proyecto que se evalúa, también se retomaron algunos considerados por Perevochtchikova (2013), y se añadieron los referentes al medio socioeconómico.

Cuadro No. 108. Indicadores ambientales por factor ambiental

Factor	Tema	Subtema	Indicador ambiental
Aire	Contaminación	Emisiones de contaminantes y partículas	CO_2, NO_X, SO_2
		Auditiva	dB
	Modificación	Cambios en el microclima	Emisiones de CO_2
Topografía	Modificación	Superficie de aprovechamiento	%
Suelo	Pérdida	Pérdida de suelo	m^3
	Compactación	Compactación del terreno	cm
	Calidad	Contaminación del suelo	Concentración de metales pesados (mg kg^{-1}). Textura, pH.
Agua	Agua superficial y subterránea	Modificación de corrientes naturales y pautas de drenaje	Si-No
	Infiltración	Diminución de la superficie de infiltración.	m^2 de la superficie de infiltración.
	Consumo	Disponibilidad de agua	L y/o m^3 de demanda de agua.
Paisaje	Cambios	Modificación del paisaje	Visibilidad Calidad Fragilidad
Vegetación	Reducción	Cobertura vegetal	Superficie (m^2)
	Cambios en la abundancia	Pérdida de individuos de ejemplares de flora incluidas especies en alguna categoría de riesgo.	No. de ejemplares
	Diversidad biológica	Reducción de la variedad de generos y especies.	Índice de Shannon
Fauna	Abundancia	Cambios en la abundancia de ejemplares de fauna, incluidas las especies en alguna categoría de riesgo	No. de ejemplares
	Hábitats para la fauna	Reducción del hábitat	Superficie (m^2)
Residuos	Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial y Residuos Peligrosos	Volumen de generación de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos.	Kg de residuos generados
Infraestructura	Infraestructura turística	Mejoramiento en infraestructura y mayor oferta de instalaciones de calidad	No. de cuartos disponibles
Servicios	Demanda de energía eléctrica, aumento en consumo de agua y tratamiento de aguas residuales.	Consumo de energía Producción de aguas residuales. Aumento en consumo de agua	Kw/hora m^3/día
Economía	Empleos y adquisición de insumos	Generación	No. de empleos Compra de bienes e insumos.

3. Caracterización de los impactos

Una vez que se determinó cuáles son los indicadores ambientales por utilizar para su posterior evaluación, es importante realizar una descripción general sobre las condiciones actuales; esto nos permite conocer la capacidad de resiliencia que presentan los factores ambientales, los niveles de perturbación existentes y, con ello, el grado de alteración que la obra puede provocar.

La siguiente descripción se sustenta en la información recabada en el capítulo IV, complementándola con información bibliográfica de fuentes confiables; no obstante, algunos indicadores no presentan datos precisos sobre las condiciones actuales, lo que dificulta su análisis.

Cuadro No. 109. Lista de factores ambientales utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
Medio abiótico	Aire	La calidad del aire se considera satisfactoria y la contaminación atmosférica representa un riesgo escaso o nulo. La ciudad de Cancún presenta variaciones bajas en el transcurso del año respecto a la velocidad promedio de vientos. Las velocidades promedio del viento van de más de 12.8 kilómetros por hora. El mes más ventoso del año en Ciudad Cancún es marzo, con vientos a una velocidad promedio de 14.8 kilómetros por hora.
	Topografía	Es sensiblemente plana ya que las mayores alturas no rebasan los 10 msnm; sin embargo, las condiciones del terreno determinan la presencia de diversos tipos de relieve en la región. En el predio donde se pretende desarrollar el proyecto se tiene una altitud máxima de 11.80 m y una minima de 8.80 m.
	Suelo	Los suelos que se registran en el SA de acuerdo a la capa de edafología Serie II del INEGI, se clasifican en tres unidades edáficas: Arenosoles (AR), Leptosoles (LP) y Solonchak (SC) En lo que respecta a la superficie del proyecto, se encuentra en su totalidad en suelos Solonchak, los cuales se caracterizan por ser suelos no consolidados sujetos a cambios en el nivel de inundación y que presentan una elevada salinidad, además son pocos suceptibles a la erosión. Presentan abundante materia orgánica, pero su fertilidad es reducida por su elevada salinidad y presencia de compuestos de azufre que los hace ser muy corrosivos.
	Agua	La naturaleza cárstica del SA no favorece la presencia de existencia de flujos superficiales; de tal manera que sólo se registran zonas con coeficientes de escurrimiento de 0 a 5% y de 10 a 20%. Con el fin de no alterar ningún tipo de flujo o balance hídrico, se realizarán los estudios de geohidrología en el predio para determinar el tipo de cimentación adecuada. Además, se proponen sistemas de capatación de agua pluvial que serán condicidas a un área de almacenamiento temporal, para su porterior aprovechamiento en las áreas de mantenimiento del hotel.
	Flora	Como resultado del análisis de fotointerpretación se tiene vegetación de duna costera en la totalidad del predio.

Medio biótico		De acuerdo con los recorridos en campo y el inventario, se evaluó la vegetación existente con buenas condiciones. En el predio se registró una especie enlistada en la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en estatus de Amenazada como es la palma nacax (*Coccothrinax readii) y palma chit (Thrinax radiata)*.
	Fauna	El predio se encuentra inmerso en una zona urbana, rodeado de desarrollos turísticos, lo cual es un factor que ha disminuido considerablemente la anidación de especies de fauna silvestre. La composición faunística del predio se determinó a través de un conjunto de estudios realizados en el área de influencia del proyecto que fueron implementados en diversos momentos cercanos al sitio del proyecto. En dicha caracterización se registró un mayor número de especies perteneciente al grupo de aves, seguido de mamíferos y en menor proporción de reptiles. El grupo de anfibios tuvo mínima aportación en la riqueza de especies en la zona de estudio. De igual forma, debido a las condiciones actuales, es muy probable que dominen y abunden especies adaptadas a la perturbación antopogénica, como el Zanate (*Q. mexicanus*), la Iguana rayada (*C. similis*) y la Lagartija común (*A. sagrei*). Por su parte, en la región se reportaron especies endémicas y/o incluidas en la NOM-059-SEMARNAT- 2010. De acuerdo con la similitud de las condiciones del sitios con los antecedentes consultados, es probable la presencia de especies protegidas, como *Vireo pallens, Aratinga nana, Ctenosaura similis*.
Medio socioeconómico	Residuos	De acuerdo con el Censo Nacional de Gobiernos Municipales, el municipio de Benito Juárez (Cancún) tiene una generación per cápita de 1.2 kg/hab/día, que se traduce en 1,000 ton por día. Los residuos en su mayoría son de origen habitacional, residuos generados por el turismo y comercio. De los residuos diarios generados solo el 30% son enviados para su separación y compactación, logrando recuperar 8 mil 192 kg de diversos materiales. Se cuenta con un centro Intermunicipal de Manejo Integral de Residuos Sólidos (relleno sanitario), el cual es el sitio de disposición del municipio de Benito Juarez, además del municipio de Isla Mujeres y particulares.
	Infraestructura y servicios	El sector turístico es uno de los motores principales de la economía de Cancún, gracias a la derrama producida por los más de 6 millones de turistas que se reciben al año. Asimismo, de acuerdo con la Secretaria del Tutismo del Estado de Quinta Roo (Sedetur), se espera que para el año 2023 haya una tendencia de crecimiento de 4.5% respecto del 2022, en todo el estado, incremento que indudablemente se verá refleado en el municipio de Benito Juárez. De acuerdo con las cifras oficiales sl 85.5% de los turistas se hospeda en hoteles, esto expone la demanda de servicios básicos turísticos donde se incluye la infraestructura hotelera. La zona del proyecto cuenta con infraestructura para el suministro de energía eléctrica, que será proporcionada por CFE. El agua requerida para su construcción procederá de pipas del servicio público. Para la etapa operativa se cuenta con la factibilidad de servicios emitido por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado Oficio CAPA/DBJIM/SDT/0303/2023 de fecha de 03 de abril de 2023. El proyecto también contempla la conexión a la red de drenaje municipal, para lo cual ya se cuenta con el oficio de factibilidad (CAPA/DBJIM/SDT/0303/2023)

	Transporte y flujo del tráfico	El municipio de Benito Juárez cuenta con un Servicio de Transporte Público concesionado por medio de rutas cuyo objetivo es atender las necesidades de traslado de la población. En el caso del municipio, se indica un total de 280,897 vehículos en circulación, de los cuales casi 60% son automóviles para uso oficial, público o particular; mientras que el resto son motocicletas (23.4%), camiones, camionetas de carga (16.5%) y camiones de pasajeros (0.4%). Para la ciudad, se cuenta con 36 rutas establecidas para el transporte público, las cuales han logrado la cobertura de las principales zonas turísticas de la ciudad. Además, se encuentra con trasnporte colectivo sin ruta fija (taxis, minivan, etc.).
	Economía	En 2020, la población en Cancún fue de 934,189 habitantes (50.4% hombres y 49.6% mujeres). En comparación a 2010, la población en Cancún creció un 37.9%. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo La tasa de participación económica (TPE) es apenas de 65% (ENOE, 2018), debido principalmente a la poca participación de la mujer en el trabajo remunerado (49%). Debido a la vocación turística del municipio, la población ocupada se concentra en actividades terciarias, siendo que, el 23.5 % de la población ocupada desarrolla actividades en restaurantes y alojamientos. Como segunda actividad económica de la población, se ubica el comercio con una participación de 18%. Por otra parte, la población desocupada en Benito Juárez asciende a 13 mil personas, de las cuales 62% corresponden a hombres y 38% a mujeres. En otras palabras, por cada 100 mujeres desocupadas hay 160 hombres en la misma condición.
	Paisaje	De acuerdo con la capa de Uso de Suelo y Vegtación Serie VII del INEGI, el SA, esta dominado por cuerpos de agua en un 49.24 %, seguido de la vegetación de humedal (43.74%), que en conjunto representan el 92.98 % de la superficie total, por lo cual, se puede decir que el paisaje que presenta es armonioso y en su mayoría con un buen estado de conservación. Por su parte, las construcciones e infraestructura, únicamente cubre una superficie de 172.26 ha, que representa el 4.14%, lo cual representa una superficie minima de ocupación. El SA posee un alto valor ecológico y paisajístico, a pesar de las modificaciones que se han desarrollado en los últimos años, se mantiene una buena estética, por lo cual esta zona tiene una alta preferencia como destino turístico. Dentro del territorio municipal cuenta con una amplia diversidad de ecosistemas que son el hábitat de cientos de especies de flora y fauna. Esta diversidad biológica, contribuye a la bellaza y representa un componente sumamente importante para el paisaje y los procesos biológicos de la región.

Tomando como base los indicadores que se definieron antes, se determinaron los siguientes impactos que podría generar el proyecto.

Cuadro No. 110. Factores ambientales utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.

Factores	Impactos ambientales
Medio Físico-químico	
Aire	Contaminación por emisiones de gases de efecto invernadero y material particulado.
	Incremento de niveles de ruidos y vibraciones.
	Cambios en el microclima.
Topografía	Alteración de las formas del terreno
Suelo	Alteración de las propiedades físicas (compactación, estructura, textura, etc.)
	Alteración en la calidad por residuos sólidos, líquidos y sanitarios.
	Pérdida de suelos por remoción y procesos erosivos (hídrica o eólica)
Agua	Cambios en el patrón de drenaje (velocidad y dirección)
	Disminución de la tasa de infiltración.
	Incremento del consumo/requerimiento de agua
	Alteración de la calidad por aporte de sedimentos, residuos sólidos, líquidos y sanitarios.
Paisaje	Modificación del paisaje.
	Contaminación visual por aglomeración de maquinaria, materiales y personal
	Apreciación de las cualidades estéticas del paisaje
Medio biótico	
Vegetación	Cambios en la densidad y distribución de especies.
	Modificación de la cubierta vegetal.
	Disturbio de la vegetación colindante por contaminantes atmosféricos (polvos) y/o impactos indirectos.
	Afectación a especies bajo protección y/o endémicas
Fauna	Cambios en la abundancia de especies.
	Cambios en el comportamiento de las especies (alimentación, anidación, reproducción y rutas de migración).
	Molestias por la generación de ruido y vibraciones, así como su posible atropellamiento.
Infraestructura y de servicios	
Residuos	Aumento en la generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), de Manejo Especial (ME) y Residuos Peligrosos (RP)
Infraestructura	Mejoramiento de infraestructura e instalaciones turísticas
Servicios	Incremento en la demanda de servicios públicos.
Socioeconómico	
Economía	Generación de Empleos
	Derrama económica por la provisión de servicios locales y adquisición de insumos.
	Mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la región.

3.1. Matriz de interacción de impactos ambientales.

Una vez que se identificaron los factores ambientales que tendrán una mayor probabilidad de afectación con las diferentes etapas del proyecto, se crea una matriz de interacciones, en la cual de identifican las incidencias de cada actividad sobre cada factor ambiental, dónde los efectos se clasifican de acuerdo a su naturaleza en dos grupos: adversos (A) y benéficos (B).

3.2. Matriz de identificación de impactos ambientales.

Debido a que los impactos definidos no están presentes en cada una de las actividades del proyecto, se utiliza una matriz de identificación de impactos ambientales, la cual tiene como finalidad reconocer puntualmente en que acciones se producirá cada impacto ambiental, tomando en consideración su naturaleza (matriz de interacción simple).

El resultado de esta matriz nos permite reconocer el número de interacciones positivas y negativas por cada fase del proyecto, sin embargo, no brinda información referente a la severidad del impacto generado, por lo cual, resulta necesario integrar una matriz con valores cualitativos o cuantitativos para cada impacto, para determinadar el nivel de afectación por cada acción.

3.3. Matriz de evaluación de impactos ambientales

Con base en la información anterior se procedió a la evaluación de los impactos ambientales, a través de una matriz en la cual es posible estimar el grado de influencia que tiene una determinada acción sobre un factor ambiental en términos de calidad. Esta metodología utiliza atributos de tipo cualitativos que se refieren al nivel de incidencia o intensidad de alteración y la caracterización del efecto (extensión, tipo de efecto, reversibilidad, recuperabilidad, plazo de manifestación, acumulación, sinergía y periodicidad) el valor que se obtiene de esta evaluación se denomina *importancia del impacto* (Mendoza, 2010).

La representación de lo anterior, se simplifica en la ecuación o función numérica propuesta por Conesa (2010), expresada de la siguiente manera:

$$Importancia\ (\boldsymbol{I}) = \pm(\boldsymbol{3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC})$$

Donde:
IN = Intensidad o grado probable de destrucción
EX = Extensión;
MO = Momento;
PE = Persistencia;
RV = Reversibilidad;
SI = Sinergia;
AC = Acumulación;
EF = Efecto;
PR = Periodicidad; y
MC = Recuperabilidad.

La descripción y asignación de valores a los atributos mencionados en la expresión anterior se presentan en la siguiente tabla:

Cuadro No. 111. Atributos utilizados para valorar los impactos.

Signo		**Sinergia (SI)**	
Hace alusión al carácter beneficioso o perjudicial de las distintas acciones que van a actuar sobre los factores ambientales		*Hace refereancia a la acción de dos o más causas cuyos efecto es superior a la sumo de los efectos indivuales*.	
Beneficioso	**+**	Sin sinergismo	**1**
Perjudicial	**-**	Sinérgico	**2**
		Muy sinérgico	**4**
Intensidad (I)		**Acumulación (AC)**	
Se refiere al grado de incidencia, expresa el grado de destrucción del factor considerado, independientemente de la extensión afectada.		*Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de foma continuada o reiterada la acción que lo genera.*	
Baja	**1**	Simple	**1**
Media	**2**	Acumulativo	**4**
Alta	**4**		
Muy alta	**8**		
Total	**12**		
Extensión (EX)		**Efecto (EF)**	
Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto. También se denomina como Escala espacial o dimensión.		*Se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor.*	
Puntual	**1**	Indirecto (secundario)	**1**
Parcial	**2**	Directo	**4**
Extenso	**4**		
Total	**8**		
Crítico	**12**		
Momento (MO)		**Periodicidad (PR)**	
El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado.		*Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto. Bien sea de manera cíclica o recurrente, de forma impredecible en el tiempo o constante en el mismo (efecto continuo).*	
Largo Plazo	**1**	Irregular o discontinuo	**1**
Medio plazo	**2**	Periódico	**2**
Inmediato	**4**	Continuo	**4**
Crítico	**8**		
Persistencia (PE)		**Recuperabilidad (MC)**	
Escala temporal en que permanecería el impacto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o por medidas correctoras.		*Se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor por medio de la intervención humano (introducción de medidas correctoras o restauradoras).*	
Fugaz	**1**	De manera inmediata	**1**
Temporal	**2**	A medio plazo	**2**
Permanente	**4**	Mitigable	**4**
		Irrecuperable	**8**

Reversibilidad (RV)		
Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado, es decir, retornar a las condiciones inciales previas a la acción por medios naturales.	Corto plazo	**1**
	Medio plazo	**2**
	Irreversible	**4**

3.3.1. Determinación de significancia.

La determinación de la significancia o relevancia de un impacto es la tarea que muestra de forma más convincente el carácter multidisciplinario de la evaluación de impacto ambiental. La significancia de los impactos evaluados se determinó de acuerdo con la definición de "impacto significativo" establecida en el artículo 3, fracción IX, del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, que dice:

"*IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;*"

La importancia del impacto de cada elemento nos indicará los factores ambientales que sufren en mayor o menor las consecuencias del proyecto, así como los efectos totales en cada fase de la obra. La califiación de la importancia se calcula con los valores asignados a los atributos, toma valores entre 13 y 100, donde los impactos con valores inferiores a 25 son bajos y compatibles con el medio ambiente, los impactos moderados presentan una importancia entre 26-50, los impactos severos entre 51-75 y los críticos cuando el valor es superior a 75.

Cuadro No. 112. Rangos utilizados para valorar el índice de incidencia.

Valor ponderado	Categoria	Codigo de color
< 25	Bajo	
25>= 50	Moderado	
50 >=75	Severo	
>= 75	Crítico	
Los valores de signo (+) se consideran impactos nulos		

La metodología empleada permitió evaluar los impactos ambientales generados en términos de su importancia, conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto e identificar y valorar los impactos acumulativos y residuales, asociados directamente con los atributos de recuperabilidad. **Es importante aclarar que esta evaluación se realiza considerando los impactos sin aplicar medidas de mitigación**.

Esta definición, y su consecuente razonamiento, indica que no todos los impactos deben atenderse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave, es decir, aquellos que potencialmente pueden generar desequilibrios ecológicos o ecosistémicos o que puedan sobrepasar límites establecidos en normas jurídicas específicas, sin menosprecio de las acciones que se puedan desarrollar para mitigar los impactos despreciables.

3.4. Matriz de interacciones simple

Con esta matriz es posible identificar si existen o no interacciones entre las actividades del proyecto por etapa con los factores ambientales y sociales; así mismo, se destaca el tipo de relación que tienen (positiva o negativa). Se identificaron 58 interacciones que pueden producir algún tipo de impacto, de las cuales 39 son adversas y 19 son benéficas.

Cuadro No. 113. Matriz de interacciones simples del proyecto.

FACTOR/ ACTIVIDAD		PREPARACIÓN DEL SITIO				CONSTRUCCIÓN					OPERACIÓN		TOTAL
		Actividades de rescate y reubicación de flora y fauna	Delimitación de las zonas de aprovechamiento y conservación	Desmonte y despalme del terreno	Instalación de infraestructura provisional	Terracerías y obras asociadas	Cimentación	Contrucción de la infraestructura	Conformación de áreas ajardinadas	Limpieza del sitio, retiro de material y equipo de construcción	Operación del hotel	Mantenimiento de las instalaciones	
Medio físico-químico	Aire	A		A		A	A	A	B	A	A		8
	Topografía			A		A							2
	Suelo		B	A	A	A	A	A	B				7
	Agua			A		A	A	A	B		A		6
	Paisaje			A	A	A	A	A	B	B	B		8
Medio biótico	Flora	B	B	A		A		A	B				6
	Fauna	B	A	A				A	B		A		6
Infraestructura y de servisios	Residuos			A		A	A	A			A	A	6
	Infraestructura										B	B	2
	Servicios				A						A		2
Socieconómico	Economía				B	B	B	B			B		5
	TOTAL	3	3	8	4	8	6	8	6	2	8	2	58

A = interacciones adversas; B = interacciones benéficas.

3.5. Matriz de identificación de impactos ambientales

Cuadro No. 114 Matriz de identificación de impactos ambientales.

Factor		Impactos	ETAPAS											TIPO DE IMPACTO	
			PREPARACIÓN DEL SITIO				CONSTRUCCIÓN					OPERACIÓN			
			Actividades de rescate y reubicación de flora y fauna	Delimitación de las zonas de aprovechamiento y conservación	Desmonte y despalme del terreno	Instalación de infraestructura provisional	Terracerías y obras asociadas	Cimentación	Contrucción de la infraestructura	Conformación de áreas ajardinadas	Limpieza del sitio, retiro de material y equipo de construcción	Operación del hotel	Mantenimiento de las instalaciones	Negativos	Positivos
Medio Físico-químico	Aire	Contaminación por emisiones de gases de efecto invernadero y material particulado			1		1	1	1		1	1		6	0
		Incremento de niveles de ruidos y vibraciones.			1		1	1	1		1			5	0
		Cambios en el microclima.			1			1	1	1				3	1
	Topografía	Alteración de las formas del terreno			1		1							2	0
	Suelo	Alteración de las propiedades físicas (compactación, estructura, textura, etc.)		1	1		1	1	1	1				4	2
		Alteración en la calidad por residuos sólidos, líquidos y sanitarios.				1	1	1	1					4	0
		Pérdida de suelos por remoción y procesos erosivos (hídrica o eólica)		1	1		1	1		1				3	2

Factor		Impactos	ETAPAS											TIPO DE IMPACTO	
			PREPARACIÓN DEL SITIO				CONSTRUCCIÓN					OPERACIÓN			
			Actividades de rescate y reubicación de flora y fauna	Delimitación de las zonas de aprovechamiento y conservación	Desmonte y despalme del terreno	Instalación de infraestructura provisional	Terracerías y obras asociadas	Cimentación	Contrucción de la infraestructura	Conformación de áreas ajardinadas	Limpieza del sitio, retiro de material y equipo de construcción	Operación del hotel	Mantenimiento de las instalaciones	Negativos	Positivos
	Agua	Cambios en el patrón de drenaje (velocidad y dirección)			1		1	1	1					4	0
		Disminución de la tasa de infiltración			1	1	1	1		1				4	1
		Incremento en el consumo/requerimiento de agua					1	1	1			1		4	0
		Alteración de la calidad por aporte de sedimentos, residuos sólidos, líquidos y sanitarios.			1		1	1	1					4	0
	Paisaje	Modificación del paisaje			1	1		1	1	1				4	1
		Contaminación visual por aglomeración de maquinaria, materiales y personal			1		1	1	1		1			4	1
		Apreciación de las cualidades estéticas del paisaje										1		0	1
Medio biótico	Flora	Cambios en la densidad de especies.	1		1									1	1
		Modificación de la cubierta vegetal.	1	1	1									2	1

Factor		Impactos	ETAPAS											TIPO DE IMPACTO	
			PREPARACIÓN DEL SITIO				CONSTRUCCIÓN					OPERACIÓN			
			Actividades de rescate y reubicación de flora y fauna	Delimitación de las zonas de aprovechamiento y conservación	Desmonte y despalme del terreno	Instalación de infraestructura provisional	Terracerías y obras asociadas	Cimentación	Contrucción de la infraestructura	Conformación de áreas ajardinadas	Limpieza del sitio, retiro de material y equipo de construcción	Operación del hotel	Mantenimiento de las instalaciones	Negativos	Positivos
		Disturbio de la vegetación colindante por contaminantes atmosféricos (polvos) y/o impactos indirectos			1		1	1	1		1			5	0
		Afectación a especies bajo protección y/o endémicas	1		1									2	0
	Fauna	Cambios en la abundancia de especies.	1		1									2	0
		Cambios en el comportamiento de las especies (alimentación, anidación, reproducción y rutas de migración).	1		1				1	1				3	1
		Molestias por la generación de ruido y vibraciones, así como su posible atropellamiento.			1		1	1	1					4	0
Infraestructura y servicios	Residuos	Aumento en la generación de RSU, ME y RP			1		1	1	1			1	1	6	0
	Infraestructura	Mejoramiento de infraestructura e instalaciones turísticas							1			1	1	0	3
	Servicios	Incremento en la demanda de servicios públicos.										1		1	0

Factor		Impactos	ETAPAS											TIPO DE IMPACTO	
			PREPARACIÓN DEL SITIO				CONSTRUCCIÓN					OPERACIÓN			
			Actividades de rescate y reubicación de flora y fauna	Delimitación de las zonas de aprovechamiento y conservación	Desmonte y despalme del terreno	Instalación de infraestructura provisional	Terracerías y obras asociadas	Cimentación	Contrucción de la infraestructura	Conformación de áreas ajardinadas	Limpieza del sitio, retiro de material y equipo de construcción	Operación del hotel	Mantenimiento de las instalaciones	Negativos	Positivos
Socieconómico	Economía	Generación de Empleos			1		1	1	1			1		0	5
		Derrama económica por la provisión de servicios locales y adquisición de insumos				1	1	1	1			1		0	5
		Mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la región										1		0	1
Número de impactos			5	3	20	4	16	17	17	6	4	9	2	77	26
			32				**60**					**11**			
Positivos			1	3	1	1	2	2	3	6	1	5	1	26	**103**
Negativos			4	0	19	3	14	15	14	0	3	4	1	77	

En total, el análisis identificó la posibilidad de ocurrencia de 103 interacciones o impactos potenciales entre las 11 actividades identificadas para los 11 indicadores o componentes ambientales seleccionados. Dichas interacciones se valoraron para determinar la importancia del impacto y el carácter beneficioso o perjudicial de cada uno de ellos sobre cada una de las acciones en donde tienen presencia. Del resultado generado, 32 corresponden a la etapa de preparación del sitio, 55 a la etapa de construcción y 12 en la operación.

Es relevante destacar en este punto que el concepto de potencialidad de los efectos alude precisamente a la posibilidad de ocurrencia de una alteración o modificación, sin que ello signifique que necesariamente suceda. En la ejecución de proyectos necesariamente se identifican un sin número de impactos potenciales, pero no todos tienen la posibilidad de ocurrir debido, esencialmente, a que pueden preverse y, en consecuencia, evitarse o mitigarse a través de acciones concretas incorporadas por el proyecto, como se verá en el apartado correspondiente.

4. Descripción de los impactos por etapa.

El proyecto propone la construcción de un hotel con 456 cuartos distribuidos en 15 niveles, el cual estará ubicado en el predio correspondiente al Lote 3 turístico, Mz. 60, Sección A, 3era Etapa de la Zona Hotelera de Cancún, Ciudad Cancún, Municipio de Benito Júarez, Quintana Roo. Se contará con áreas de servicios y mantenimiento, en las cuales tendremos: cocina, comedor de empleados, almacenes, cisternas, ama de llaves, sanitarios, andenes, cuarto de basura, área de mantenimiento, seguridad, uniformes, lavandería actividades, wedding planning, entre otras áreas que fueron descritas previamente.

El predio tiene una superficie de **2.462 ha** en cual presenta vegetación de duna costera en su totalidad. Se pretende desplantar 1.4480 ha, que representa el 58.81% del predio. Así mismo, el proyecto contempla una superficie de áreas permeables de 1.103 ha, que representan el **44.80 %** del total.

Etapa de preparación del sitio.

Se le conoce como preparación del sitio, en términos generales, a las actividades que acondionan el terreno para el desarrollo de la etapa constructiva del proyecto.

Para esta etapa se identificaron un total de 32 posibles impactos, de los cuales 26 son negativos y 6 positivos. Con las actividades de preparación del sitio, se empieza a modificar el paisaje y topografía del predio, así como afectaciones a la vegetación, suelo y aire por las actividades de remoción de vegetación, el tránsito constante de maquinarias y emisión de polvos.

La actividad que genera mayor impacto perjudicial en esta etapa es el *desmonte y despalme del terreno*, ya que consiste en la modificación de la cobertura natural del sitio, lo cual tiene un efecto directo sobre los factores bióticos y físico-químicos del ambiente, como lo es: la reducción de la densidad y diversidad de especies de flora, reducción de abundancia de fauna, cambios en el microclima, reducción de la cubierta vegetal, etc. La delimitación del sitio y las zonas de aprovechamiento, favorecerán a reducir la afectación mayor superficie, por lo cual tiene interacciones positivas con el suelo y vegetación

De igual forma, previamente al desmonte y despalme, se ejecutarán las actividades de rescate y reubicación de flora y fauna de aquellos ejemplares que lo requieran y que, por su condición, tengan la posibilidad de sobrevivir a una reubicación, buscando así que continúen proporcionando servicios ecosistémicos, como: mejorar la infiltración, regulación del clima, hábitat de especies de fauna, por mencionar algunos. Por dichos motivos, se considera como una acción benéfica para la flora.

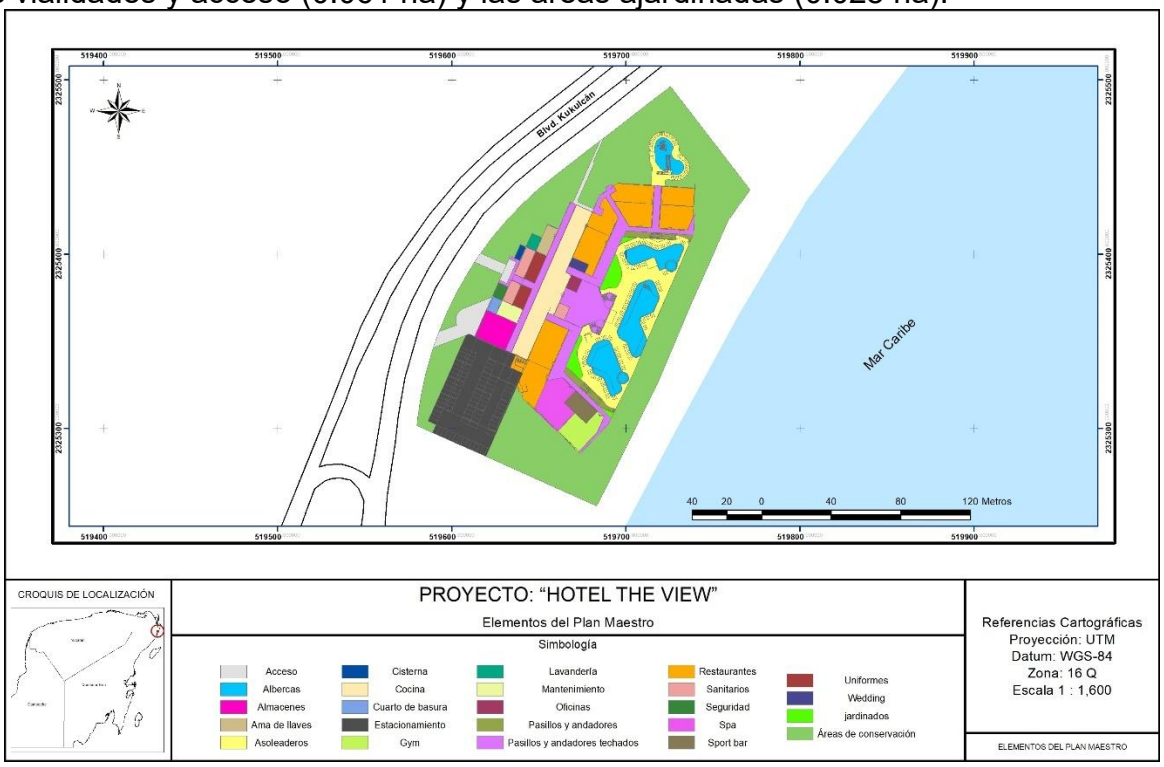
Etapa constructiva

En esta etapa se contabilizaron 46 interacciones negativas y 14 positivas, dando un total de 60 interraciones; en este sentido, se clasifica como la etapa que más efectos negativos genera. Los impactos adversos están relacionados con la presencia de trabajadores, actividades de terracerías y obras asociadas, la cimentación y, en sí, la construcción de las obras propuestas, lo cual conlleva la generación de ruido y partículas contaminantes, producción de residuos sólidos, líquidos y peligrosos, entre otros efectos.

Durante esta etapa, la ejecución de las actividades no implica una afectación directa de los ejemplares de flora y fauna; sin embargo, se restringe el paso de fauna y se vuelve susceptible a molestias por ruidos o posible atropellamiento. En el caso de la vegetación, los impactos son indirectos, afectando a los ejemplares de colindantes a la superficie de intervención, los cuales son causados por la contaminación atmosférica derivado del levantamiento de polvos y emisión de gases de efecto invernadero por el constante tránsito de maquinarias y movimiento de tierrras.

Para la construcción de las obras, el principal factor afectado es el suelo, ya que las actividades que se realizarán, como la compactación, excavación y cimentación inciden directamente sobre las propiedades físicas de los terrenos de cambio de uso de suelo; Así mismo, se produce un cambio permanente en las tasas de infiltración y cambios en el patrón de drenaje.

La superficie que se somete a cambio de uso de suelo es de **1.4480 ha**, que representa el 58.81 %, sin embargo, se mantendrá una superficie de área permable de 1.103 ha (44.80%), que incluye las zonas de conservación (1.014 ha) y obras no techadas como las vialidades y acceso (0.061 ha) y las áreas ajardinadas (0.028 ha).



Plano No. 59. Zonas de aprovechamiento del Hotel The View

Otro de los impactos negativos que se produce en esta etapa es la elevada generación de residuos, mismos que pueden ser urbanos, peligrosos o de manejo especial, originados por los sobrantes de los materiales constructivos y las necesidades básicas de los trabajares (alimentos, sanitarios, etc.).

En cuanto a los impactos benéficos, se presentan sobre la economía de la región por la compra de materiales constructivos, herramientas y un incremento en la generación de empleos.

Operación del proyecto

Consiste propiamente en la apertura del hotel al público, por lo cual los impactos disminuyen en comparación a las anteriores etapas. Para este caso, se identificaron 11 impactos, de los cuales 6 son de efectos positivos y 5 negativos.

Uno de los principales impactos positivos consiste en el mejoramiento de la infraestructura turística del municipio. Al ser una zona altamente concurrida, el mejoramiento de las zonas hoteleras constituye una parte esencial para el desarrollo turístico, lo que trae consigo una mayor derrama económica para la región; a su vez, incide indirectamente en el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes. Aunado a ello, el proyecto busca generar efectos positivos en el ámbito socioeconómico a través de la generación de empleos en cada una de las etapas, por lo cual se contratará personal de la región.

Por otra parte, se identificaron impactos negativos de la operación del proyecto, los cuales se producen a partir del incremento en la demanda de servicios, como es el tratamiento de aguas residuales, energía eléctrica, transporte, etc; asimismo, se prevé una constante generación de residuos proveniente del consumo de insumos de los huéspedes y mantenimiento del hotel, sin embargo, en comparación con las etapas anteriores del proyecto, el volumen de resdiuos se reducirá.

5. Valoración de los impactos

Valorar implica medir y luego traducir esa medida a una unidad que permita establecer comparaciones. La valoración del impacto ambiental consiste en transformar los impactos de unidades heterogéneas a unidades homogéneas de impacto ambiental, de tal manera que permita comparar alternativas diferentes de un mismo proyecto y aún de proyectos distintos.

Las matrices presentadas anteriormente únicamente nos permiten identificar las interacciones que se llevan a cabo entre los factores ambientales y las diferentes etapas del proyecto; no obstante, cada impacto tiene un valor distinto, el cual depende de la cantidad y calidad del factor afectado, la acción que lo esté ocasionando, el grado de incidencia o severidad de la afectación y características del efecto expresada en una serie de atributos que lo describen. En el caso particular de este estudio, los atributos a utilizar para la evaluación se describieron en el Cuadro 10, obteniendo así el siguiente resultado:

Cuadro No. 115 Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales.

Factor		Impacto	Actividad	Naturaleza del impacto	Intensidad (i)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Recuperabilidad (MC)		Importancia
	Aire	Contaminación por emisiones de gases de efecto invernadero y material particulado	Desmonte y despalme del terreno	-	1	1	4	1	1	2	1	4	2	1	22	**-22**
			Terracerías y obras asociadas	-	1	1	4	1	1	2	1	4	1	1	21	**-21**
			Cimentación	-	2	2	4	1	1	2	1	4	2	4	31	**-31**
			Construcción	-	2	2	4	1	1	2	1	4	2	4	31	**-31**
			Limpieza del sitio, retiro del material y equipo de construcción	-	1	1	4	1	1	1	1	1	1	2	18	**-18**
			Operación	-	1	1	1	2	2	4	1	1	4	4	25	**-25**
		Incremento de niveles de ruidos y vibraciones.	Desmonte y despalme del terreno	-	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	17	**-17**
			Terracerías y obras asociadas	-	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	17	**-17**
			Cimentación	-	2	2	4	2	1	1	1	1	2	2	26	**-26**
			Construcción	-	2	2	4	2	1	1	1	1	2	2	26	**-26**
			Limpieza del sitio, retiro del material y equipo de construcción	-	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	20	**-20**
		Cambios en el microclima.	Desmonte y despalme del terreno	-	2	2	2	2	2	2	1	4	1	4	30	**-30**
			Cimentación	-	2	2	4	2	4	2	1	1	1	4	31	**-31**
			Construcción	-	1	1	4	2	4	1	1	1	1	4	24	**-24**
			Conformación de áreas ajardinadas	+	2	1	1	4	4	1	1	4	4		28	**28**
	Topografia	Alteración de las formas del terreno	Desmonte y despalme del terreno	-	1	1	4	2	2	1	1	4	1	4	25	**-25**

Factor		Impacto	Actividad	Naturaleza del impacto	Intensidad (I)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Recuperabilidad (MC)		Importancia
Medio fisico-químico.			Terracerías y obras asociadas	-	1	1	4	4	4	1	1	4	1	4	29	**-29**
	Suelo	Alteración de las propiedades físicas (compactación, estructura, textura, etc.)	Delimitación de las zonas de aprovechamiento y conservación	+	2	1	4	2	1	1	1	1	1		20	**20**
			Desmonte y despalme del terreno	-	2	1	2	4	2	2	1	4	1	2	27	**-27**
			Terracerías y obras asociadas	-	4	2	4	4	4	2	4	4	1	4	45	**-45**
			Cimentación	-	8	2	4	4	4	2	4	4	1	4	57	**-57**
			Construcción	-	2	2	4	4	4	2	1	1	1	4	33	**-33**
			Confromación de áreas ajardinadas	+	2	1	2	4	2	1	1	4	1		24	**24**
		Alteración en la calidad por residuos sólidos, líquidos y sanitarios.	Instalación de infraestructura provisional	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	17	**-17**
			Terracerias y obras asociadas	-	1	1	1	2	2	1	1	1	1	4	19	**-19**
			Cimentación	-	2	1	2	2	2	1	1	1	1	4	23	**-23**
			Construcción	-	2	1	2	2	1	1	1	1	1	4	22	**-22**
		Pérdida de suelos por remoción y procesos erosivos (hídrica o eólica)	Delimitación de las zonas de aprovechamiento y conservación	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1		13	**13**
			Desmonte y despalme del terreno	-	4	4	4	4	4	2	1	4	1	4	48	**-48**
			Terracerías y obras asociadas	-	4	4	4	4	4	2	1	4	2	4	49	**-49**
			Cimentación	-	2	2	2	4	4	2	1	1	1	4	31	**-31**
			Confromación de áreas ajardinadas	+	2	1	4	4	2	1	1	4	1		26	**26**

Factor		Impacto	Actividad	Naturaleza del impacto	Intensidad (i)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Recuperabilidad (MC)		Importancia
	Agua	Cambios en el patrón de drenaje (velocidad y dirección)	Desmonte y despalme del terreno	-	2	1	1	2	2	2	1	4	1	2	24	**-24**
			Terracerías y obras asociadas	-	1	1	2	2	2	2	1	1	1	2	19	**-19**
			Cimentación	-	8	1	4	4	4	2	1	4	1	4	51	**-51**
			Construcción	-	4	1	4	4	4	2	1	4	1	4	39	**-39**
		Disminución de la tasa de infiltración	Desmonte y despalme del terreno	-	4	1	2	2	2	2	1	4	1	2	31	**-31**
			Instalación de infraestructura provisional	-	1	1	4	1	1	1	1	1	1	2	18	**-18**
			Terracerias y obras asociadas	-	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	18	**-18**
			Cimentación	-	8	1	4	4	4	2	1	4	1	4	51	**-51**
			Confromación de áreas ajardinadas	+	4	1	4	4	4	1	1	4	1		34	**34**
		Incremento en el consumo/requerimiento de agua	Terracerías y obras asociadas	-	1	1	4	1	1	1	1	1	2	2	19	**-19**
			Cimentación	-	4	1	4	1	2	1	1	4	2	2	32	**-32**
			Construcción	-	4	1	4	1	2	1	1	4	2	2	32	**-32**
			Operación del hotel	-	4	1	4	4	4	2	4	4	4	4	45	**-45**
		Alteración de la calidad por aporte de sedimentos, residuos sólidos, líquidos y sanitarios.	Desmonte y despalme del terreno	-	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	17	**-17**
			Terracerías y obras asociadas	-	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	20	**-20**
			Cimentación	-	2	1	2	2	2	1	1	1	2	4	24	**-24**
			Construcción	-	2	1	2	2	2	1	1	1	2	4	24	**-24**

Factor		Impacto	Actividad	Naturaleza del impacto	Intensidad (I)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Recuperabilidad (MC)		Importancia
	Paisaje	Modificación del paisaje	Desmonte y despalme del terreno	-	4	1	4	2	2	2	1	4	1	4	35	**-35**
			Instalación de infraestructura provisional	-	1	1	4	2	1	1	1	4	1	1	21	**-21**
			Cimentación	-	2	1	4	4	4	1	1	4	1	8	36	**-36**
			Construcción	-	4	4	4	4	4	2	1	4	1	8	52	**-52**
			Conformación de áreas ajardinadas	+	2	1	4	4	4	1	1	4	1		28	**28**
		Contaminación visual por aglomeración de maquinaria, materiales y personal	Desmonte y despalme del terreno	-	2	2	4	1	1	1	1	1	1	1	23	**-23**
			Terracerías y obras asociadas	-	2	1	4	1	1	1	1	4	1	1	23	**-23**
			Cimentación	-	4	4	4	2	1	1	1	4	2	2	41	**-41**
			Construcción	-	4	4	4	2	2	1	1	4	2	2	42	**-42**
			Limpieza del sitio, retiro del material y equipo de construcción	+	2	1	4	1	1	1	1	1	1		19	**19**
		Apreciación de las cualidades estéticas del paisaje	Operación del hotel	+	4	1	4	4	4	1	1	1	4		34	**34**
	Flora	Cambios en la densidad de especies.	Actividades de rescate de flora y fauna	+	2	1	4	2	2	1	1	1	1		21	**21**
			Desmonte y despalme del terreno	-	8	2	4	4	4	2	1	4	1	4	54	**-54**
		Modificación de la cubierta vegetal.	Actividades de rescate de flora y fauna	-	1	1	4	2	2	1	1	1	1	2	20	**-20**
			Delimitación de las zonas de aprovechamiento y conservación	+	2	2	4	2	2	1	1	1	1		24	**24**

Factor		Impacto	Actividad	Naturaleza del impacto	Intensidad (I)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Recuperabilidad (MC)		Importancia
Medio biótico			Desmonte y despalme del terreno	-	8	1	4	4	4	2	1	4	1	4	51	**-51**
		Disturbio de la vegetación colindante por contaminantes atmosféricos (polvos) y/o impactos indirectos	Desmonte y despalme del terreno	-	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	20	**-20**
			Terracerías y obras asociadas	-	4	2	4	1	1	1	1	1	1	1	29	**-29**
			Cimentación	-	2	4	4	1	1	2	4	1	2	1	34	**-34**
			Construcción	-	2	2	4	1	1	2	4	1	2	1	28	**-28**
			Limpieza del sitio, retiro del material y equipo de construcción	-	2	2	4	1	1	1	1	1	2	1	24	**-24**
		Afectación a especies bajo protección y/o endémicas	Actividades de rescate de flora y fauna	+	2	1	4	2	1	1	1	4	1		23	**23**
			Desmonte y despalme del terreno	-	4	1	4	4	4	2	1	4	1	4	39	**-39**
	Fauna	Cambios en la abundancia de especies.	Actividades de rescate de flora y fauna	+	1	1	4	1	1	1	1	1	1		16	**16**
			Desmonte y despalme del terreno	-	2	2	4	4	4	2	1	1	1	2	31	**-31**
		Cambios en el comportamiento de las especies (alimentación, anidación, reproducción y rutas de migración).	Actividades de rescate de flora y fauna	-	1	1	2	1	2	1	1	1	1	2	17	**-17**
			Desmonte y despalme del terreno	-	4	2	4	4	4	2	1	4	1	4	42	**-42**
			Conformación de áreas ajardinadas	+	4	1	4	4	2	1	1	4	1		32	**32**
			Construcción	-	2	2	2	4	4	2	1	1	1	4	31	**-31**
		Molestias por la generación de ruido y vibraciones, así como	Desmonte y despalme del terreno	-	2	1	4	1	1	2	1	1	1	1	21	**-21**
			Terracerías y obras asociadas	-	2	1	4	1	1	1	1	1	1	1	20	**-20**

Factor		Impacto	Actividad	Naturaleza del impacto	Intensidad (I)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Recuperabilidad (MC)		Importancia
		su posible atropellamiento.	Cimentación	-	2	2	4	1	1	1	1	4	2	1	27	**-27**
			Construcción	-	2	2	4	1	1	1	1	4	2	1	27	**-27**
Infraestructura y servicios	**Residuos**	Aumento en la generación de RSU, ME y RP	Desmonte y despalme del terreno	-	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	17	**-17**
			Terracerías y obras asociadas	-	2	2	4	2	1	1	1	4	1	2	28	**-28**
			Cimentación	-	8	2	4	2	2	1	4	4	2	4	53	**-53**
			Construcción	-	8	2	4	2	2	1	4	4	2	4	53	**-53**
			Operación del hotel	-	4	1	4	4	4	1	4	4	4	4	44	**-44**
			Mantenimiento de las instalaciones	-	2	1	2	2	2	1	1	1	2	4	24	**-24**
	Infraestructura	Mejoramiento de infraestructura e instalaciones turísticas	Construcción	+	2	1	1	2	4	1	1	1	1		20	**20**
			Operación del hotel	+	8	1	1	4	4	2	1	4	1		44	**44**
			Mantenimiento de las instalaciones	+	4	1	1	4	4	1	1	1	1		28	**28**
	Servicios	Incremento en la demanda de servicios públicos.	Operación del hotel	-	2	1	4	4	4	1	1	4	4	4	35	**-35**
Socioeconómico	**Economía**	Generación de empleos	Desmonte y despalme del terreno	+	1	1	4	1		1	1	1	1		15	**15**
			Terracerías y obras asociadas	+	2	1	4	2		1	1	1	2		20	**20**
			Cimentación	+	4	1	4	2		1	1	1	2		26	**26**
			Construcción	+	4	1	4	2		1	1	1	2		26	**26**
			Operación del hotel	+	4	1	4	2		1	4	4	2		32	**32**

Factor		Impacto	Actividad	Naturaleza del impacto	Intensidad (I)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Recuperabilidad (MC)		Importancia
		Derrama económica por la provisión de servicios locales y adquisición de insumos	Instalación de infraestructura provisional	+	1	4	4	1		1	1	4	1		27	**27**
			Terracerías y obras asociadas	+	2	4	4	1		1	1	4	1		30	**30**
			Cimentación	+	4	4	4	2		1	1	4	2		38	**38**
			Construcción	+	4	4	4	2		1	1	4	2		38	**38**
			Operación del hotel	+	4	4	4	4		1	1	4	4		42	**42**
		Mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la región	Operación del hotel	+	2	4	1	4		2	1	4	1		31	**31**

Negativo (-), Positivo (+). A los impactos positivos no se les asigna valor de reversibilidad y recuperabilidad, ya que, de acuerdo con lo establecido en la metodología propuesta por Gómez-Orea, 2007, estos valores carecen de sentido para estos impactos.

De acuerdo con la valoración realizada de las interacciones entre las fases de la obra (actividades) y los respectivos factores ambientales, se crea la siguiente matriz que por su importancia se clasifican en impactos bajos, moderados, severos y críticos, es decir, se pueden identificar los impactos significativos que las actividades del proyecto causan a los factores ambientales.

Cuadro No. 116 Matriz de Jerarquización.

Factor		Impactos	ETAPAS										
			PREPARACIÓN DEL SITIO				CONSTRUCCIÓN					OPERACIÓN	
			Actividades de rescate y reubicación de flora y fauna	Delimitación de las zonas de aprovechamiento y conservación	Desmonte y despalme del terreno	Instalación de infraestructura provisional	Terracerías y obras asociadas	Cimentación	Contrucción de la infraestructura	Conformación de áreas ajardinadas	Limpieza del sitio, retiro de material y equipo de construcción	Operación del hotel	Mantenimiento de las instalaciones
Medio Físico-químico	Aire	Contaminación por emisiones de gases de efecto invernadero y material particulado	0	0	-22	0	-21	-31	-31	0	-18	-25	0
		Incremento de niveles de ruidos y vibraciones.	0	0	-17	0	-17	-26	-26	0	-20	0	0
		Cambios en el microclima.	0	0	-30	0	0	-31	-24	28	0	0	0
	Topografía	Alteración de las formas del terreno	0	0	-25	0	-29	0	0	0	0	0	0
	Suelo	Alteración de las propiedades físicas (compactación, estructura, textura, etc.)	0	20	-27	0	-45	-57	-33	24	0	0	0
		Alteración en la calidad por residuos sólidos, líquidos y sanitarios.	0	0	0	-17	-19	-23	-22	0	0	0	0
		Pérdida de suelos por remoción y procesos erosivos (hídrica o eólica)	0	13	-48	0	-49	-31	0	26	0	0	0
	Agua	Cambios en el patrón de drenaje (velocidad y dirección)	0	0	-24	0	-19	-51	-39	0	0	0	0
		Disminución de la tasa de infiltración	0	0	-31	-18	-18	-51	0	34	0	0	0
		Incremento en el consumo/requerimiento de agua	0	0	0	0	-19	-32	-32	0	0	-45	0
		Alteración de la calidad por aporte de sedimentos, residuos sólidos, líquidos y sanitarios.	0	0	-17	0	-20	-24	-24	0	0	0	0
	Paisaje	Modificación del paisaje	0	0	-35	-21	0	-36	-52	28	0	0	0
		Contaminación visual por aglomeración de maquinaria, materiales y personal	0	0	-23	0	-23	-41	-42	0	19	0	0
		Apreciación de las cualidades estéticas del paisaje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0

Factor		Impactos	ETAPAS										
			PREPARACIÓN DEL SITIO				CONSTRUCCIÓN					OPERACIÓN	
			Actividades de rescate y reubicación de flora y fauna	Delimitación de las zonas de aprovechamiento y conservación	Desmonte y despalme del terreno	Instalación de infraestructura provisional	Terracerías y obras asociadas	Cimentación	Contrucción de la infraestructura	Conformación de áreas ajardinadas	Limpieza del sitio, retiro de material y equipo de construcción	Operación del hotel	Mantenimiento de las instalaciones
Medio biótico	Flora	Cambios en la densidad de especies.	21	0	-54	0	0	0	0	0	0	0	0
		Modificación de la cubierta vegetal.	-20	24	-51	0	0	0	0	0	0	0	0
		Disturbio de la vegetación colindante por contaminantes atmosféricos (polvos) y/o impactos indirectos	0	0	-20	0	-29	-34	-28	0	-24	0	0
		Afectación a especies bajo protección y/o endémicas	23	0	-39	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fauna	Cambios en la abundancia de especies.	16	0	-31	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cambios en el comportamiento de las especies (alimentación, anidación, reproducción y rutas de migración).	-17	0	-42	0	0	0	-31	32	0	0	0
		Molestias por la generación de ruido y vibraciones, así como su posible atropellamiento.	0	0	-21	0	-20	-27	-27	0	0	0	0
Infraestructura y servicios	Residuos	Aumento en la generación de RSU, ME y RP	0	0	-17	0	-25	-53	-53	0	0	-44	-24
	Infraestructura	Mejoramiento de infraestructura e instalaciones turísticas	0	0	0	0	0	0	20	0	0	44	28
	Servicios	Incremento en la demanda de servicios públicos.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-35	0
Socieconómico	Economía	Generación de Empleos	0	0	15		20	26	26	0	0	32	0
		Derrama económica por la provisión de servicios locales y adquisición de insumos	0	0	0	27	30	38	38	0	0	42	0
		Mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la región	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0

Como se observa en la matriz anterior la mayor parte de los impactos generados por el proyecto, son bajos y moderados, donde la mayor afectación será producida durante la pareparación del sitio y contrucción.

Se identifica la ocurrencia de **8 impactos severos** de acuerdo al valor negativo que adquirieron; calculado con la fórmula para evaluar la importancia del impacto (descrita en párrafos anteriores); afectando al suelo, agua, paisaje, flora y residuos. Ocasionados mayormente por las actividades de desmonte y despalme del terreno, cimentación y construcción de la infraestructura.

También se valoró la probabilidad de que ocurran **33 impactos moderados**; de los cuales se afectan mayormente al suelo, aire agua y en menor proporción el resto de los factores destacando el paisaje y vegetación.

La valoración arrojo la ocurrencia de **34 impactos bajos**, mismos que por sus características no representan una afectación significativa en el medio, la mayor parte de estos impactos se concentra en el aire y agua.

El proyecto además de causar mayormente impactos negativos, también se prevé la ocurrencia de 28 impactos positivos, que se presentan principalmente en los factores socioeconómicos y de infraestructura y servicios.

Cuadro No. 117 No. de Impactos por factor ambiental

Factor ambiental	Bajos	Moderados	Severos	Críticos
Aire	8	6	0	0
Topografía	1	1	0	0
Suelo	4	6	1	0
Agua	9	5	2	0
Paisaje	3	4	1	0
Flora	3	4	2	0
Fauna	3	5	0	0
Residuos	3	1	2	0
Servicios	0	1	0	0
Total	34	33	8	0

- *Impactos bajos*

Son efectos cuya recuperación no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas y el retorno al estado inicial del medioambiente no requiere de un largo periodo de tiempo.

De acuerdo con la valoración se obtuvo la probabilidad de generar 35 impactos con categoría baja que se agrupan entre los factores fisicoquímicos y bióticos. En el **AIRE**, estos impactos se generan por la contaminación por emisiones de gases de efecto invernadero y material particulado y el incremento de niveles de ruidos y vibraciones, mismos que se presentan en las actividades de desmonte y despalme del terreno, terracerías y obras asociadas, limpieza del sitio y operación del hotel, esto debido a que el uso de maquinaria y movimiento de tierras es reducido en estas actividades y, por ende, se tiene una menor generación de dichos impactos.

Otro de los impactos que se integró en esta categoría es la alteración en la calidad del suelo y agua por la presencia de residuos sólidos y líquidos, derivados de los empaques de materiales, herramientas, impermeabilizantes, pinturas y otros productos químicos de insumo, además de los residuos generados por la ingesta de alimentos y uso de sanitarios por parte de los trabajadores. La incorrecta disposición de estos residuos o su acumulación en los espacios de trabajo durante extensos periodos puede generar la alteración de la calidad del suelo, agua y aire.

En el **AGUA** (hidrología superficial y/o subterránea) se prevé la generación de 9 impactos bajos, mismos que suponen: Cambios en el patrón de drenaje (velocidad y dirección), que son generados por el desmonte y despalme del terreno y las terracerías y obras asociadas. La alteración de la calidad por aporte de sedimentos, resdiuos sólidos, líquidos y sanitarios, es otro de los posibles impactos a generar por el movimiento de tierra y materiales finos, así como la acumulación de residuos en la etapa contructiva y una eventualidad de derrame accidental de sustancias contaminantes.

En el caso de la **VEGETACIÓN**, se prevén dos impactos de esta clase, el primero de ellos se refiere a la afectación de vegetación aledaña al sitio del proyecto, por contaminantes atmosféricos (polvos) y/o impactos indiectos, ocasionados por el desmonte y despalme del terreno, limpieza del sitio y retiro de materiales. De igual forma la modificación de la cubierta vegetal por el rescate y reubicación de flora es considerado como bajo, ya que únicamente se seleccionarán aquellos individuos que por sus características puedan sobrevivir al trasplante, dicho eso, la modificación no se genera de manera severa en esta actividad.

En la **FAUNA** la generación de impactos bajos es principalmente debido a la molestia por ruidos y vibraciones, ya que sus efectos se pueden extender hacia las colindancias del sitio de afectación. Durante todas las actividades de desmonte y despalme del sitio y terracerías y obras asociadas en las que se incia con el uso de maquinaria y presencia de trabajadores. De igual manera existe la probabilidad de posible atropellamiento por el constante tránsito de vehículos en la obra, sin embargo, la intensidad es menor en comparación con otras actividades del proyecto.

Finalmente, la generación de RSU, de ME y RP, se consideran como impactos bajo en las actividades de desmonte y despalme del terreno, terracerías y obras asociadas y mantenimiento de las instalaciones del hotel en operación, siendo consideradas como aquellas actividades en donde se producen menor volumen de residuos.

- *Impactos moderados*

Los impactos moderados se refieren a los efectos que presentan una magnitud mayor; sin embargo, muchos de ellos presentan una permanencia temporal o fugaz, es decir, en una escala de tiempo, el impacto puede retornar a sus condiciones iniciales en un corto o mediano plazo.

El matriz revelo la posible ocurrencia de 33 impactos moderados, los cuales se concentran principalmente en el factor suelo, los cuales provienen de la alteración de la spropiedades físicas en las actividades de desmonte y despalme del terreno, terracerías y obras asociadas, así como la construcción de la obra. Otra de los impactos moderados al suelo es la perdida del suelo por remoción y procesos erosivos (hídrica y/o eólica), debido a que una vez que se remueve la vegetación, el suelo queda expuesto a las acciones del agua y viento que lo erosionan paulativamente.

El factor agua también sufre impactos moderados los cuales son ocasionados por el incremento en el consumo de agua cruda, la cual es requerida para llevar a cabo la cimentación y construcción de la obra. De igual manera, para la operación del hotel, se requerirá el consumo constante de agua potable, misma que será abastecida por la red de abastecimiento municipal.

En el caso del aire, los impactos moderados se encuentra el incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero y material particulado (polvo), el cual se generará por las actividades de cimentación y construcción; sin embargo, este impacto es fugaz ya que no persiste en el ambiente durante un extenso periodo y su incidencia termina una vez que culminan las actividades que lo originan. Bajo este mismo contexto se rigen los impactos generados por el incremento de niveles de ruidos y vibraciones.

Los cambios en el microclima se originan principalmente por la remoción de vegetación y la construcción del Hotel, mismo que está relacionado con el cambio de densidades de especies forestales, modificación en la cobertura vegetal y la colocación de la plancha de cemento que no permite el flujo de calor que naturalmente absorbido por la vegetación.

En el paisaje, se prevé que la contaminación visual por la aglomeración de maquinaria, material y personal provoquen un impacto moderado en las etapas de cimentación y construcción de la infraestructura, debido a la entrada y salida constante de camiones con materiales, ya sean con materia prima o residuos de la obra y por la acumulación de materiales y cuadrillas de personal en estas actividades.

La fauna es el principal factor del medio biótico que presenta impactos moderados, dado que, la puesta en marcha de las obras generará que los individuos tengan que desplazarse por sus propios medios hacia zonas que presenten mayor confort para su desarrollo, generando así un cambio en la abundancia de especies faunísticas. De igual manera, al reducir la cubierta vegetal, se producirán cambios en el comportamiento de las especies (sitios de anidación, reproducción y alimento).

En el medio socioeconómico y de infraestructura y servicios, también se dictaminaron impactos moderados ya que se incrementará una demanda de servicios público con la operación del hotel y una constante generación de residuos sólidos provenientes del conusmo de alimentos y bebidas de los huéspedes, así como RP y ME por el mantenimiento de las instalaciones.

- *Impactos severos*

Son aquellos cuya magnitud es superior al umbral aceptable y se pueden producir una pérdida significativa en la calidad ambiental. La recuperación de las condiciones del medio afectado exige la adecuación de medidas mitigables, correctoras o compensatorias y en el que, aun con esas medidas, aquella recuperación precisa de un período de tiempo prolongado. Solo los impactos recuperables, posibilitan la introducción de medidas correctoras.

Con base en la evaluación, los impactos severos fueron:

- Alteración de las propiedades físicas (compactación, estructura, textura, etc.).
- Cambios en el patrón de drenaje (velocidad y dirección)
- Disminución de la tasa de infiltración.
- Modificación del paisaje
- Cambios en la densidad de especies
- Modificación de la cubierta vegetal.
- Incremento en la generación de RSU, ME y RP

En la superficie a la construcción de obras techadas y no techadas, se prevén impactos en la alteración de las propiedades físicas del suelo, así como la modificación o cambio en el patrón de drenaje, donde se ve implicada la velocidad y dirección del agua, así mismo se reducirá la superficie de infiltración del terreno.

Con la colocación de nueva infraestructura, se generá la modificación del paisaje de manera permanente, dado que, para llevar a cabo las actividades del proyecto, se requiere la alteración de la cubierta vegetal y disminución de la densidad de especies forestales en el predio, ocasionando la transformación del paisaje natural de forma irreversible.

Por su parte, la generación de residuos se incrementará en todas las etapas, desde la preparación del sitio y construcción, hasta la operación del proyecto, con la apertura al público. En las etapas constructivas se generarán mayor cantidad de RP y RME por los insumos requeridos para llevar a cabo las actividades en estas etapas, por el contrario, en la operación del proyecto, los residuos serán mayormente urbanos (orgánicos e inorgánicos) y con posibilidad de reciclaje.

Impactos residuales.

Dado que la valoración de los impactos se realizó sin considerar la aplicación de medidas de mitigación, a continuación, se identifican los impactos recuperables (aquellos que con la aplicación de medidas de mitigación por parte del promovente podrán recuperar en la medida de lo posible sus condiciones originales) y los irrecuperables (aquellos que aún y con la aplicación de medidas de mitigación el impacto seguirá presente, por lo que deberán aplicarse medidas de compensación). Estos últimos son considerados como impactos residuales puesto que aún y con la aplicación de medidas de mitigación, permanecerán sus efectos. La valoración de irrecuperabilidad de los impactos se realizó en el entendido de que el proyecto estará causando impactos hasta que se concluyan sus tres etapas: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Cuadro No. 118 Capacidad de recuperación de los impactos.

Factor		Impactos	Recuperabilidad	
			Recuperable	Irrecuperable
Medio Físico-químico	Aire	Contaminación por emisiones de gases de efecto invernadero	1	
		Incremento de niveles de ruidos y vibraciones.	1	
		Cambios en el microclima.		1
	Topografía	Alteración de las formas del terreno		1
	Suelo	Alteración de las propiedades físicas (compactación, estructura, textura, etc.)		1
		Alteración en la calidad por residuos sólidos, líquidos y sanitarios.	1	
		Pérdida de suelos por remoción y procesos erosivos (hídrica o eólica)		1
	Agua	Cambios en el patrón de drenaje (velocidad y dirección)		1
		Disminución de la tasa de infiltración		1
		Incremento del consumo/requerimiento de agua		1
		Alteración de la calidad por presencia de residuos sólidos, líquidos y sanitarios.	1	
	Paisaje	Modificación del paisaje		1
		Contaminación visual por aglomeración de maquinaria, materiales y personal	1	
		Apreciación de las cualidades estéticas del paisaje.		---
Medio biótico	Flora	Cambios en la densidad de especies		1
		Modificación de la cubierta vegetal.		1
		Disturbio de la vegetación colindante por contaminantes atmosféricos (polvos) y/o impactos indirectos	1	
		Afectación a especies bajo protección y/o endémicas	1	
	Fauna	Cambios en la abundancia de especies.		1
		Cambios en el comportamiento de las especies (alimentación, anidación, reproducción y rutas de migración).		1
		Molestias por la generación de ruido y vibraciones, así como su posible atropellamiento.	1	
Infraestructura y servicios	Residuos	Incremento en la generación de RSU, ME y RP	1	
	Infraestructura	Mejoramiento de infraestructura y servicios		---
	Servicios	Incremento en la demanda de servicios públicos	1	
Socieconómico	Economía	Generación de Empleos		---
		Derrama económica por la provisión de servicios locales y adquisición de insumos		---
		Mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la región		---

De los impactos identificados en el cuadro anterior, 10 impactos son recuperables, los cuales se pueden reducir con las medidas de mitigación, y 12 impactos son residuales, para estos últimos se deberán proponer medidas de compensación ya que no son recuperables en el área del proyecto.

En el factor aire, el único impacto irrecuperable es el cambio en el microclima, debido a que la remoción de vegetación afecta negativamente el flujo de calor en el suelo, la absorción y la evaporación de agua, anuado a ello, al colocar la infraestructura propuesta se evita que la superficie pueda retornar a su estado natural.

En cuanto a los impactos relativos a las alteraciones de las formas del terreno, los cambios en los índices de infiltación y las pautas de drenaje, así como la pérdida de las propiedades físicas del suelo, son considerados impactos residuales y sin posibilidad de introducción de medidas de mitigación, dado que los factores se afectarán en la superficie donde se desplantarán las obras de construcción, impidiendo que este retorne a su condición actual.

El cambio de uso de suelo ocasiona impactos directos como, la reducción de la cobertura vegetal y cambios en la densidad de especies que si bien, son efectos irreversibles para el área de afectación, se propone el rescate de ejemplares para que puedan ser reubicados en otra superficie del predio.

En la fauna, se producirán impactos irreversibles al realizar la construcción de obras ya que se limitará en cierto nivel el movimiento libre de fauna en el área que ocupan, lo que repercute en los cambios de comportamiento de las especies y su abundancia en el predio.

Por su parte, los impactos positivos no se evalúan como impactos residuales debido al efecto beneficioso que busca el proyecto, en el cual se espera que se incremente progresivamente para la zona, con el mejoramiento e innovación de la infraestructura turística de la región.

6. Descripción de los Impactos por Factor Ambiental.

Para un mejor análisis de los impactos adversos, se describe a continuación, su efecto sobre los principales factores ambientales:

Factor Aire

<table>
<tr><td>Impacto</td><td colspan="2">Contaminación por emisiones de gases de efecto invernadero y material particulado.</td><td>Signo</td><td colspan="2">Negativo</td><td>Factor afectado</td><td colspan="2">Aire</td></tr>
<tr><td colspan="9">Actividades generadoras de impacto por etapa y grado de importancia.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Preparación del sitio</td><td colspan="3">Construcción</td><td colspan="4">Operación</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">Desmonte y despalme del terreno</td><td rowspan="4">Bajo</td><td colspan="2">Terracerías y obras asociadas.</td><td>Bajo</td><td rowspan="4"></td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Cimentación</td><td>Moderado</td></tr>
<tr><td colspan="2">Construcción de la infraestructura.</td><td>Moderado</td></tr>
<tr><td colspan="2">Limpieza del sitio, retiro de material y equipo de construcción.</td><td>Bajo</td></tr>
<tr><td>Descripción del impacto</td><td colspan="8">Durante la preparación del sitio y construcción, se emitirán gases de efecto invernadero, como el CO_2, NOx, SO_2 e hidrocarburos, a consecuencia del uso intensivo de maquinaria para realizar cada una de las actividades involucradas en los procesos constructivos. La maquinaria pesada que se requiere para llevar a cabo los trabajos mencionados, emiten una mayor cantidad de dióxido de carbono que otros vehículos; aunado a ello, el transporte de materiales para la construcción o el desplazamiento de residuos requeridos por la obra incrementan estas emisiones. Los gases que se generen serán dispersados por el viento y las medidas de mitigación permitirán disminuir los impactos mediante acciones de mantenimiento preventivo. Por tal razón, este impacto se calificó como bajo y moderado.

En la preparación del sitio, la actividad que genera este impacto es el desmonte y despalme, el cual contribuye al incremento de gases de efecto invernadero (principalmente CO_2), debido a la descomposición de materia orgánica, además de elevar la temperatura en el ambiente. Es importante resaltar que el proyecto mantendrá el 41.19% de la superficie, como áreas de conservación que seguirán ofreciendo las funciones ecosistémicas; aunado a ello, las áreas verdes rodearán las áreas techadas y no techadas para mitigar este impacto. En el caso de los residuos vegetales, se triturarán para su reincorporación en el suelo o en compostas.

Durante la construcción del hotel, es donde se genera un impacto moderado, debido a que el uso de maquinaria se intensifica y el movimiento de tierras y materiales es elevado, por lo cual, se puede generar una mayor aportación a los gases de efecto invernadero y emisión de material partículado.</td></tr>
</table>

	Durante la operación del hotel también se espera generar emisiones de gases de efecto invernadero por el uso de calentadores de agua y empleo de combustibles, los cuales serán dispersados por el viento. Durante el uso de estos equipos, se realizarán los análisis periódicos de emisiones de gases, para verificar que se encuentren en correcto funcionamiento y cumpliendo con la normatividad vigente. La generación de este impacto es inevitable ya que, por las características del proyecto, los costos de operación y los tiempos de ejecución de la obra no podrían realizarse sin el empleo de maquinaria y vehículos de transporte en cantidad necesaria, además de las actividades de preparación y construcción forzosamente generarán el levantamiento de polvos, por lo que se proponen medidas de mitigación que permitirán disminuir los efectos en el ambiente, entre las cuales se encuentra el mantenimiento preventivo de las maquinarias y equipos, riegos de las superficies, etc. La descripción detallada se encuentra en el apartado correspondiente.

Impacto	Incremento en los niveles de ruidos y vibraciones.	**Signo**	**Negativo**	**Factor afectado**	**Aire**
Actividades generadoras de impacto por etapa y grado de importancia					
Preparación del sitio		Construcción		Operación y mantenimiento	
Desmonte y despalme del terreno	Bajo	Terracerías y obras asociadas.	Bajo	Sin ocurrencia del impacto.	
		Cimentación	Moderado		
		Construcción de la infraestructura.	Moderado		
		Limpieza del sitio, retiro de material y equipo de construcción.	Bajo		
Descripción del impacto	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se espera generar ruido derivado del empleo de maquinaria, la presencia del personal y el incremento del tránsito vehicular. El ruido producido durante estas actividades se consideró como bajo y moderado, ya que será temporal, es reversible a corto plazo y se establecerán es un impacto mitigable. Se prevé este impacto en las áreas de intervención, no obstante, debido a que las zonas aledañas se encuentran intervenidas por desarrollos turísticos, no constituirá un aumento significativo en los niveles de ruidos, ya que el predio forma parte de la zona hotelera de Cancún. Otro de los efectos que genera este impacto es sobre la conducta de la fauna, causando el desplazamiento de ejemplares hacia otras áreas de conservación; sin embargo, esto permitirá el ahuyentamiento de los individuos de las zonas de trabajo a otras más segura para su desarrollo y anidación. En la operación del hotel también se generarán ruidos por parte de los trabajadores y los huéspedes, sin embargo, no se consideran un impacto, en comparación en las etapas anteriores, ya que este disminuirá considerablemente, y no representa un peligro o molestia para la fauna o población. Sumado a lo anterior, la vegetación que se mantendrá en el predio reducirá el ruido hacia el exterior. Como parte de las medidas de mitigación, se mantendrá la maquinaria y equipo en buenas condiciones para que se respeten los niveles máximos de ruido permitidos según las normas oficiales mexicanas.				

<table>
<tr><td>Impacto</td><td colspan="2">Cambios en el microclima</td><td>Signo</td><td colspan="2">Negativo</td><td>Factor afectado</td><td>Aire</td></tr>
<tr><td colspan="8">Actividades generadoras de impacto por etapa y grado de importancia</td></tr>
<tr><td colspan="3">Preparación del sitio</td><td colspan="3">Construcción</td><td colspan="2">Operación y mantenimiento</td></tr>
<tr><td colspan="2">Desmonte y desplame del terreno</td><td>Moderado</td><td colspan="2">Cimentación</td><td>Moderado</td><td colspan="2" rowspan="2">Sin ocurrencia del impacto</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td></td><td colspan="2">Construcción de la infraestructura</td><td>Bajo</td></tr>
<tr><td>Descripción del impacto</td><td colspan="7">Este impacto se generará principalmente en la preparación del sitio, debido a la remoción de vegetación que se requiere para la construcción de la obra. Así mismo, la actividad de cimentación provoca un impacto moderado en los cambios del microclima, ya que al colocar una capa cementante se incrementa la sensción térmica del área. La vegetación que se pretende remover es matorral costero en una superficie de 1.4480 ha, que representa el 58.81% del predio.

El desmonte tiene un impacto directo sobre la proporción de calor en el suelo, la absorción y la evaporación de agua, generando alteraciones en el microclima. Este impacto tiene un grado de importancia moderado y bajo, dado que sólo se removerá vegetación en una superficie de 1.4480 ha, que representa el 0.038 % del SA. Por ende, esta superficie no representa un impacto severo para la modificación del microclima a nivel regional; no obstante, en conjunto con otros factores, puede generar un impacto mayor, lo que convierte en un impacto sinérgico.

Con la finalidad de minimizar este impacto, se buscará la reubicación de la mayor cantidad de ejemplares florísticos y se llevaran a cabo las medidas pertinentes para la asegurar el mayor porcentaje sobreviviencia de los individuos, en conjunto, se contempla el establecimiento de espacios verdes y zonas de conservación con lo que se busca reducir este impacto. Las áreas de conservación representarán el 41.19% del predio, es decir, una superficie de 1.0140 ha; aunado a ello, se les dará limpieza y mantenimiento a estas áreas para que estén libres de residuos y puedan seguir manteniéndose en óptimas condiciones para ofrecer los servicios ecosistemicos, como lo es, la regulación del clima.</td></tr>
</table>

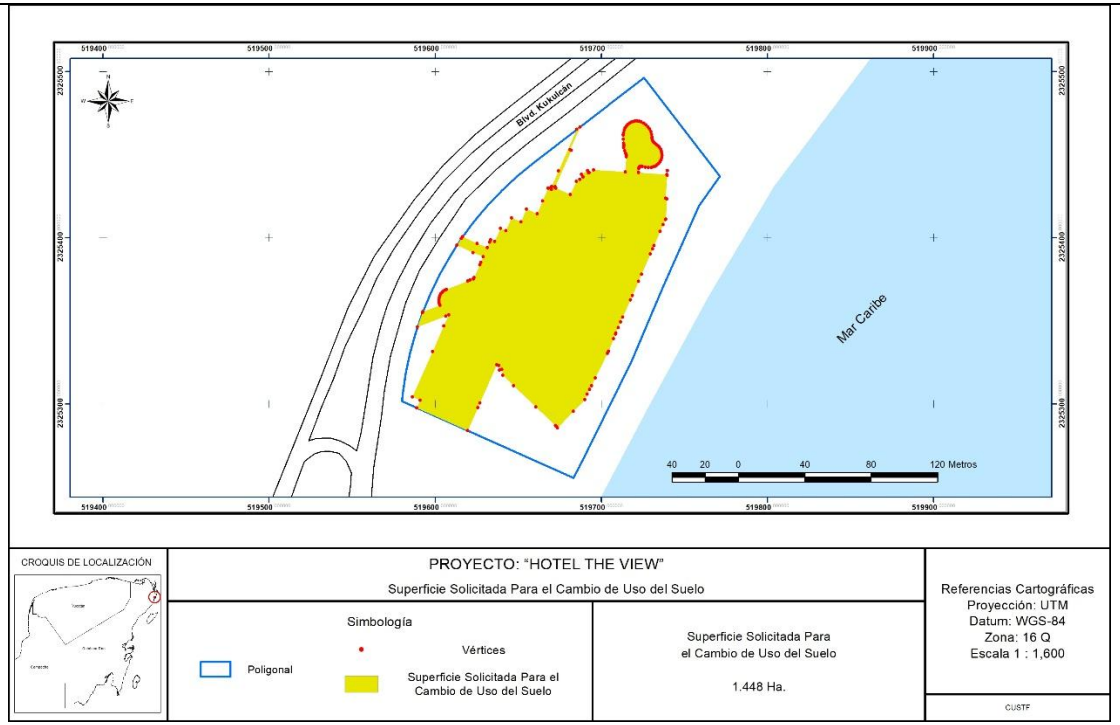
Factor. Topografía

Impacto	**Alteración de las formas del terreno**	Signo	Negativo	Factor afectado	Topografía
Actividades generadoras de impacto por etapa y grado de importancia					
Preparación del sitio		Construcción		Operación y mantenimiento	
Desmonte y despalme del terreno	Bajo	Terracerías y obras asociadas	Moderado	Sin ocurrencia del impacto	
Descripción del impacto	Las actividades de desmonte y despalme, así como las terracerías y obras asociadas, donde se incluye la colocación de la red de drenaje y conexiones de energía, causarán cambios en la topografía, ya que se realizarán actividades de despalme, nivelación, relleno o excavación de la superficie para la instalación de las obras. De la superficie total del predio se va a afectar por el cambio de uso de suelo únicamente 1.4480 ha, que representa el 58.81% del área total, esta superficie queda dentro de los lineamientos de ordenamiento ecológicos aplicables para el Municipio de Benito Juaréz, de esta manera, el factor topográfico será impactado de forma mínima, razón por la cual es evaluado como un impacto moderado. Para realizar los cortes o rellenos necesarios en la superficie, una vez obteniendo la autorización, se procederá a realizar el estudio de mecánica de suelo, para determinar con exactitud la profundidad de las excavaciones o rellenos en la superficie, con la finalidad de causar el menor daño posible a la topografía. Este impacto adquiere relevancia debido a que es irreversible, puesto que la infraestructura adicional impedirá el desarrollo de otros usos y de la recuperación del factor después de la construcción del Hotel.				

Factor. Suelo

<table>
<tr><td>Impacto</td><td colspan="2">Alteración de las propiedades físicas (compactación, estructura, textura, etc.)</td><td>Signo</td><td>Negativo</td><td>Factor afectado</td><td>Suelo</td></tr>
<tr><td colspan="7">Actividades generadoras de impacto por etapa y grado de importancia.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Preparación del sitio</td><td colspan="2">Construcción</td><td colspan="2">Operación y mantenimiento</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">Desmonte y despalme del terreno</td><td rowspan="3">Moderado</td><td>Terracerías y obras asociadas</td><td>Moderado</td><td colspan="2" rowspan="3">Sin ocurrencia del impacto.</td></tr>
<tr><td>Cimentación</td><td>Severo</td></tr>
<tr><td>Construcción de la infraestructura.</td><td>Moderado</td></tr>
<tr><td>Descripción del impacto</td><td colspan="6">Este impacto se presenta de manera moderada en el desmonte y despalme del terreno, debido a que la remoción de vegetación altera las condiciones actuales y futuras del suelo, haciendo más propensa su susceptibilidad a la pérdida y degradación. El movimiento de tierras que se genera en las actividades de terracerías y obras asociadas, intensifica la perdida de propiedades físicas naturales del suelo, debido a que se comienzan a hacer los cortes, nivelación y rellenos necesarios para la construcción. El mayor grado de impacto que provoca la pérdida de estas propiedades es la cimentación ya que se realiza un sellamiento permanente del suelo con la colocación de la plancha de cemento, impidiendo que este pueda retornar a sus condiciones naturales. Sumado a lo anterior, el constante paso de maquinarías contribuye a la compactación del suelo en las etapas constructivas del proyecto.

Este impacto se generará en las siguientes áreas del predio:</td></tr>
</table>



Superficie de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

De acuerdo con la metodología aplicada, este impacto tuvo un valor severo de afectación al ambiente, puesto que impide que en un futuro esta superficie vuelva a sus condiciones originales y retorne a ser un suelo productivo para mantener vegetación. Este impacto influye directamente en otros componentes ambientales (p. ej. capacidad de infiltración), por lo cual se vuelve un impacto sinérgico.

Debido a que se destinará 41.19% del predio para áreas de conservación, se prevé que estas zonas mantengan buenas condiciones y sus propiedades físicas no se vean afectadas por las actividades del proyecto. Durante la operación del hotel no se afectarán las zonas de conservación, ya que se restinguirá el paso y se tendrá un constante mantenimiento para evitar disturbios por parte de los huéspedes y/o trabajadores del hotel.

Unas de las acciones que se realizarán al incio de actividades, es la delimitación de las zonas de aprovechamiento y conservación, para evitar que se generé afectación en una mayor superficie del predio, siendo considerada esta actividad con un impacto positivo sobre el suelo. De la misma manera, la conformación de las áreas ajardinadas, proporcionará beneficios como protección, conservación y restauración de las propiedades físicas del suelo, siendo esta actividad clave para la conservación de este factor y reducir el impacto ambiental que generará la obra.

Impacto	Alteración en la calidad por residuos sólidos, líquidos y sanitarios.	Signo	Negativo	Factor afectado	Suelo
Actividades generadoras de impacto por etapa y grado de importancia.					
Preparación del sitio		Construcción		Operación y mantenimiento	
Instalación de infraestructura provisional	Bajo	Terracerías y obras asociadas	Bajo	Sin ocurrencia del impacto.	
		Cimentación	Bajo		
		Construcción de la infraestructura.	Bajo		
Descripción del impacto	Este impacto se generaría de forma indirecta, ya que ninguna actividad contempla propiamente la contaminación del suelo. De igual forma, aunque es baja la posibilidad, se presentaría en todas las actividades constructivas del proyecto, derivado de la elevada cantidad de residuos sólidos y líquidos que se generarán. No obstante, el almacenamiento temporal se realizará en áreas delimitadas y con las medidas correspondientes. Aunado a ello, el retiro y acopio se deberá realizar constantemente para evitar incrementar la probabilidad de ocurrencia del impacto. La contaminación del suelo por la disposición inadecuada de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos se consideró como bajo por la reducida probabilidad de incidencia del evento durante la preparación del sitio y construcción del proyecto, para garantizarlo, se aplicarán las medidas para la prevención del impacto. De la misma manera, para el manejo de sustancias y residuos peligrosos durante la construcción del proyecto, se tomarán las medidas necesarias para evitar que haya derrames al suelo y se realice un manejo inadecuado de este tipo de residuos y sustancias. Durante la operación del proyecto, no se prevé este impacto, ya que el hotel contará con cámaras de almacenamiento de residuos, que deberán tener las condiciones necesarias para su almacenamiento temporal, así mismo se realizará un manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos que se originen, a través de la separación y gestión optima, con el fin de evitar la contaminación del suelo, agua y aire por la mezla de los mismos.				

Impacto	**Pérdida de suelos por remoción y procesos erosivos (hídrica o eólica)**	Signo	Negativo	Factor afectado	Suelo
Actividades generadoras de impacto por etapa y grado de importancia					
Preparación del sitio		Construcción		Operación y mantenimiento	
Desmonte y despalme del terreno	Moderado	Terracerías y obras asociadas	Moderado	Sin ocurrencia del impacto.	
		Cimentación	Moderado		
Descripción del impacto	La pérdida del suelo es uno de los impactos con mayor relevancia de la obra, se origina únicamente en la zona destinada al cambio de uso de suelo. Durante las actividades de desmonte, despalme, nivelación, excavación y rellenos de la superficie, se dejará expuesto el suelo y, con ello, se presenta una alta probabilidad de pérdida del suelo por factores eólicos, o bien, por un				

	evento de lluvia que propicie el arrastre de sedimentos. La remoción de las capas superficiales del suelo contribuye a la degradación, reduciendo su capacidad futura para sostener ecosistemas o mantener y mejorar la calidad del aire y agua. La superficie que se encuentra expuesta a este impacto consta de 1.4480 ha, que representan el 58.81% de la superficie total del predio. Se mantendrá una superficie de conservación de 1.0140 ha, las cuales seguirán ofreciendo múltiples servicios ambientales y regularán el impacto de la obra. Para verificar que estas obras se mantengan en condiciones favorables se les dará un seguimiento y supervisión desde las etapas constructivas hasta la operación del hotel. La importancia de este imapacto es considerado moderado, ya que su intensidas, periodicidad y extensión no son elevados. Aunado a ello, la obra contempla la ejecución de actividades tales como la conformación de áreas ajardinadas y delimitación de las zonas de aprovechamiento, que presentan un impacto positivo para minimizar la ocurrencia del impacto. Este impacto tiene una alta probabilidad de presentarse en las etapas constructivas, ya que durante la operación no se tendrá ninguna intervención al suelo, por el contrario, para aminorar este impacto, se contempla la aplicación de medidas de mitigación como realizar el rescate del suelo del área de desmonte, realizar un desmonte gradual para evitar que toda la superficie quede expuesta a los procesos erosivos, sin embargo, las afectaciones serán irreversibles, dado que no se podrá recuperar las condiciones originales del suelo.

Factor Agua

Impacto	Cambios en el patrón de drenaje (velocidad y dirección)	Signo	Negativo	Factor afectado	Agua
Actividades generadoras de impacto por etapa y grado de importancia					
Preparación del sitio		Construcción		Operación y mantenimiento	
Desmonte y despalme del terreno	Bajo	Terracerías y obras asociadas	Bajo	Sin ocurrencia del impacto.	
		Cimentación	Severo		
		Construcción de la infraestructura.	Moderado		
Descripción del impacto	Este impacto tiene una relación directa con las actividades de desmonte y despalme del terreno, pero principalmente con la cimentación y construcción de las obras, debido a que se crea una especie de "barrera", que modifica la dirección y velocidad de la corriente superficial. Derivado de lo anterior, se prevén cambios en el paso natural del agua en la zona de cambio de uso de suelo. En cuanto a las corrientes subterráneas, no se verán afectadas por el desarrollo del proyecto, debido a que las corrientes mantendrán el patrón de drenaje natural. Durante la etapa constructiva, no se afectarán dichos flujos, ya que la cimentación de los edificios se realizará con zapatas aisladas o corridas, lo cual dependerá de los resultados y recomendaciones del estudio de geohidrología y geofísica realizados exprofeso para este DTU, con la finalidad de causar el menor daño posible a este factor. Este impacto es relevante debido a que no puede impedirse y sus efectos son irreversibilidad por ello, se requiere la implementación de medidas de compensatorias. El proyecto contempla la instalación de un sistema de captación de agua de lluvia en la azotea de todos los edificios, mismos que conducirán a la cisterna pluvial y a las áreas ajardinadas. En las áreas de conservación se mantendrán las rutas de drenaje en las mismas condiciones. Se destinará una superficie de 1.0140 ha, que representa el 41.19 % del predio como áreas de conservación donde se mantendrá la vegetación actual, permitiendo el libre flujo del agua.				

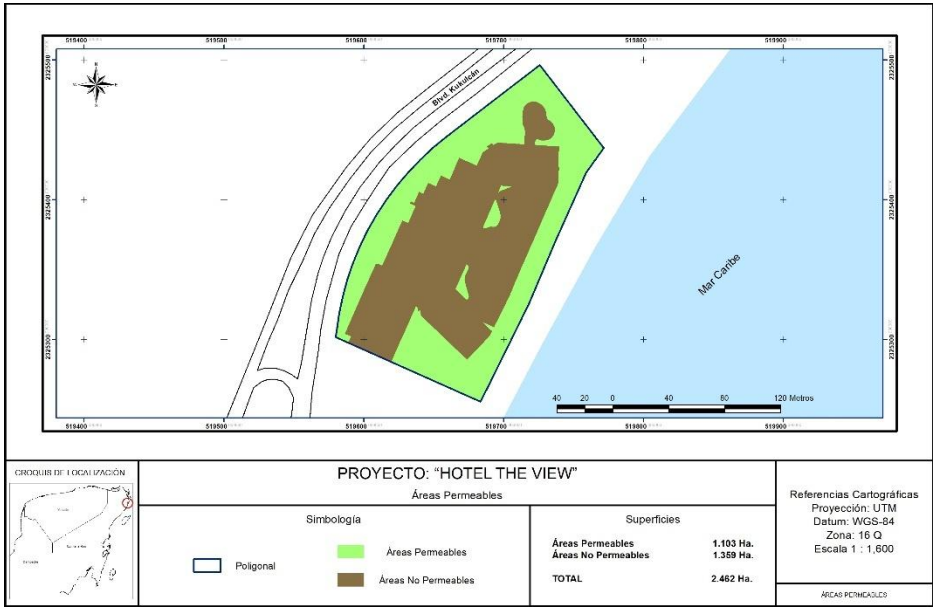
Impacto	Disminución de la tasa de infiltración	Signo	Negativo	Factor afectado	Agua
Actividades generadoras de impacto por etapa y grado de importancia					
Preparación del sitio		Construcción		Operación y mantenimiento	
Desmonte y despalme del terreno	Moderado	Terracerías y obras asociadas	Bajo	Sin ocurrencia del impacto.	

Instalación de infraestructura provisional	Bajo	Cimentación	Severo	

Descripción del impacto

La disminución de la tasa de infiltración es uno de impactos con mayor relevancia en el estudio, presenta dos impactos bajos, uno moderado y uno severo. Este efecto inicia con la remoción de vegetación, la cual afecta la retención de agua en el suelo. Sin embargo, el impacto se intensifica en la cimentación de las obras, debido a que el recubrimiento del suelo con la capa de cemento ocasiona que pierda su capacidad de infiltración. Con base a lo anterior, se requiere de la implementación de medidas de compensación para este impacto.

Como se ha mencionado, se pretende el desmonte de 1.4480 ha que esta cubierto en su totalidad de vegetación de duna costera. No obstante, no en toda esta superficie de cambio de uso de suelo se generará la disminución de la tasa de infiltración, ya que las vialidad y accesos a la playa serán construidos a base de hidrocreto, el cual es un material permeable que permitirá el flujo del agua. En conjunto con las áreas ajardinadas y de conservación, se tendrá una superficie permeable de 1.103 ha. que representa el 44.80 % del predio, de esta manera se atenua el impacto en mención y se cumple con lo establecido en los lineamientos de ordenamiento ecológico.



Se debe de destacar que la construcción del *Hotel The View* no altera el manto acuífero, dado que la cimentación de las obras se realizará conforme a las recomendaciones del estudio de geohidrología, para dejar el paso libre del agua subterránea. Asimismo, las excavaciones requeridas para las albercas tendrán un nivel debajo del nivel de suelo natural, sin embargo, no llegarán al manto freático, ya que únicamente tendrán una profundidad de 1.20 m.

	En el Capitulo VII. Se han incorporado una serie de medidas de compensación para este impacto, el cual busca direccionar el agua a las áreas ajardinadas, a través de la colocación de sistemas de captación con la finalidad de para mantener niveles optimos de infiltración de agua pluvial en la superficie del proyecto. Sumado a lo anterior, la reubicación de flora que se pretende realizar con los individuos que cuenten con las condiciones óptimas para su sobrevivencia en el trasplante, provean de beneficios ambientales, como es la contribución en la captación y niveles de infiltración de agua.

<table>
<tr><td>Impacto</td><td>Incremento en el consumo/requerimiento de agua</td><td>Signo</td><td>Negativo</td><td>Factor afectado</td><td>Agua</td></tr>
<tr><td colspan="6">Actividades generadoras de impacto por etapa y grado de importancia</td></tr>
<tr><td colspan="2">Preparación del sitio</td><td colspan="2">Construcción</td><td colspan="2">Operación</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3"></td><td>Terracerías y obras asociadas</td><td>Bajo</td><td rowspan="3">Operación del hotel</td><td rowspan="3">Moderado</td></tr>
<tr><td>Cimentación</td><td>Moderado</td></tr>
<tr><td>Construcción de la infraestructura.</td><td>Moderado</td></tr>
<tr><td>Descripción del impacto</td><td colspan="5">Durante cada una de las etapas del hotel se requiere el uso y consumo de agua para llevar a cabo las actividades constructivas y para el consumo de los trabajadores y huéspedes.

Durante las etapas de preparación y construcción, el agua cruda se abastecerá por medio de pipas del servicio público y será almacenada en la obra para su continuo uso. Para la operación del hotel, se prevé el incremento en los requerimientos de agua para el mantenimiento del hotel, la cual será destinadas para áreas públicas y de servicios, uso en albercas y habitaciones del hotel, donde se incluyen sanitarios.

En la etapa operativa el agua requierida será suminitrada a través de la red de agua potable municipal, para ello se cuenta con la factibilidad de servicios emitido por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado Oficio CAPA/DBJIM/SDT/0303/2023 de fecha de 03 de abril de 2023.

El consumo constante de agua para llevar a cabo todas las actividades del proyecto, se prevé como un impacto moderado, debido a que se proverán de una fuente autorizadas. Para mitigar el impacto se establecerán una serie de estrategias tanto en la construcción como en la operación, para la implementación de sistemas de ahorro de agua, previniendo el desperdicio del liquido. De igual manera, Se prevé captar el agua pluvial a través de la azotea de los edificios y conducirla a la cisterna pluvial que se instalará como parte del proyecto, que será destinada para el riego de áreas ajardinadas y para el mantenimeinto de las instalaciones, disminuyendo así, la huella ecológica del proyecto.</td></tr>
<tr><td>Impacto</td><td>Alteración de la calidad por presencia de residuos sólidos, líquidos y sanitarios</td><td>Signo</td><td>Negativo</td><td>Factor afectado</td><td>Agua</td></tr>
<tr><td colspan="6">Actividades generadoras de impacto por etapa y grado de importancia</td></tr>
<tr><td colspan="2">Preparación del sitio</td><td colspan="2">Construcción</td><td colspan="2">Operación</td></tr>
</table>

Desmonte y despalme del terreno	Bajo	Terracerías y obras asociadas	Bajo	Sin ocurrencia del impacto
		Cimentación	Bajo	
		Construcción de la infraestructura.	Bajo	
Descripción del impacto	Este es uno de los impactos con poca probabilidad de incidencia en cada una de las etapas; es por ello que se considera con un grado de importancia bajo. En la etapa de preparación del terreno, existirá una cantidad mínima de residuos sólidos, el principal residuo que se generará es orgánico, debido a la remoción de vegetación. No obstante, también se tendrá una generación de residuos peligrosos por el manejo de maquinaria (combustibles) y por los provenientes del consumo de alimentos de los trabajadores. Para la construcción, los residuos peligrosos y de manejo especial son más abundantes; por tanto, la posibilidad de ocurrencia de un accidente de derrames de sustancias es mayor. Asimismo, la generación de residuos orgánicos por parte de los trabajadores puede ocasionar la contaminación del suelo y agua por lo lixiviados que se generan después de estar aglomerados en la intemperie durante extensos periodos. Sumado a lo anterior, el derrame de aguas residuales proveniente de los sanitarios puede llegar a contaminar superficies del predio y alteración de la calidad del agua subterrenea o corrientes de agua. Para la etapa de operación, este impacto no se considera significativo, ya que como se ha mencionado, los residuos serán manejado con cuartos de basura y no se ubicarán cercanos a escurrimiento o cuerpos de agua, asimismo, el agua residual se conducirá a la planta de tratamiento municipal y estará estrictamente prohibido la descarga de estas aguas en áreas ajardinadas y de conservación. Dicho lo anterior, la incidencia de estos accidentes se considera irrelevante. Estos accidentes se pueden prevenir llevando a cabo las medidas necesarias para el almacenamiento y manejo de estos residuos en cada una de las etapas del proyecto, para ello, se anexan las medidas correspondientes en el capitulo VII.			

Factor Paisaje

Impacto	Modificación del paisaje	Signo	Negativo	Factor afectado	Paisaje
Actividades generadoras de impacto por etapa y grado de importancia					
Preparación del sitio		Construcción		Operación y mantenimiento	
Desmonte y despalme del terreno	Moderado	Cimentación	Moderado	Sin ocurrencia del impacto	
Instalacion de infraestructura provisional	Bajo	Construcción de la infraestructura	Severo		
Descripción del impacto	El paisaje se verá modificado de manera negativa por la instalación de infraestructura temporal y permanente dentro del predio. Actualmente, la mayor parte de la superficie que se aprovechará conserva un paisaje natural, por lo cual puede generar un cambio significativo en el entorno. Se genera un impacto moderado en el desmonte y despalme del proyecto, ya que existe una modificación significativa de la cobertura del suelo con el despalme de las 1.4480 ha, sin embargo, la mayor afectación en el paisaje se origina en la cimentación y construcción del hotel, debido al incremento de infraestructura que será permanente. La significancia de este impacto es debido a que la superficie de aprovechamiento cuenta con vegetación por lo que la presencia de la construcción está será más notoria. La modificación del paisaje es inevitable e irreversible, sin embargo, el 41.19 % de la superficie total del predio se mantendrá como áreas de conservación (sin modificación ni alteraciones), lo que contribuye a mantener un paisaje armonioso con el entorno. En la etapa operativa, el hotel formará parte del paisaje de la zona hotelera de Cancún, insertándose entre un área urbanizada con diversos desarrollos turisticos, por lo cual no se considera como un impacto critico para la región, además con las áreas de conservación se mantendrá una buena estética y equilibrio del uso actual del suelo, cabe resaltar que no se prevé ninguna actividad que pudiera comprometer los componentes naturales de las áreas de conservación.				

Impacto	Contaminación visual por aglomeración de maquinaria, materiales y personal	Signo	Negativo	Factor afectado	Paisaje
Actividades generadoras de impacto por etapa y grado de importancia.					
Preparación del sitio		Construcción		Operación	
Desmonte y despalme del terreno	Bajo	Terracerías y obras asociadas	Bajo	Sin ocurrencia del impacto	

		Cimentación	Moderado	
		Construcción de la infraestructura.	Moderado	
Descripción del impacto	Se debe de entender como contaminación visual a cualquier alteración del paisaje natural o artificial cuya percepción afecta negativamente al observador. La acumulación de materiales, personal y maquinarias contribuye a la contaminación visual del sitio al alterar el paisaje actual, dando una percepción negativa al espectador. Este impacto se origina por la entrada y salida de camiones con material, ya sean materia primas o residuos de la obra, así como la acumulación de materiales de construcción como poliestireno, varillas, cemento, etc. generando un aspecto desordenado en la obra. El desmonte es la actividad inicial que causa un efecto negativo en la contaminación visual, debido a la remoción de los ejemplares forestales del predio. El impacto se intensifica en la etapa constructiva, de manera puntual, en las actividades de cimentación y construcción, ya que existirá una mayor plantilla de trabajadores, un mayor volumen de residuos de construcción y aglomeración de maquinaria, por lo cual, causa un mayor efecto negativo en el paisaje. Este es un impacto se evalua como moderado por su permanencia temporal y su atributo recuperable en un mediano plazo, dado que una vez que las actividades de preparación del sitio y construcción culminen, el efecto de contaminación visual terminará. Durante la operación del hotel, se mantendrán las áreas de conservación en buen estado, con un mantenimiento periodoco, por lo cual el paisaje estará en armonía con el entorno.			

Impacto	Apreciación de las cualidades estéticas del paisaje	Signo	Positivo	Factor afectado	Paisaje
Actividades generadoras de impacto por etapa y grado de importancia.					
Preparación del sitio		Construcción		Operación	
				Operación del hotel.	
Descripción del impacto	Este impacto se considera positivo, consiste principalmente en generar una conciencia de apreciación de las cualidades de la riqueza natural de la región, como la flora, la fauna, recursos hídricos, etc., a través del desarrollo turístico con un enfoque sustentable y armonioso con el medio ambiente. La ubicación del Hotel, es privilegiada ya que puede destacar los valores estéticos del paisaje por medio de la captación de símbolos o imágenes natuales, además, se planea desarrollar a favor de la sostenibilidad ambiental y generar una sensibilización a los visitantes, siendo esto clave para mejorar una conciencia y educación ambiental de los turistas.				

Factor: Flora

Impacto	Cambios en la densidad de especies.	Signo	Negativo	Factor afectado	Flora
Actividades generadoras de impacto por etapa y grado de importancia					
Preparación del sitio		Construcción		Operación	
Desmonte y despalme del terreno	Severo	Sin ocurrencia del impacto		Sin ocurrencia del impacto	
Descripción del impacto	El CUSTF afectará la distribución en la cobertura del tipo de vegetación de Duna Costera en 1.448 hectáreas. El proceso de fragmentación del ecosistema se incrmenta con la implementación del proyecto ya que el sembrado de las obras tendrá un efecto residula en la distribución de esta cobertura y sus especies. De lo anterior se desprende que se mantenga el 41.19% de la cobertura actual en el predio y se lleven a cabo los programas de rescate y reubicación de la flora.				

Impacto	Modificación de la cubierta vegetal	Signo	Negativo	Factor afectado	Flora
Actividades generadoras de impacto por etapa y grado de importancia					
Preparación del sitio		Construcción		Operación	
Actividades de rescate y reubicación de flora y fauna.	Bajo				
Desmonte y despalme del terreno	Severo				
Descripción del impacto	En el SA dominan los cuerpos de aguas con 49.24% de la superficie total, seguido de la vegetación de humedal que cubre una superficie de 1818.68 ha. (43.74%), el uso de suelo con menor superficie es Playa con un porcentaje de ocupación de 0.42%. Actualmente la zona de desmonte es en su totalidad vegetación de duna costera y el predio se encuentra inmerso en la zona hotelera de Cancún. Para el desarrollo del proyecto, se considera una superficie reducida de 1.4480 ha para el cambio de uso de suelo, que representa el 0.038 % del SA y el 58.81% de la superficie del predio. Dicha superficie tiene un uso de suelo forestal perteneciente a la vegetación de duna costera que se encuentra en un estado de sucesión ecológica, por ende, se puede decir que presenta cierto grado de perturbación ocasionada por factores antropogénicas y ambientales que han impactado la zona.				

	Es importante mencionar que la remoción de vegetación se realizará después del primer cordón de dunas, con la finalidad de conservar los beneficios que otorga esta vegetación, como lo es: mantener los bancos de arena, prevenir la erosión y mantener la filtración del agua. Este impacto sólo se genera en la preparación del sitio, ya que, en la construcción y operación, sólo se utilizarán las superficies de despalme, sin afectar o desmontar vegetación adicional. La importancia fue clasificada como severo, debido a que una vez que se realice el despalme no se podrá generar la restauración de la zona a raíz de la infraestructura y su reversibilidad no es factible. Aunado a lo anterior, este impacto se evaluó como acumulativo y sinérgico, dado que la remoción de la masa vegetal trae consigo otros impactos indirectos, como cambios de comportamiento de especies de fauna, alteración de las propiedades físicas del suelo, etc. Para minimizar el impacto sobre los ejemplares que se afectarán por las actividades de desmonte, de manera previa a las actividades del proyecto, se realizará el rescate de los ejemplares de flora que sean susceptibles de ello, los cuales posteriormente serán incorporados a las áreas reforestadas del proyecto. Además, se mantendrá el 41.19% de la superficie del predio destinado a áreas verdes y de conservación a las cuales se les dará un mantenimiento constante en todas las etapas del proyecto.

<table>
<tr><td>Impacto</td><td colspan="2">Disturbio de la vegetación colindante por contaminantes atmosféricos (polvos)</td><td>Signo</td><td>Negativo</td><td>Factor afectado</td><td>Flora</td></tr>
<tr><td colspan="7">Actividades generadoras de impacto por etapa y grado de importancia</td></tr>
<tr><td colspan="2">Preparación del sitio</td><td colspan="2">Construcción</td><td colspan="2">Operación</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">Desmonte y despalme del terreno</td><td rowspan="4">Bajo</td><td>Terracerías y obras asociadas</td><td>Moderado</td><td colspan="2" rowspan="4">Sin ocurrencia del impacto</td><td></td></tr>
<tr><td>Cimentación</td><td>Moderado</td><td></td></tr>
<tr><td>Construcción de la infraestructura.</td><td>Moderado</td><td></td></tr>
<tr><td>Limpieza del sitio y retiro de marerial y equipo de construcción.</td><td>Bajo</td><td></td></tr>
<tr><td>Descripción del impacto</td><td colspan="6">La generación de contaminantes atmosféricos presentes en las diferentes etapas de la obra, tiene un efecto directo en el aire; sin embargo, de forma indirecta, altera la vegetación colindante, pues es esta la que absorbe la mayor parte de estos contaminantes como parte de su función en el ecosistema.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se espera una elevada generación de polvos, principalmente por las actividades de desmonte, terracerías, cimentación y construcción de la infraestructura. El predio del proyecto colinda con un área natural perteneciente a matorral costero, además fuera de los limites del predio se encontraron</td></tr>
</table>

	ejemplares de mangle, esta vegetación será propensa a la alteración de su calidad debido a las altas emisiones de polvo. Este impacto se consideró bajo y moderado debido a su permanencia en el ambiente, ya que no es un impacto que prevalece en todas las actividades de forma exponencial; aunado a ello, con la dispersión del viento y la buena resiliencia del sistema ambiental, se considera que es un impacto que estará presente poco tiempo y su recuperabilidad se dará en un corto plazo. En las actividades de limpieza del sitio y retiro del material, este impacto puede tener mayor extensión al trasladar estos residuos a los sitios de destino final, por lo cual ocasionar una mayor dispersión de contaminantes (polvo), por ello, es importante la aplicación de mitigación, en donde se propone el uso de lonas para los camiones que entren y salgan de la obra, evitando que el material particulado afecte a la vegetación colindante. Con la aplicación de las medidas pertinente, como suspender momentáneamente las actividades cuando existan fuertes ráfagas de viento, así como humedecer las zonas de trabajo, disminuirá el levantamiento de polvo y su asentamiento en la vegetación colindante.

Impacto	Afectación de las especies bajo protección y/o endémicas.	Signo	Negativo	Factor afectado	Flora
Actividades generadoras de impacto por etapa y grado de importancia					
Preparación del sitio		Construcción		Operación	
Desmonte y despalme del terreno	Moderado	Sin ocurrencia del impacto		Sin ocurrencia del impacto	
Descripción del impacto	Este es uno de los impactos que se generará con la actividad de desmonte y desplame del terreno. Las condiciones actuales de vegetación de matorral costero son regulares. De acuerdo al inventario de flora, se registraron dos especies bajo algún estatus de protección, de acuerdo a la Nom-059-SEMARNAT-2010, las cuales son ***Thrinax radiata*** y ***Coccothrinax readii***.				

Factor fauna

Impacto	Cambios en la abundancia de especies	Signo	Negativo	Factor afectado	Fauna
Actividades generadoras de impacto por etapa y grado de importancia					
Preparación del sitio		Construcción		Operación	
Desmonte y despalme del terreno	Moderado				

Descripción del impacto	El predio donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra inmerso en la Zona Hotelera de Cancún, por lo cual está rodeado de una mancha urbana y desarrollos turisticos. Aunado a ello, existe un constante tránsito de vehículos y personas, por lo cual la fauna silvestre se encuentra acostumbrada a ese umbral de ruidos y perturbaciones. Por su parte, las especies más sensibles o que requieren mejores condiciones de hábitat se desplazaron en su momento a zonas de mayor estado de conservación. De acuerdo con la caracterización realizada en el área de influencia, el grupo más diverso de fauna es el de las aves, registrando un mayor numero de especies. Los reptiles son el grupo que sigue en importancia; no se reportan anfibios ni mamíferos, debido al grado de presión que existe en loa alrededores del predio. Estudios realizados dentro del SA y cercanos al sitio del proyecto demuestran que existen una maplia diversidad en zonas mejor conservacdas y de menos presión que la existente en el sitio del proyecto. Dicho lo anterior, se puede afirmar que los ejemplares que puedieran tener un mayor grado de afectación, presentan alta movilidad y respuesta positiva a los estímulos de ahuyentamiento ya que no se registraron mamíferos mayores o medianos, por lo que las especies registradas son rescilientes y adaptadas a la presencia de personas. De las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT- 2010 y endémicas la presencia de especies se tienen registradas a *Ctenosaura similis, Aratinga nana y Vireo pallens.* A pesar de que el número de especies es reducido se debe poner un especial énfasis en preservar la biodiversidad del sitio. Como se ha mencionado, el proyecto contempla una superficie reducida de cambio de uso de suelo, por lo que las zonas de conservación pueden resguardar fauna silvestre, sin mayor peligro. El impacto se generará de manera significativa en la actividad de desmonte y despalme del terreno, debido a que la vegetación actualmente posee un estado de favorable a pesar del nivel de perturbación y alteración de la zona. Por consiguiente, existen diversas especies que ocupan este territorio como zonas de refugio o fuentes de alimentos. De esta manera, al realizar la remoción de la vegetación también se afectará la fauna, provocando su desplazamiento hacia los predios aledaños y disminuyendo el número de ejemplares que transiten por el área del proyecto. El desmonte origina que exista una menor abundancia de especies, al generar el traslado (sea natual o inducido) de los ejemplares a nuevos sitios donde puedan encontrar las condiciones adecuadas para su desarrollo. La superficie a desmontar será de 1.4480 ha, por lo cual, no considera como una superficie extensa que pueda originar un cambio significativo en la presencia de fauna en el SA.

	Para mitigar este impacto, se pretende que previo al inicio de actividades se realicen las actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, con la finalidad de salvaguar la integridad de los ejemplares faunísticos que puedan anidar en el sitio de intervención y transferirlos a zonas con condiciones optimas para su desarrollo.

Impacto	Cambios en el comportamiento de las especies (alimentación, anidación, reproducción y rutas de migración).	Signo	Negativo	Factor afectado	Fauna
Actividades generadoras de impacto por etapa y grado de importancia					
Preparación del sitio		Construcción		Operación	
Actividades de rescate y reubicación de flora y fauna.	Bajo	Construcción de la infraestructura.	Moderado	Sin ocurrencia del impacto	
Desmonte y despalme del terreno	Moderado				
Descripción del impacto	Este impacto se restringe a la zona de cambio de uso de suelo, ya que, las especies de fauna tendrán que trasladarse a otras áreas de vegetación que posean las condiciones necesarias para su desarrollo, por lo cual, se requerirá de una adecuación por parte de las especies para buscar nuevas áreas de anidación, reproducción y fuentes de alimentos. Las actividades de resctate y reubicación de flora tiene un efecto negativo bajo sobre el comportamiento de especies faunísticas, esto es debido a que, al reubicar ciertos ejemplares con buenas condiciones, puede afectar sitios de alimentación o anidación de fauna, sin embargo, estos podrán ser reincorporados posterioremente a las áreas ajardinadas y de conservación del proyecto. El grado de impacto fue evaluado como moderado debido a que la zona de despalme que se propone es de únicamente 1.4480 ha, que representa el 0.038% del SA, por cual no se fragmenta el hábitat y no se origina un efecto severo sobre el comportamiento de las especies, sumado a ello, como se ha meniconado, el predio se encuentra rodeado de desarrollos urbanos, por lo cual las especies han desarrollado mecanismos de adaptación a estas condiciones. Las áreas de conservación del proyecto, logran una continuidad en la mayor parte de su perímetro, y de esta forma la permanencia de los procesos biológicos locales de la fauna, así como la disponibilidad de refugio y alimento.				

Impacto	Molestias por la generación de ruido y vibraciones, así como su posible atropellamiento.	Signo	Negativo	Factor afectado	Fauna
Actividades generadoras de impacto por etapa y grado de importancia					
Preparación del sitio		Construcción		Operación	
Desmonte y despalme del terreno	Bajo	Terracerías y obras asociadas	Bajo	Sin ocurrencia del impacto	
		Cimentación	Moderado		
		Construcción de la infraestructura.	Moderado		

Descripción del impacto	Este impacto se origina con la construcción del proyecto, desde la preparación del sitio, ya que existirá un flujo constante de maquinaria pesada que genera ruido y vibraciones, provocando molestia a la fauna silvestre. Dentro de las principales actividades que componen este impacto será la cimentación y construcción de la infraestructura, como consecuencia del incremento de los niveles normales de sonido en el área. Este impacto tendrá un efecto indirecto sobre la fauna silvestre dado que no se compromete la integridad de algún ejemplar, sino que únicamente provocará el desplazamiento de las especies. El atropellamiento de los ejemplares puede ocasionarse por el constante tránsito de vehículos en la obra y su área de influencia, sin embargo, únicamente se considera como un impacto con baja probabilidad de ocurrencia, una vez que se apliquen las medidas necesarias para evitarlo (p. ej. señalamientos del cuidado de la fauna, baja velocidad al transitar en la zona de afectación, etc.). Se realizarán las actividades de ahuyentamiento de fauna, previamente al inicio de actividades de construcción, con la finalidad de evitar afectación a algún ejemplar. De igual forma se considera que el constante uso de maquinarias mantendrá alejadas a las especies de las zonas de maniobras.

Factor: Infraestructura y servicios

<table>
<tr><td>Impacto</td><td colspan="2">Incremento en la generación de RSU, ME y RP</td><td>Signo</td><td>Negativo</td><td>Factor afectado</td><td>Residuos</td></tr>
<tr><td colspan="7">Actividades generadoras de impacto por etapa y grado de importancia</td></tr>
<tr><td colspan="2">Preparación del sitio</td><td colspan="2">Construcción</td><td colspan="2">Operación</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">Desmonte y despalme del terreno</td><td rowspan="3">Bajo</td><td>Terracerías y obras asociadas</td><td>Bajo</td><td rowspan="3">Operación del hotel</td><td rowspan="3">Moderado</td></tr>
<tr><td>Cimentación</td><td>Severo</td></tr>
<tr><td>Construcción de la infraestructura.</td><td>Severo</td></tr>
<tr><td>Descripción del impacto</td><td colspan="6">La importancia de este impacto es clasificada como severo, debido a la generación de residuos en todas las etapas del proyecto, por lo cual es evaluado como un efecto permanente y acumulativo. También provoca efectos indirectos, por ejemplo, la permanencia prolongada de residuos puede generar la atracción de fauna nociva y un foco de infección para los organismos, contaminación del suelo y aire, entre otros.

Durante las actividades de preparación del sitio se generarán residuos sólidos principalmente orgánicos, tales como material vegetal, restos de madera, etc, debido a la naturaleza de estos residuos, el impacto se considera bajo, ya que pueden reincorporarse facilmente al suelo como composta. En la etapa constructiva se tendrán otro tipo de residuos como metales ferrosos, pedazos de tubos de PVC, maderas, bolsas de cemento, poliestireno, etc. De la misma forma, se espera generar residuos derivados del consumo de alimentos por parte de los trabajadores, tanto de tipo orgánico e inorgánico, como restos de alimentos, empaques, recipientes y platos y vasos desechables. Estos residuos serán temporalmente acopiados en sitios específicos dentro del predio ubicado en las áreas destinadas para obras provisionales, para posteriormente entregarlos a empresas autorizadas para su disposición final. Los residuos que sean susceptibles de reciclaje serán separados y entregados a empresas autorizadas que puedan continuar con el tratamiento.

Los residuos peligrosos que se generen durante la construcción del proyecto, serán separados de acuerdo con su tipo y colectados en contenedores debidamente etiquetados, serán almacenados en un sitio habilitado para tal fin para su posterior entrega a una empresa autorizada en su manejo.

En cuanto al manejo de aguas residuales, se utilizarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores, los cuales recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora, quien se encargará del traslado y disposición final de las aguas residuales. Se verificará que dicha empresa cuente con las autorizaciones correspondientes.</td></tr>
</table>

	De acuerdo con lo anterior, se realizará un manejo adecuado de los residuos que se generen, de acuerdo con lo establecido en el Programa Integral de Manejo de Residuos anexo a la presente, con el objetivo de reducir los impactos de generación de estos residuos sobre el ambiente. En la operación del proyecto, los residuos sólidos que generen provendrán del consumo de los huéspedes en el hotel, como: residuos orgánicos de la preparación de alimentos y comida, latas, vidrio, PET, papel, bolsas de plásticos, etc. Sin embargo, estos serán separados desde la fuente para su adecuada disposición final. Los materiales que puedan ser reciclados serán entregados a empresas autorizadas para ello. En menor cantidad se prevé que se generen residuos peligrosos y de manejo especial, principalmente por el mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones. En cuanto al manejo de aguas residuales, éstas serán conducidas a través de la red de drenaje interno hacia la planta de tratamiento de aguas del municipio de Benito Juárez. Dicho lo anterior, en la etapa constructiva del proyecto es cuando se prevé un mayor impacto, dado que existe un mayor volumen de residuos de manejo especial y peligrsos. En el caso de la etapa operativa, la mayor generación se produce por el consumo de viveres de los huéspedes. Se deberá poner especial atención en el manejo y gestión de los residuos en todas las etapas del proyecto. Es preciso señalar que, en ninguna de las etapas del proyecto, se promueve la creación de tiraderos a cielo abierto; por el contrario, se llevará el control y una correcta gestión de residuos, para lo cual se tendrá que hacer énfasis en la constante vigilancia en cada una de las etapas del proyecto para verificar que los trabajadores de la obra y del hotel realicen la separación adecuada de los residuos, principalmente para evitar que sean mezclados y esto generé un mayor impacto.

Impacto	Mejoramiento de infraestructura	Signo	Positivo	Factor afectado	Infraestructura
Actividades generadoras de impacto por etapa y grado de importancia					
Preparación del sitio		Construcción		Operación y mantenimiento	
		Construcción de la infraestructura		Operación del hotel Mantenimiento de las instalaciones	
Descripción del impacto	La construcción del Hotel The View, responden a la demanda creciente de modernización de las instalaciones turísticas en el municipio de Benito Juárez, con la intención de ofrecer mayor calidad de los servicios y equipos que garanticen el bienestar de huésped, así como su comodidad y seguridad externa e interna. Incorporar hospejades que cuenten con nuevas tecnologías que minimicen el impacto del hotel en el contexto ambiental resulta de suma importancia para fomentar la sustentabilidad de los desarrollos turísticos. Como ejemplo de lo expuesto, se colocarán sistemas de captación de agua pluvial para su uso y riego de las zonas de conservación, también se propone fomentar el uso de tecnologías renovables como paneles solares para la generación de energía eléctrica.				

	El mejoramiento de infraestructura se evalúa como un impacto positivo. A través del presente proyecto se pretende incorporar novedades y mejoras de las construcciones hoteleras actuales, implementando nuevos servicios e instalaciones para el goze de los visitantes. Finalmente, este impacto se extiende de manera regional, al contribuir con una oferta turística de alta calidad en el municipio.

Impacto	Incremento en la demanda de servicios	Signo	Negativo	Factor afectado	Servicios
Actividades generadoras de impacto por etapa y grado de importancia					
Preparación del sitio		Construcción		Operación	
Sin ocurrencia del impacto.		Sin ocurrencia del impacto.		Operación del hotel	Moderado
Descripción del impacto	El predio se localiza en la zona hotelera de la ciudad de Cancún, por lo que se encuentra totalmente urbanizadas y el proyecto tendrá acceso a los servicios de luz, drenaje, agua y recolección de residuos estarán a cargo del municipio, para lo cual, ya se cuenta con la factibilidad de los servicios, mismos que son anexados al presente documento. Este impacto se refiere a la necesidad que se tendrá de incrementar los servicios para la zona, como lo es una mayor demanda de energía eléctrica, transporte, agua potable, recolección de basura, tratamiento de aguas residuales, etc. Este impacto se presenta en la operación del proyecto, dado que empieza el funcionamiento del hotel y con ello, se genera un mayor requerimiento de los servicios públicos. El impacto toma relevancia debido a que una vez que entre el funcionamiento la demanda que se generará es constante e irreversible, por lo cual, se requiere implementar estrategias que minimicen el impacto, para ello, se buscará el uso de tecnologías sustentables como paneles solares, sistemas de captación de agua de lluvia, etc. De igual forma, se realizará la separación de residuos en cámaras, para su posterior entrega, fomentando el reciclaje de los residuos recuperables. Las acciones propuestas en el capitulo VII., buscan minimizar el impacto que genera la obra en todas sus fases, para hacerlo más compatible con el ambiente.				

Factor: Socioeconómico

Impacto	Generación de Empleos	Signo	Positivo	Factor afectado	Economía
Actividades generadoras de impacto por etapa y grado de importancia					
Preparación del sitio		Construcción		Operación y mantenimiento	
Desmonte y despalme del terreno		Terracerías y obras asociadas Cimentación Construcción de la infraestructura		Operación del hotel.	
Descripción del impacto	Para llevar a cabo el desarrollo del proyecto, es indispensable la contratación de personal capacitado que desempeñe las múltiples actividades que se requieren, para lo cual se contratará a una plantilla de personal, proveniente preferentemente de la región para promover la generación de empleos temporales y contribuir al ingreso de las familias de la zona. En la etapa operativa también se generarán empleos ya que se contratará personal para todas las actividades del hotel, donde se incluyen cocinas, limpieza, mantenimiento de infraestructura, recepcionistas, vigilancia, etc. En este sentido, se considera como un impacto positivo, que mejora los ingresos de la región y ofrece la creación de empleos en cada una de las etapas del proyecto y con una alta diversidad de puesto.				

Impacto	Derrama económica por provisión de servicios locales y adquisición de insumos	Signo	Positivo	Factor afectado	Economía
Actividades generadoras de impacto por etapa y grado de importancia					
Preparación del sitio		Construcción		Operación y mantenimiento	
Instalación de la infraestructura provisional		Terracerías y obras asociadas Cimentación Construcción de la infraestructura		Operación del hotel	
Descripción del impacto	Con la construcción del hotel, se pronostica una elevada derrama económica en la región, ya que en todas las etapas se requiere la adquisición de servicios locales, por ejemplo, la compra de materias primas para la construcción, la contratación de servicio de sanitarios móviles, contratación de maquinarias, así como empresas prestadoras de servicios para disposición de residuos, puestos locales para el consumo de alimentos y recursos necesarios para los trabajadores, etc. En la etapa de operación también se prevé la constante adquisición de insumos, principalmente para el consumo de los huéspedes, así como de suministros para el mantenimiento de las instalaciones. Con la construcción del hotel se requerirá mayor cantidad de materias para solventar la estancia de los visitantes y condiciones óptimas de las instalaciones, lo cual genera una mayor derrama económica en la región.				

	Debido a la ubicación del hotel, los huéspedes pueden contratar recorridos a sitios turísticos cercanos al hotel, lo que amplía la derrama económica, sin que se limite únicamente a las actividades propias de las instalaciones. Se pretende que, con la innovación de la infraestructura turística, se maximicen las conexiones de la economía local, a través del establecimiento de relaciones de cooperación entre las comunidades del sector privado y el sector público, es decir, con la obra se constituirá un vínculo entre diversas empresas proveedoras de servicios, materiales, insumos y materia prima que provocará una derra económica importante para la región.

Impacto	Mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la región.	Signo	Positivo	Factor afectado	Economía
Actividades generadoras de impacto por etapa y grado de importancia					
Preparación del sitio		Construcción		Operación y mantenimiento	
				Operación del hotel.	
Descripción del impacto	La actividad turística influye positivamente en la calidad de vida percibida por la población local, la cual se ve influenciada por un conjunto de varibales económicas, culturales, políticas y propiamente turísticas. Con la operación del proyecto, se pretende aumentar el atractivo turístico, incrementar el flujo de turistas y crear una alta oferta en el mercado, buscando incentivar el bienestar material de la población, en términos de incremento de ingresos, seguridad financiera y difusión cultural. Este vinculo permite tener una mayor gama de opciones de emplearse para la población y la libertad de elección de trababajos para el cumplimiento de objetivos particulares y con ello una satisfacción personal y colectiva.				

7. Conclusiones.

La evaluación de impacto ambiental es clave para identificar los factores que sufren un mayor nivel de alteración con el proyecto, esto permite establecer la base para el análisis de alternativas que eviten o dismiyan los impactos ambientales. La metodología de evaluación de impacto ambiental desarrollada en esta capitulo, nos permite identificar cuales son las principales actividades que generan un mayor impacto y que factores son los más afectados por el desarrollo de la obra. Se identificaron 11 actividades que podrían generar 27 posibles impactos en los factores bióticos, abióticos y socioeconómicos.

La matriz de importancia de impactos, arrojo la posible ocurrencia de 34 impactos bajos, 33 moderados, 8 severos y sin ocurrencia de impactos críticos, por lo cual se planea que la ejecucipon de las obras y actividades del proyecto no representa un agente causal de una gran alteración a los factores del medio ambiente.

En el caso del **SUELO,** se obtuvo un impacto severo, el cual consiste en la *alteración de las propiedades físicas del suelo (compactación, estructura, textura, etc.)*, este impacto adquiere un valor de importancia significativo por la cimentación del proyecto, que representa la perdida total de estas propiedades en las áreas de intervención, además lo convierte en un impacto irreversible. Las actividades de preparación del sitio y construcción pueden originar la *perdida del suelo por remoción y procesos erosivos*, debido a la exposición las capas edáficas a los agentes climáticos (lluvia y viento), debido a la superficie reducida que estará expuesta, es calsificado como un impacto moderado, aunado a ello, con la implementación de medidas de mitigación, este impacto reduce su grado de afectación. Para este factor, el impacto que tuvo un menor grado de importancia fue la *alteración de la calidad por residuos sólidos, líquidos y sanitarios*, ya que este solo es un impacto potencial, por lo tanto, se deberá poner especial atención en las medidas de prevención para evitar su ocurrencia,

El **AGUA** es un factor que presenta dos impactos severos: el *Cambios en el patrón de drenaje (velocidad y dirección)* y la *disminución de la tasa de infiltración,* ambos ocasionados por la cimentación del hotel que limita la dirección e infiltración del agua. Asimismo, durante cada una de las etapas del proyecto se prevé un incremento de los requerimientos del factor ya sea para llevar a cabo las obras o bien, para el uso y funcionamiento del Hotel en operación, debido a que actualmente ya se cuenta con la factibilidad de los servicios otorgados por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado, este impacto es clasificado como moderado.

La realización del proyecto puede aportar sustancias contaminantes y sedimentos si no se ejecutan las medidas necesarias para prevenirlos, por lo tanto, se tiene que hacer énfasis en disminuir los riesgos potenciales de contaminación del agua llevando a cabo las acciones necesarias y descritas en apartados posteriores.

Otro de los factores que recibe impactos severos es el **PAISAJE**, que tiene que ver con la modificación del relieve y la afectación de la cubierta vegetal, ya que si bien, el predio se encuentra ubicado dentro de la zona hotelera de la ciudad de Cancún y, por ende, rodeado de desarrollos turísticos, la remoción de vegetación y construcción de los nvieles del hotel, transformará notoriamente la estructura del paisaje. Siendo una obra de infraestructura fija, se considera un impacto permanente, impidiendo retornar a su estado natural. No obstante, debido a que el diseño del proyecto mantendrá el 41.19% de áreas de conservación, este impacto es atenuado.

El desmonte de las 1.4480 ha pertenecientes a la vegetación de duna costera, genera multiples impactos en diversos factores, pero principalmente ocasiona la ocurrencia de dos impactos severos en la **FLORA**, al traer consido el cambio en la densidad de las especies y la modificación de la cubierta vegetal, en consecuencia, de la instalación de la infraestructura, este impacto es irreversible. Sin embargo, se mantendrá un área de conservación de 1.0140 ha que representa el 41.19% de la superficie total, estas zonas seguirán manteniendo su estado natural y se promoverá el cuidado y mantenimiento, evitando así, su degradación. Además, se tiene contemplado el rescate de ejemplares y su reincorporación en las áreas del ajardinas que considera el proyecto, lo que conduce a mitigar el impacto.

Finalmente, la generación de **RESIDUOS,** constituye el ultimo factor en recibir impactos severos, como consecuencia de los elevados volumenes de generación de Residuos Sólidos Urbanos, Residuos Peligrosos y de Manejo Especial, en las diferentes etapas del proyecto. Durante las etapas de prepación y construcción, se espera que se generé una alta cantidad de residuos derivados las actividades constructivas, así como los desechos provenientes del consumo de alimentos de trabajadores. En la etapa de operación, se generarán debido al consumo de alimentos y bebidas de huspedes, así como el mantenimeinto del hotel.

Por otra parte, se han identificado impactos positivos, que inclinan al proyecto a ofrecer mejoras en las instalaciones turísticas y un aporte significativo en la economía de la región, lo cual favorece el impulso del nivel socieconomico de los habitantes del municipio de Benito Juárez y zonas aledañas. El principal beneficio que acarrea el proyecto, es el desarrollo económico, que diversificará la economía local y favorecerá el crecimiento comercial del área.

Dicho lo anterior, los resultados demuestran que el proyecto trae consigo una serie de impactos negativos y benéficos al SA. El balance de estos impactos indica que el proyecto es de bajo impacto, es decir ambientalmente viable de ser realizado. Para cada uno de los factores afectados de forma negativa, se han establecido medidas de mitigación y compensación para disminuir la severidad de los impactos. Estas medidas fueron establecidas desde la planeación del proyecto, buscando incorporar las estrategias y uso de tecnologías eficientes para disminuir el impacto negativo de la obra.

En el capitulo VII. Del presente documento se describen a profundad el conjunto de acciones y medidas que se proponen para reducir al máximo el impacto que la construcción y operación del proyecto genera en el entorno físico, biótico y social, garantizando su compatibilidad con los principios éticos y legales encaminados a la protección del ambiente y los recursos naturales.

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.

1. Justificación Técnica

El proyecto , está diseñado en el marco de los establecido por los ordenamientos ambientales vigentes de tal manera que no se contravienen las políticas ni lo usos propuestos para el predio, toda vez que dichos ordenamientos, tal y como ha queda demostrado a lo largo del presentes Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso del suelo en Terrenos Forestales, y la Construcción y Operación del proyecto denominado "Hotel The View", han previsto que el predio sea incorporado al uso Turístico Hotelero con la superficie mínima posible para su implementación, pero por debajo de los límites máximos establecidos por los instrumentos normativos que le aplican al predio.

Cabe señalar que todo proyecto como el que nos ocupa, tiene un impacto a nivel predio, debido a la necesidad obligada de desmonte y despalme, sin embargo, el sistema y la carga que ha de recibir es mitigable y viable y no pone en riesgo la biodiversidad, procesos ecológicos a nivel de Sistema Ambiental ni de la cuenca; tampoco amenaza la vida humana, ya que el área del proyecto está planeada precisamente en el POEL y el PMDU del Municipio de Benito Juárez, estado de Quintana Roo.

Se argumenta en los siguientes acápites, el cumplimiento de los supuestos establecidos por el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable relacionados a demostrar que:

- Que la biodiversidad de los ecosistemas afectados por el CUSTF se mantenga.
- Que se mitiguen los efectos negativos del CUSTF por la erosión del suelo.
- Que se mitiguen los efectos negativos del CUSTF en la captura y calidad del agua.
- Que se mitiguen los efectos negativos del CUSTF en la captura de carbono.

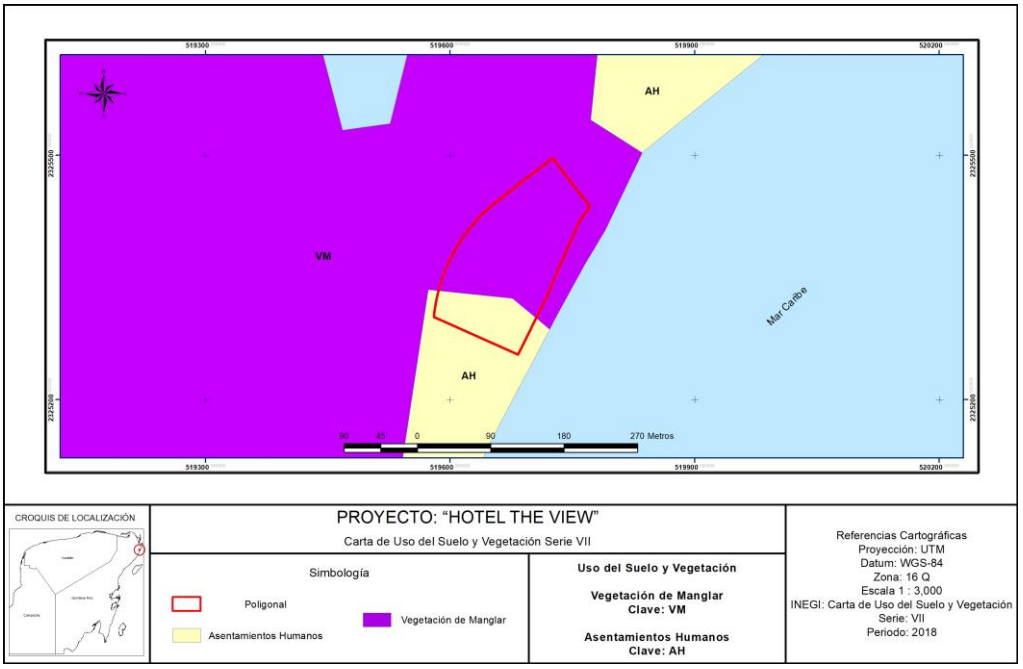
A continuación, se desarrolla la argumentación técnica con el cual el proyecto cumple con los supuestos en comento establecidos en el artículo 93 de la LGDFS.

1.1. La Biodiversidad de los ecosistemas afectados por el CUSTF se mantiene.

Para obtener esta estimación se realiza el análisis con respecto al tipo de vegetación para su aprovechamiento por CUSTF, que en este caso es vegetación de duna costera.

1.1.1. Tipo de Vegetación en el predio

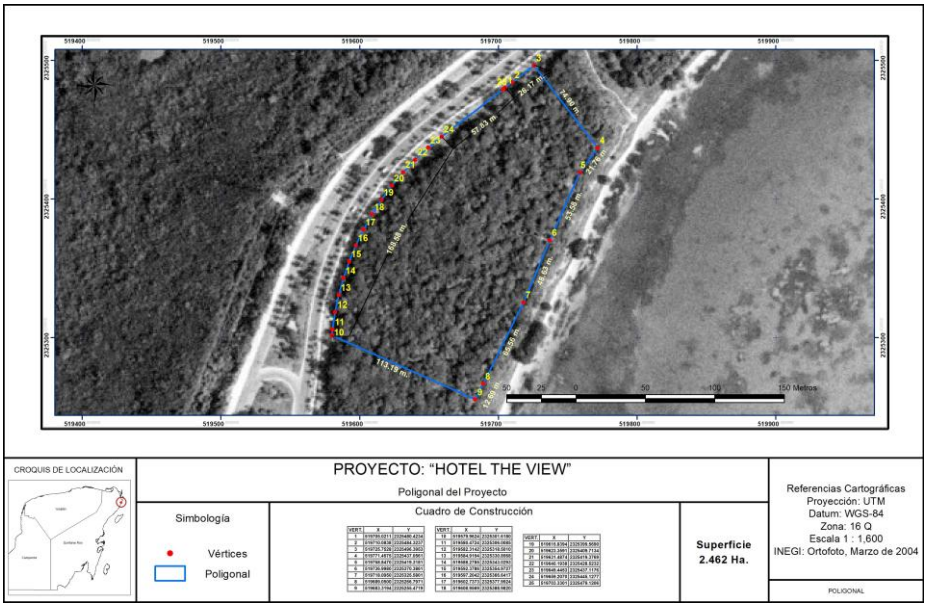
El INEGI reporta en su carta digital de tipos de vegetación y uso del suelo Serie VII dos condiciones de cobertura, una que considera la presencia de vegetación de manglar y la otra donde identifica la presencia de Asentamiento Humanos como s epuede identificar en el siguiente plano.



Plano No. 60 Ubicación del proyecto con base a la carta de uso de suelo serie IV

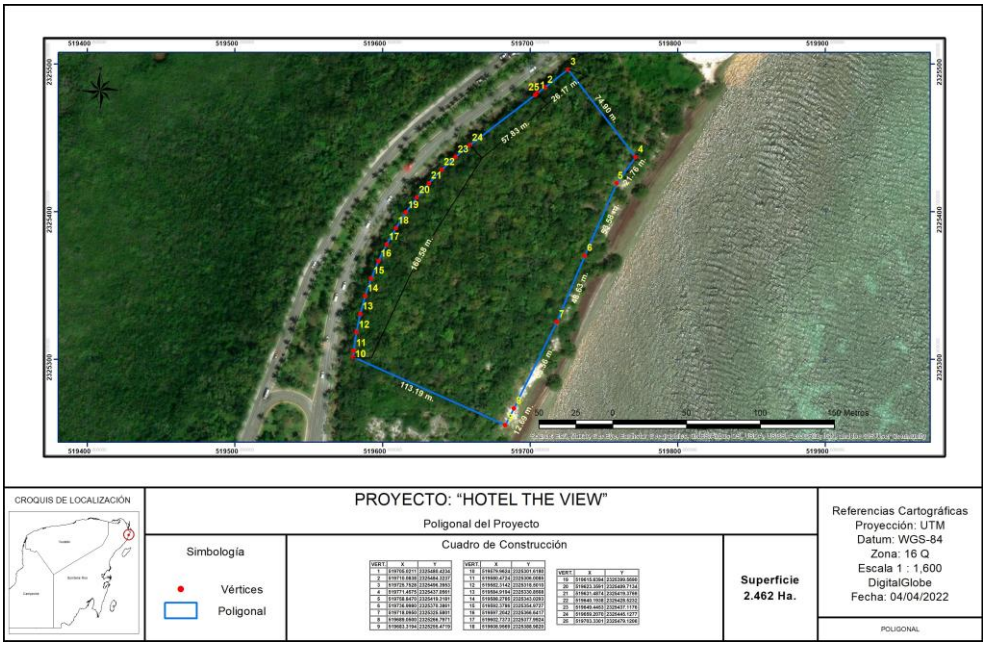
Los tipos de cobertura identificados por INEGI en la serie VII no es coincidente con la condición real del predio. Mediante vuelos con dron y trabajos de campo en el inventario forestal, se pudo determinar que la vegetación existente corresponde a vegetación de duna costera (matorral costero), tal y como se indicó en un primer momento en la identificación y descripción del Sistema ambiental del proyecto y que ahora se retoma para describir, en este capítulo, la descripción de la flora del predio.

Así las cosas, es preciso acotar que las condiciones de la cobertura de vegetación de duna costera (matorral costero) se puede identificar en una ortofoto de INEGI del 2004 como se muestra en el siguiente plano.



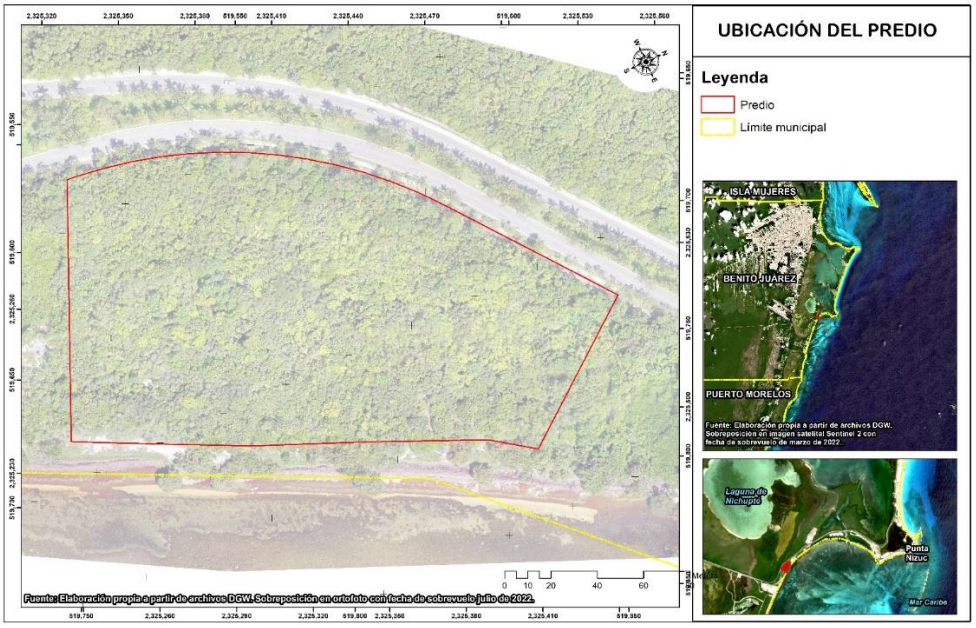
Plano No. 61. Ortofoto de INEGI del año 2004 mostrando la cobertura de vegetación en el predio.

Con una imagen actual de satélite del año 2022 se puede apreciar que la cobertura de vegetación se mnatiene en el predio, sin afectaciones aparentes que indiquen que se ha perdido alguna porción de ésta dentro de los límites del predio.



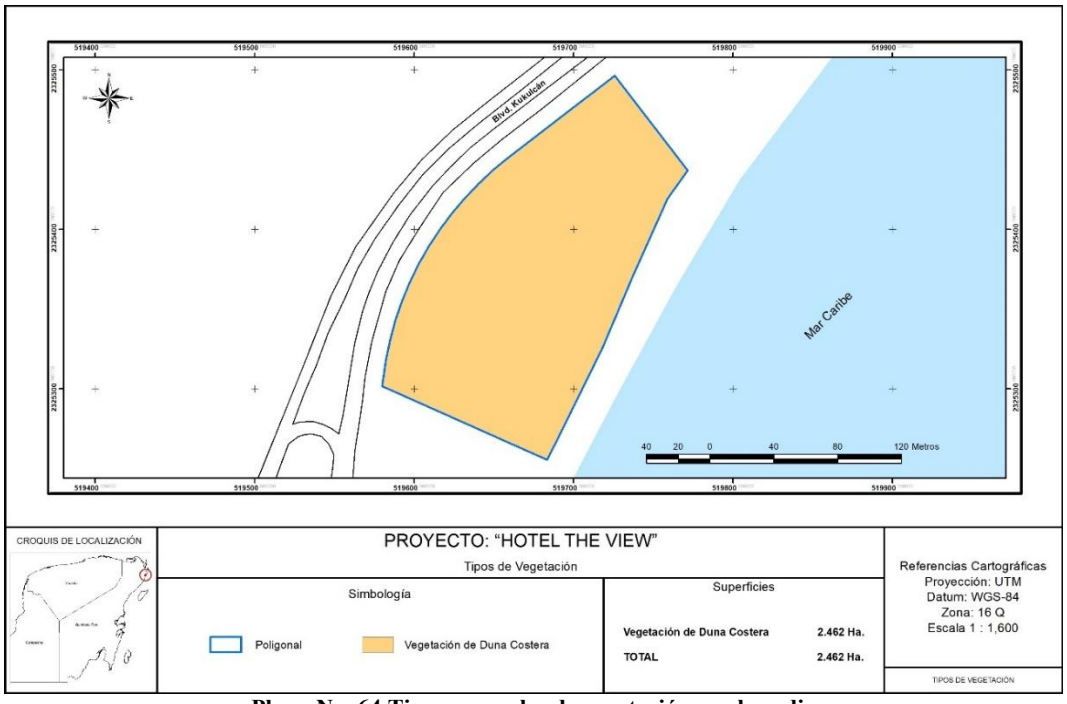
Plano No. 62. Imagen de satélite DigitalGlobe del año 2022 mostrando las condiciones de la cobertura en el predio y sus zonas colindantes.

A partir de un vuelo con dron realizado en el año 2023 y los trabajos de campo del inventario forestal, se puede rratificar que la cobertura de vegetación corresponde a vegetación de duna costera o matorral costero.



Plano No. 63. Ubicación del predio y la cobertura de vegetación de duna costera dentro del predio. Fuente: Foto aérea generada con Dron.

No se han identificado afectaciones dentro del predio a pesar de que se colinda con el Boulevard Kukulkán, de la Zona Hotelera de Cancún en el Oeste y con la ZOFEMAT y el Mar Caribe al Este. En la parte norte y sur se cuenta con linderos de terrenos particulares.



Plano No. 64 Tipos generales de vegetación en el predio

Las superficies estimadas para cada cobertura y uso del suelo se detallan en el siguiente cuadro.

Se destaca que de la superficie total del predio es de 2.462 hectáreas y se consideran como forestales un total de 2.462 hectáreas, que significan el 100.00% del total ya que no se localizan afectaciones o pérdidas de cobertura original.

Cuadro No. 119 Tipos de cobertura y uso del suelo en el predio de interés

Tipo de vegetación	Superficie total (m2)
Vegetación de Duna Costera	2.4620
Superficie con cobertura forestal	**2.4620**
Superficie con usos no forestales	0.0000
Superficie sin cobertura forestal (terreno no forestal)	**0.0000**
TOTAL cobertura forestal + cobertura no forestal	**2.4620**

Para conocer la estructura vertical y horizotal y la biodiversidad de la flora del predio, se ha realizado un inventario forestal que describe las condiciones de la vegetación de duna costera y que servirá de base para determinar parámetros dendrométricos y comparar los índices ecológicos y diversidad requeridos en este capítulo.

1.1.2. Metodología del inventario forestal en el predio del proyecto

1.1.2.1. Diseño de muestreo

Para la obtención de los datos dendrométricos y de los índices ecológicos, se aplicó un muestreo en el predio para lo cual se realizó la estratificación por tipo de vegetación identificada en el sitio.

Los sitios fuero ubicados de manera equidistante, mediante el uso de una retícula digital, obteniéndose la coordenada de referencia para cada sitio como se indica en el plano. Los sitios se establecieron sólo para áreas que se consideraron con vegetación.

1.1.2.2. Forma y tamaño de los sitios

Para la zona de selva, las unidades de muestreo son sitios circulares de 500 m2; en ellos se midieron todos los árboles o individuos de especies que por su abundancia tuvieran más de 10 cm. de diámetro normal (DN).

Para el caso del humedal y duna costera, se realizaron cuadrantes de 10 m x 10 m para mediciones del estrato arbóreo.

Se establecieron dos subparcelas anidadas a los sitios de 500 m2 y cuadrantes de 100 m2, una para arbustivos y otra para herbáceas. Para el estrato arbustivo se levantaron sitios de forma cuadrada de 5 x 5 m tomando como origen el centro del sitio (donde se ubica la coordenada de referencia del sitio). En estos sitios se levantó la información de arbustivos con diámetros entre los 5 y 10 cm.

Para las herbáceas se procedió de igual manera, y se hicieron sitios cuadrados de 2 x 2 m en el que se levantó la información de las especies encontradas.

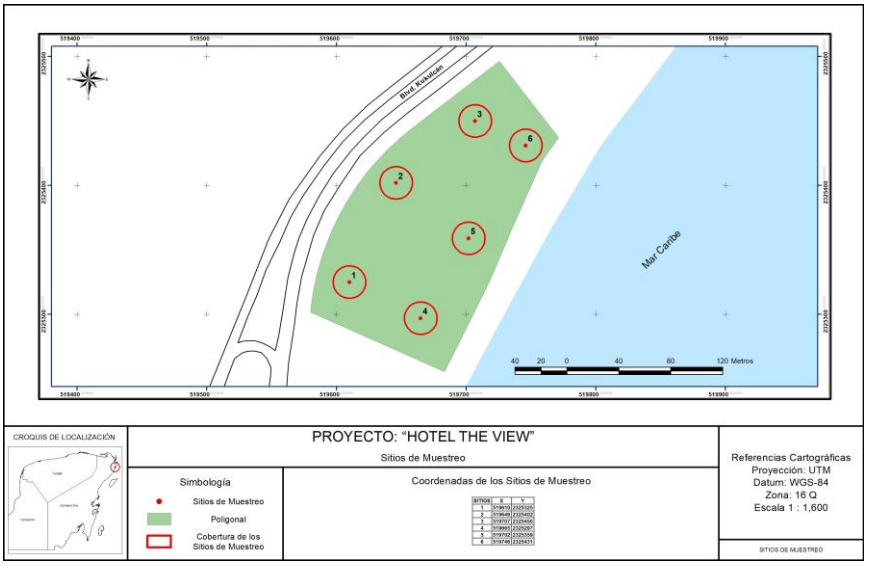
1.1.2.3. Intensidad de muestreo

En la realización del inventario forestal se llevó a cabo el levantamiento de 6 sitios de muestreo con la distribución de sitios como se muestra en el cuadro siguiente. La intensidad de muestra total es de 12.18% de la cobertura total del predio.

Cuadro No. 120 Intensidad de muestreo en los diferentes tipos de vegetación en el predio.

Tipo de vegetación	Superficie total (Ha)	Superficie cobertura forestal (Ha)	Superficie de CUSTF	Sitios de muestreo	Sup. De muestra (Ha)	Intensidad de muestreo en Superficie de CUSTF (%)	Intensidad de muestreo cobertura forestal (%)	Intensidad de muestreo en cobertura forestal total del predio (%)
Vegetación de Duna Costera	2.462	2.462	1.448	6	0.30	20.71	12.18	12.18
TOTAL:	**2.462**	**2.462**	**1.448**	**6.000**	**0.015**	**20.71**	**12.18**	**12.18**

La distribución de los sitios y cuadrantes se puede identificar en el siguiente plano que identifica los sitios de la muestra de acuerdo a la cobertura de vegetación en el sitio.



Plano No. 65 Ubicación y distribución de los sitios de muestreo en el proyecto.

1.1.2.4. Parámetros considerados

Número de sitio.- Se asignaron números consecutivos a cada sitio. Este número se anotó en una cinta fluorescente colocada en una rama verde del árbol más cercano al centro del sitio.

Marcado de árbol muestreado.- A partir del centro de la línea y considerando el azimut 0º comenzando siempre a la derecha, se marcó todos y cada uno de los árboles conforme a la ubicación de la base del fuste, con respecto al radio de la circunferencia del sitio.

Especie. - Se anotó el nombre común y/o científico para cada uno de los árboles localizados.

Código de la especie. - Con base en una lista previamente establecida, se asignaron números para cada una de las especies, conforme a una lista elaborada a partir de los nombres comunes más conocidos.

Diámetro.- Se midió el diámetro a 1.30 m a la altura del árbol, lo que se conoce comúnmente como diámetro normal (DN) o diámetro a la altura del pecho (DAP), utilizando para ello una cinta diamétrica. Para especies con estatus que no dieron la talla para medir DN se midió el diámetro basal.

Altura.- Se midió la altura total y la altura del fuste comercial, utilizando una regla telescópica.

Sanidad.- El estado fitosanitario del arbolado se determinó a simple vista, considerando tres categorías dependiendo de la severidad del daño. De esta manera, se calificó con "1" a los individuos sanos; con "2" a los árboles con algún daño físico aparente (descopados, sámagos, huecos, etc.). Se calificó con "3" a los individuos con presencia de daños físicos severos.

Forma.- La forma del fuste se expresa numéricamente en tres categorías: con "1" para aquellos individuos con fuste recto, cilíndrico, libre de torceduras, curvaturas o nudos; con "2" a aquellos individuos cuyo fuste es ligeramente irregular, ovoide o tablado; y con "3" a aquellos individuos que presenten fustes con torceduras, curvaturas y/o nudos muy pronunciados.

Observaciones.- Se incluyen, además, algunos otros registros relacionados con el sitio en general, ubicación geográfica, condiciones generales del terreno, etc.

1.1.2.5. Procesamiento de la información

El procesamiento de los datos se realizó con el programa SELVA desarrollado por personal del INIFAP y otros análisis y gráficos se apoyaron en la hoja de cálculo EXCEL. Los resultados se presentan en forma tabulada en los anexos, con base en un intervalo de confianza del 95%. La información se presenta por medio de tablas generadas a partir de un conjunto de opciones de variables relacionadas con el número de árboles, área basal, clases diamétricas, clases silvícolas, volumen de fuste limpio, y volumen total.

1.1.2.6. Estimaciones realizadas

El cálculo del número de árboles, el área basal, y el volumen, se expresan por hectárea y por la totalidad de la superficie inventariada. Para el primer caso, se obtiene el promedio de la suma de los valores encontrados en los sitios y se relaciona con la superficie de todas las parcelas de muestreo. Los valores para el área total se calculan a partir del valor por hectárea, multiplicado por la superficie del área inventariada.

- Volumen total árbol

El volumen total árbol se calcula a partir de fórmulas preestablecidas por el propio software del programa SELVA 4.0. Las fórmulas empleadas en este programa fueron obtenidas a través de modelos de regresión para especies tropicales de la Península de Yucatán.

1.1.3. Caracterizando la vegetación.

El análisis de los principales parámetros florísticos y dendrométricos se llevaron a cabo tomando en cuenta los resultados de los sitios de muestreo realizados en el predio. A partir de dicha información se han estimado diversos parámetros y estimadores que describen la condición de la vegetación en su composición y estructura considerando los estratos principales para ambos tipos de coberturas encontradas en el sitio y que corresponde al arbóreo, arbustivo y herbáceo.

Las determinaciones de las características ecológicas de estas asociaciones vegetales se cuantificaron considerando su diversidad e importancia ecológica mediante los siguientes parámetros tanto para la riqueza específica como para la estructura de la asociación vegetal, para lo cual se usaron los programas PAST y EstimateS que permiten realizar este tipo de procesamientos.

1.1.3.1. Indicadores de Diversidad.

- **Índice de Riqueza de especies (S)**

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas.

(S) es el número total de especies obtenido por un censo o muestreo de la comunidad.

- **Curva de acumulación**

En esta condición se identifica las especies nuevas que pueden incorporarse a medida que se incorporan más sitios de muestreo; de tal manera que al graficar las especies acumuladas la curva se vuelve asintótica. Hay varios modelos predictivos, sin embargo, para el caso de este estudio sólo se mostrarán los gráficos acumulativos en cada estrato con el objeto de determinar si el esfuerzo de muestreo en los diferentes estratos fue suficiente y las especies del sitio están siendo representadas en la mayor proporción posible.

1.1.3.2. Indicadores de Estructura

- **Índice de Simpson (IS):**

Este parámetro es un indicador que manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como 1-ג.

$$\text{Índice de Simpson} = 1 - \Sigma pi2$$

Donde p = a la proporción de individuos encontrados en la i ésima especie estimado por n/N, n = número de individuos de las i esima especie, N = número total de individuos.

- **Índice de equidad**

Índice de equidad de Shannon-Wiener

La equidad se ha calculado de acuerdo al índice de Shannon Wiener que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre 0 cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

$$H' = -\Sigma \rho i \ln pi$$

Adicionalmente se estimaron parámetros específicos como se indican a continuación:

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia de la Especie X}}{\text{Dominancia de todas las especies}} \text{ X 100}$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia de la Especie X}}{\text{Frecuencia de todas las especies}} \text{ X 100}$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad de la Especie X}}{\text{Densidad de todas las especies}} \text{ X 100}$$

Valor de Importancia (VI) o Valor de Importancia Relativa (VIR)

La suma de las tres medidas relativas mencionadas arriba y calculadas para cada especie constituye un índice denominado el Valor de Importancia (VIi) VIi = DRi + Fri + CRi. El valor de VI puede fluctuar de 0 a 3.00 (o 300%). Al dividir el VI por 3, se obtiene una cifra que fluctúa de 0 a 1.00 (o 100%). Este valor se conoce como el porcentaje de importancia. El valor de importancia, o el porcentaje de importancia, provee un estimado global de la importancia de una especie en una comunidad determinada.

VIR= Dominancia relativa + Frecuencia relativa + Densidad relativa

1.2. Descripción de la cobertura de vegetación en el predio

1.2.1.1. Vegetación de duna costera.

A continuación, se muestran imágenes de la cobertura de duna costera, que cuenta con una superficie de 2.462 hectáreas y que corresponde al 100.00% del predio.



Ilustración No. 1 Condiciones generales de duna costera

1.2.1.1.1. Especies y familias botánicas (Índice de riqueza de especies) en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO.

Se registran en este inventario la presencia de 13 familias botánicas con 16 especies que se encuentran distribuidas en 9, 10 y 6 especies para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, respectivamente. Se identificó que 3 especie está registrada en los tres estratos, a saber, ***Sideroxylon americanum, Bursera simaruba y Metopium browneii***.

Las sapotáceas es la familia más relevante al aportar 3 especies y un 18.75% del total. El resto de las familias contribuyen con una especie. Las arecáceas aportan 2 especies y un 12.50%. ambas familias contribuyen con el 37.50% del total.

Familia	Especie	%
SAPOTACEAE	3	18.75
ARECACEAE	2	12.50
ACANTHACEAE	1	6.25
ANACARDICACEAE	1	6.25
APOCYNACEAE	1	6.25
BORAGINACEAE	1	6.25
BURSERACEAE	1	6.25
LEGUMINOSAE	1	6.25
NYCTAGINACEAE	1	6.25
POLYGONACEAE	1	6.25
PRIMULACEAE	1	6.25
RHAMNACEAE	1	6.25
XIMENIACEAE	1	6.25
TOTAL:	16	100

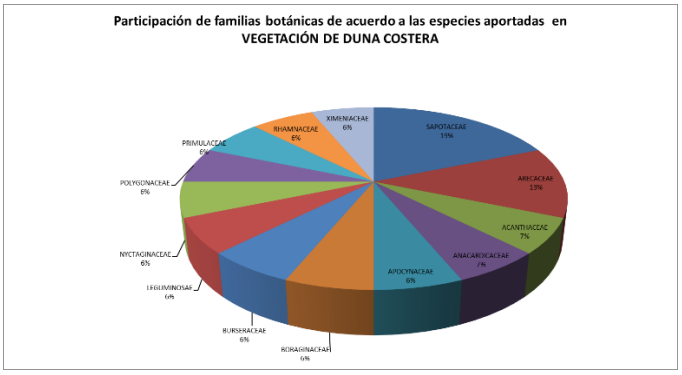


Figura No. 28. Participación de las familias botánicas presentes en el predio en función de la cantidad de especies representadas en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO.

Las especies con sus respectivas familias a las que pertenecen se indican a continuación, así como el estrato en las cuales fueron registradas durante el muestreo.

Cuadro No. 121 Especies y familias botánicas registradas en el inventario forestal en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO.

No.	N. COMUN	N. CIENTIFICO	FAMILIA	ESTRATO ARBOREO	ESTRATO ARBUSTIVO	ESTRATO HERBÁCEO
1	Akitz	***Thevetia gaumeri***	APOCYNACEAE	1	0	0
2	Bumelia	***Sideroxylon americanum***	SAPOTACEAE	1	1	1
3	Chacsikin	***Bonellia macrocarpa***	PRIMULACEAE	0	1	0
4	Chaca	***Bursera simaruba***	BURSERACEAE	1	1	1
5	Chacniche	***Colubrina greggii var. yucatanensis***	RHAMNACEAE	0	1	0
6	Chechen negro	***Metopium brownei***	ANACARDICACEAE	1	1	1
7	Chit	***Thrinax radiata***	ARECACEAE	1	1	0
8	Ciricote de playa	***Cordia sebestena***	BORAGINACEAE	1	0	0
9	Hulub	***Bravaisia berlandieriana***	ACANTHACEAE	0	0	1
10	Nakax	***Coccothrinax readii***	ARECACEAE	0	1	0
11	Napche	***Ximenia americana***	XIMENIACEAE	1	0	0
12	Pakalche	***Sideroxylon obtusifolium***	SAPOTACEAE	0	1	0
13	Yax ka'ax	***Pithecellobium keyense***	LEGUMINOSAE	0	1	0
14	Tadzi	***Neea psychotrioides***	NYCTAGINACEAE	1	0	1
15	Uva de mar	***Coccoloba uvifera***	POLYGONACEAE	0	0	1
16	Zapote	***Manilkara sapota***	SAPOTACEAE	1	1	0

Nota: 1=especie presente; 0=No presente.

Estrato arbóreo

En el estrato arbóreo se localizaron 9 especies de 8 familias botánicas , de las cuales las sapotáceas aportan 2 especies, mientras que el resto de familias tienen la misma participación en cuanto a número de especies.

FAMILIA	ESPECIE	%
SAPOTACEAE	2	22.22
ANACARDICACEAE	1	11.11
APOCYNACEAE	1	11.11
ARECACEAE	1	11.11
BORAGINACEAE	1	11.11
BURSERACEAE	1	11.11
NYCTAGINACEAE	1	11.11
XIMENIACEAE	1	11.11
TOTAL:	9	100

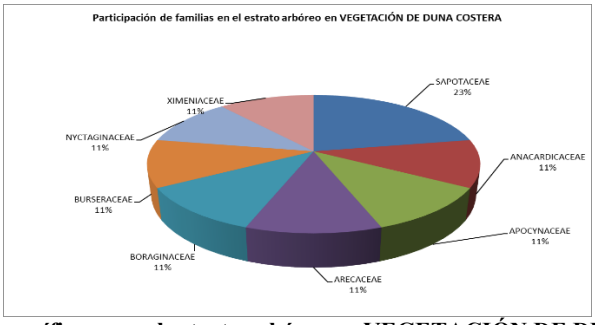


Figura No. 29. Participación por familia botánica en la riqueza específica para el estrato arbóreo en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO.

En el cuadro se identifican las especies registradas para este estrato y la familia a la que pertenecen.

Cuadro No. 122 Principales familias botánicas y especies presentes en estrato arbóreo en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO.

No.	N. COMUN	N. CIENTIFICO	FAMILIA
1	Akitz	***Thevetia gaumeri***	APOCYNACEAE
2	Bumelia	***Sideroxylon americanum***	SAPOTACEAE
3	Chaca	***Bursera simaruba***	BURSERACEAE
4	Chechen negro	***Metopium brownei***	ANACARDICACEAE
5	Chit	***Thrinax radiata***	ARECACEAE
6	Ciricote de playa	***Cordia sebestena***	BORAGINACEAE
7	Napche	***Ximenia americana***	XIMENIACEAE
8	Tadzi	***Neea psychotrioides***	NYCTAGINACEAE
9	Zapote	***Manilkara sapota***	SAPOTACEAE

Estrato arbustivo

Para el estrato arbustivo se contabilizó la presencia de 10 especies y 7 familias botánicas. Es en este estrato donde las sapotáceas aportan hasta 3 especies y donde se localizan las areacáceas con 2 especies.

FAMILIA	ESPECIE	%
SAPOTACEAE	3	30.00
ARECACEAE	2	20.00
ANACARDICACEAE	1	10.00
BURSERACEAE	1	10.00
LEGUMINOSAE	1	10.00
PRIMULACEAE	1	10.00
RHAMNACEAE	1	10.00
TOTAL:	**10**	**100**

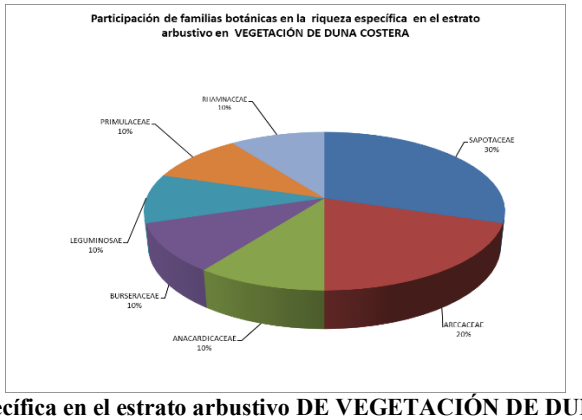


Figura No. 30. Participación por familia botánica en la riqueza específica en el estrato arbustivo DE VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO.

En el cuadro se pueden identificar las especies registradas para el estrato arbustivo y las familias botánicas a las cuales pertenecen.

Cuadro No. 123. Principales familias botánicas y especies presentes en estrato arbustivo DE VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO.

No.	N. COMUN	N. CIENTIFICO	FAMILIA
1	Bumelia	***Sideroxylon americanum***	SAPOTACEAE
2	Chacsikin	***Bonellia macrocarpa***	PRIMULACEAE
3	Chaca	***Bursera simaruba***	BURSERACEAE
4	Chacniche	***Colubrina greggii var. yucatanensis***	RHAMNACEAE
5	Chechen negro	***Metopium brownei***	ANACARDICACEAE
6	Chit	***Thrinax radiata***	ARECACEAE
7	Nakax	***Coccothrinax readii***	ARECACEAE
8	Pakalche	***Sideroxylon obtusifolium***	SAPOTACEAE
9	Yax ka'ax	***Pithecellobium keyense***	LEGUMINOSAE

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo se han identificado 6 especies pertenecientes a 7 familias botánicas.

FAMILIA	ESPECIE	%
ACANTHACEAE	1	16.67
ANACARDICACEAE	1	16.67
BURSERACEAE	1	16.67
NYCTAGINACEAE	1	16.67
POLYGONACEAE	1	16.67
SAPOTACEAE	1	16.67
TOTAL:	**6**	**100**

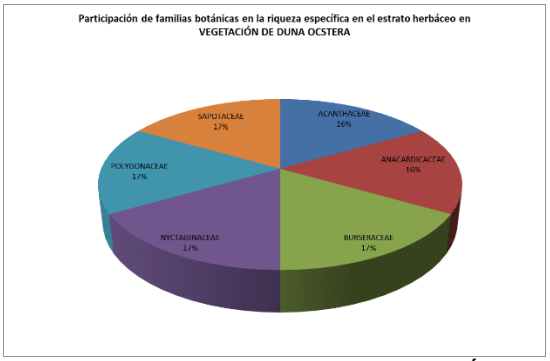


Figura No. 31. Participación de familias botánica en la riqueza específica en el estrato herbáceo DE VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO.

En el cuadro se identifican las especies y familias registradas en los sitios del predio.

Cuadro No. 124 Principales familias botánicas y especies presentes en estrato herbáceo en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO.

No.	N. COMUN	N. CIENTIFICO	FAMILIA
1	Bumelia	***Sideroxylon americanum***	SAPOTACEAE
2	Chaca	***Bursera simaruba***	BURSERACEAE
3	Chechen negro	***Metopium brownei***	ANACARDICACEAE
4	Hulub	***Bravaisia berlandieriana***	ACANTHACEAE
5	Tadzi	***Neea psychotrioides***	NYCTAGINACEAE
6	Uva de mar	***Coccoloba uvifera***	POLYGONACEAE

1.2.1.1.2. Función de acumulación de especies por sitio y estrato en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO.

Con el uso del sofware EstimateS, se realizó el análisis de los 6 sitios y se generaron los resultados de los estimadores CHAO 1, ACE, JAKNIFE 1 y BOOTSTRAP, para obtener las curvas de cumulación estimadas para la diversidad de especies en las áreas de CUSTF.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la eficiencia de la muestra varía según el estimador, pero CHAO1 y ACE reportan el 95.52% y 92.01%. De acuerdo a lo reportado por diversos autores, un esfuerzo de muestreo por arriba de 80% se considera bueno y se espera que prácticamente que todas las especies del área muestreada estén registradas.

Cuadro No. 125 Estimadores de la diversidad en el predio CUSTF vs sitios de muestra.

Sitioa	S Mean (runs)	Chao 1 Mean	ACE Mean
0	0	0	0
1	6.59	8.03	8.69
2	9.18	9.92	10.88
3	11.3	11.84	12.65
4	12.97	13.48	14.05
5	14.66	15.33	15.84
6	16	16.75	17.39
%EFICIENCIA DEL MUESTREO		**95.52**	**92.01**

Se ha realizado la generación de curvas de acumulación con los estimadores CHAO1 y ACE con el resultado que se puede observar en la siguiente figura. El análisis demuestra que esos dos estimadores están dentro de los intervalos de confianza del estimador S, por lo que se asume que la condición esperada del registro de especies es completa.

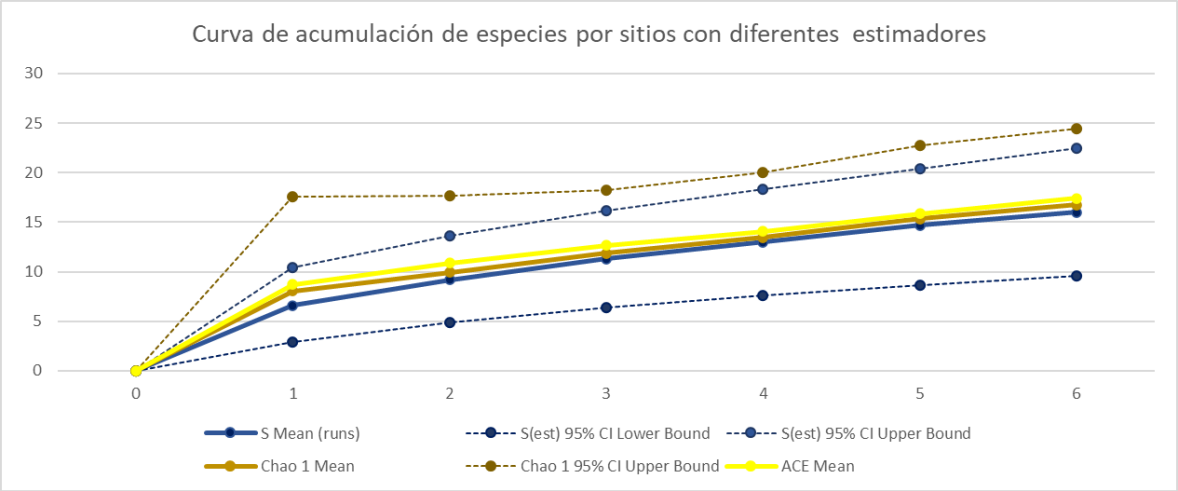


Figura No. 32 Curvas de acumulación de especies en el muestreo con los estimadores CHAO1 y ACE.

Con las curvas de rarefacción para el Total de individuos de la muestra vs las especes registradas y con el exponencial del índice de Shannon-Wiener -exp(H)-, generadas con el programa PAST, se puede observar que la asíntota alcanzada para la cantidad de especies vs el número de individuos registrados de la muestra se estabiliza entre los 100 y 150 individuos, con lo cual se puede inferir que el esfuerzo de muestreo es suficiente y representativo de la diversidad de especies en el predio CUSTF.

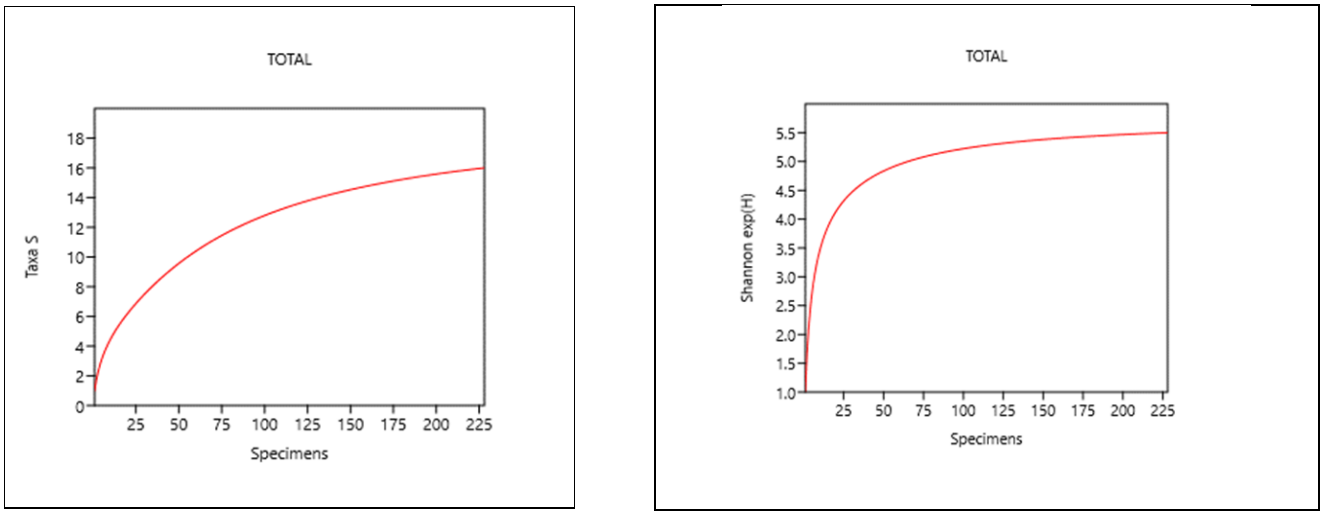


Figura No. 33 Curvas de rarefacción para el total de individuos de la muestra con la Diversidad (S) y el Exponencial del índice de Shannon.

1.2.1.1.3. Índices de Riqueza específica, de Simpson y de Shannon-Wiener en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO. Diversidad Alpha.

El análisis de cada estrato se realizó en sus diferentes parámetros por lo que se presenta un resumen de ellos.

En el cuadro se hace un resumen de los índices obtenidos en cada uno de los estratos destacando que el estrato arbóreo ha mostrado los valores más bajos de los principales indicadores ecológicos analizados, en tanto que el estrato arbustivo y herbáceo reportan valores mas altos deduciendo que existe una condición de regeneración natural muy relevante y que el estrato arbóreo está en proceso de recuperación, lo cual es debido al impacto de eventos hidrometeorológicos muy severos como fueron el huracán Gilberto en 1988, el huracán Wilma en el año 2005 y varias tormentas tropicales presentadas en los años 2020 y 2021 que impactaron la zona del proyecto.

El índice de Shannon en general es bajo para los tres casos como consecuencia de la poca diversidad encontrada en el sitio.

Cuadro No. 126 Indicadores de diversidad y estructura en tres estratos de VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO.

ÍNDICES DE DIVERSIDAD ALFA	ARBÓREO	ARBUSTIVO	HERBÁCEO	EN LA MUESTRA COMPLETA
Taxa_S	9	10	6	16
Simpson_1-D	0.6701	0.7624	0.9524	0.7138
Shannon_H	1.395	1.892	2.105	1.738
Equitability_J	0.6348	0.8218	1.175	0.6268

1.2.1.1.4. Diversidad Beta. Comparación de diversidad entre muestras CUSTF vs SA

1.2.1.1.4.1. Comparación de índices de diversidad, de Simpson y de Shannon-Wiener

En el capítulo IV y en este capítulo se realizaron las estimaciones referentes a evaluar, entre otros temas, la biodiversidad en el predio y en el Sistema Ambiental, sin embargo, en el presente apartado se buscará demostrar que las condiciones de biodiversidad existentes en el predio dondese pretende implementar el CUSTF es similar a la biodiversidad encontrada y analizada en el Sistema Ambiental y con ello poder determinar el grado de afectaciones que pudiera tener el CUSTF en la biodiversidad del ecosistema afectado.

Adicionalmente y con las medidas de mitigación que se han propuesto en el proyecto, en este capítulo se hace el análisis para demostrar que la biodiversidad del ecosistema afectado por el CUSTF se mantiene en el SA y la subcuenca donde se ubica el proyecto.

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder comparar la biodiversidad entre diferentes ecosistemas o zonas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitabilidad.

En un primer proceso se pueden usar los diversos índices para los tres estratos y el análisis a nivel general que se ha realizado para las dos muestras que se están comparando.

En el caso de la diversidad ambos predios registraron la misma cantidad de especies, sin embargo, en el total para el índice de Simpson y el de Shannon-Wiener los valores son mayores en el SA. A nivel de estratos existen variaciones, sin embargo, es el SA el que mantiene una mejor condición de conservación en la estructura y en la distribución de las especies, que se reflejan en los mejores índices generales.

Cuadro No. 127 Comparación de índices de diversidad, Shannon-Wiener y Simpson para las muestras de CUSTF y SA.

ÍNDICES EN CUSTF

ÍNDICES DE DIVERSIDAD	ARBÓREO	ARBUSTIVO	HERBÁCEO	TOTAL
Taxa_S	9	10	6	16
Simpson_1-D	0.6701	0.7624	0.9524	0.7138
Shannon_H	1.395	1.892	2.105	1.738

INDICES EN SA

	ARBÓREO	ARBUSTIVO	HERBÁCEO	TOTAL
Taxa_S	11	8	8	16
Simpson_1-D	0.6944	0.8005	0.8954	0.8026
Shannon_H	1.62	1.79	2.15	2.024

1.2.1.1.4.2. Comparación de índice de Shannon de las muestras de CUSTF y SA para determinar si son estadísticamente iguales o no.

Para ahondar en el nivel de comparación se realiza el siguiente análisis.

Para probar la hipótesis nula de que las diversidades provenientes de dos muestras medidas con el índice de Shannon son iguales, se ha relizado el procedimiento metodológico propuesto por Hutchinson en 1970 (citado por Zar, 1996 y Moreno E. C. 2006) y que se resume a continuación:

La propuesta de hipótesis es planteada como sigue:

H_0: La diversidad de especies de flora es igual en el CUSTF y el SA: $H_0=H_1$
H_1: La diversidad de especies de flora en el CUSTF es diferente al SA: $H_0 = H_1$

Por lo anterior, es necesario realizar el análisis en los siguientes términos, de acuerdo a Hutcheson, 1970 1970 (citado por Zar, 1996 y Moreno E. C. 2006):

a) Obtener el índice de Diversidad Ponderado (Hp) para las dos muestras a comparar.
b) Calcular la varianza del valor del índice de diversidad ponderado de cada muestra
c) Obtener la diferencia de varianzas de ambas muestras
d) Realizar la prueba de *t*
e) Comparar valores de t y concluir

Aplicando el procedimiento se tienen los siguientes resultados:

Así las cosas, mediante el procedimiento descrito y mediante hoja de cálculo se ha obtenido la comparación de las dos muestras (la del CUSTF y la del SA).

Cuadro No. 128 Resultados del análisis comparativo del índice de Shannon-Wiener para las muestras CUSTF y SA de duna Costera.

	Hp	VAR	DVAR	t calculada (t1)	g.l	t tabla (t2)	Comparación
SA	0.87	0.00052597					
CUSTF	0.74	0.00127841					
RESULTADOS			0.04247803	3.063000274	413.21	1.6469	t1<t2

Conclusión:

Debido a que la t calculada es mayor que t de tablas, **se acepta, con un 95% de confiablidad, la hipótesis alternativa H_1 que establece que la diversidad de especies de las muestras comparadas del predio del CUSTF es diferente a la encontrada en el SA y por lo tanto se rechaza la hipótesis nula H_0 que establece que el índice de Shannon-Wienner que mide la biodiversidad de las dos muestras, son iguales y que es el SA el que mantiene una mejor condición de conservación.**

Bajo esta conclusión se establece que el ecosistema de Duna Costera encontrada en el sitio CUSTF y el SA son similares en su riqueza específica pero no iguales en su estructura y distribución, por lo que es necesadio establecer medidas para garantizar la representación de las especies una vez aplicado el CUSTF.

Una de las medidas de prevención y mitigación será mantener en el predio una cobertura del 41.19% de la superficie actual del predio. Las otras medidas se realizarán mediante el programa de rescate y reubicación de ejemplares de flora.

1.2.1.1.5. Índice de Valor de Importancia en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO.

Como este valor es un indicador de la importancia ecológica de cada especie, a continuación, se presentan dichos valores de acuerdo al estrato en que se muestreó.

Estrato arbóreo

Destaca ***Sideroxylon americanum*** como la especie relevante ya que participa con el 36.63% del IVI total de este estrato; otra especie registrada que ocupa el segundo sitio de importancia es Metopium browneii con el 25.77% seguida por ursera simaruba que aporta el 20.11%; estas tres especies contribuyen con el 82.51% del IVI del estrato.

Cuadro No. 129 Valor de Importancia de las especies en el estrato arbóreo en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO

Nombre común	Especie	IVI	% IVI
Bumelia	***Sideroxylon americanum***	109.89	36.63
Chechen negro	***Metopium brownei***	77.31	25.77
Chaca	***Bursera simaruba***	60.32	20.11
Ciricote de playa	***Cordia sebestena***	19.19	6.40

Nombre común	Especie	IVI	% IVI
Tadzi	***Neea psychotrioides***	11.27	3.76
Zapote	***Manilkara sapota***	5.64	1.88
Napche	***Ximenia americana***	5.61	1.87
Akitz	***Thevetia gaumeri***	5.40	1.80
Chit	***Thrinax radiata***	5.37	1.79
	Total general	**300.00**	**100.00**

En este sentido, se presenta el gráfico en el que se observan los parámetros que integran el IVI y que permiten identificar claramente los altos valores que motivan que las tres especies comentadas tengan el mayor IVI del estrato. Los valores altos de densidad y dominancia, así como su alta frecuencia en el predio, la colocan como las especies de mayor importancia.

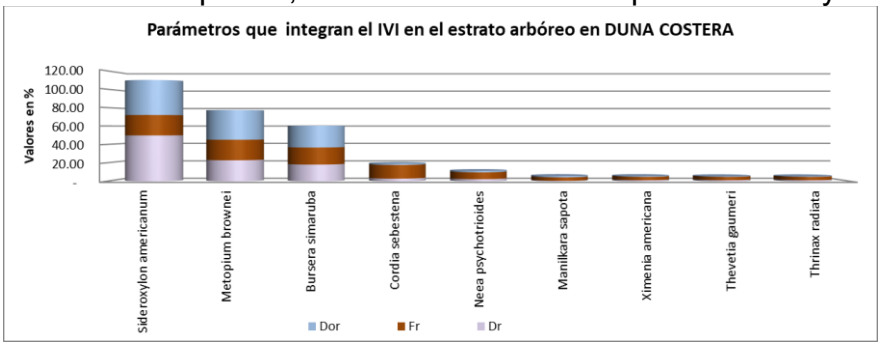


Figura No. 34. Gráfico de barras apiladas que integran al IVI en el estrato arbóreo en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO.

Estrato Arbustivo

Para este estrato las estimaciones arrojan que una especie destaca sobre el resto, aunque con menos prevalencia que lo observado en el estrato arbóreo, de tal manera que se identificó nuevamente a ***sideroxylon americanum*** como una especie dominante al alcanzar el 39.35% del IVI estimado. También en este estrato la especie ***Thrinax radiata*** está en segundo lugar de importancia con el 12.27%, seguida por ***Manilkara sapota*** con el 10.27% del IVI. Las tres especies aportan el 62.09% del IVI del estrato.

Cuadro No. 130 Valor de importancia para el estrato arbustivo en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO.

Nombre comun	Especie	IVI	% IVI
Bumelia	***Sideroxylon americanum***	118.04	39.35
Chit	***Thrinax radiata***	37.70	12.57
Zapote	***Manilkara sapota***	30.82	10.27
Pakalche	***Sideroxylon obtusifolium***	22.05	7.35
Nakax	***Coccothrinax readii***	20.16	6.72
Chaca	***Bursera simaruba***	19.77	6.59
Yax ka'ax	***Pithecellobium keyense***	18.64	6.21
Chacniche	***Colubrina greggii var. yucatanensis***	13.76	4.59
Chechen negro	***Metopium brownei***	10.17	3.39
Chacsikin	***Bonellia macrocarpa***	8.89	2.96
	Total general	**300.00**	**100.00**

Como se puede observar en el gráfico, la dominancia está privilegiado a ***Sideroxylon americanum*** y posteriormente se incorporan otras especies.

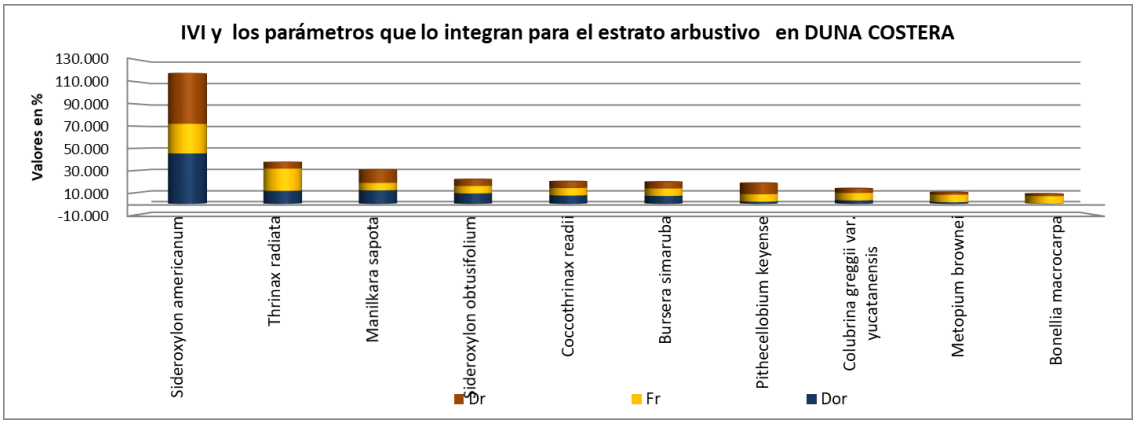


Figura No. 35. Gráfico del índice de valor de importancia para especies localizadas en el estrato arbustivo en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO.

Estrato herbáceo

Para este estrato se ha registrado la mayor cantidad de especies entre las que ha destacado como relevante ***Bravaisia tubiflora*** con el 31.78%, seguida de otras especies menos importantes como ***Bursera simaruba*** y Siderosylon americanum con el 22.44% y 115.09%, respectivamente.

En este estrato se presentan especies que frecuentemente están reportadas en estratos altos, como es el caso de ***Metopium browneii***, ***Coccoloba uvifera***, ***Neea psychotrioides*** y ***Bursera simaruba***, por lo que se infiere que existe un proceso de regeneración en este tipo de cobertura.

Cuadro No. 131 Valor de importancia para el estrato herbáceo en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO.

Nombre comun	Especie	IVI	% IVI
Hulub	Bravaisia berlandieriana	95.35	31.78
Chaca	Bursera simaruba	67.33	22.44
Bumelia	Sideroxylon americanum	45.27	15.09
Uva de mar	Coccoloba uvifera	32.75	10.92
Tadzi	Neea psychotrioides	30.07	10.02
Chechen negro	Metopium brownei	29.24	9.75
	Total general	**300.00**	**100.00**

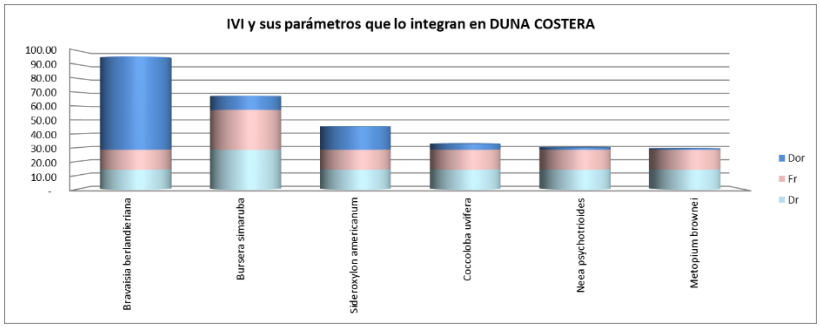


Figura No. 36. Gráfico de barras apiladas con la integración del IVI en el estrato herbáceo en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO.

1.2.1.1.6. Abundancia y densidad de arbolado en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA DEL PREDIO.

Se ha estimado que en total existen 6,820.0 individuos/Ha distribuidos en los tres estratos que integran la estructura vertical de la vegetación del predio, teniendo, como es esperado, una alta abundancia en los estratos bajos y menos individuos en el estrato arbóreo. A nivel general la especies ***Sideroxylon americanum*** es la más abundante, aportando el 32.75% de los individuos de esta cobertura en el predio; le sigue en orden de importancia ***Bursera simaruba*** con la participación del 16.67%, de tal manera que estas dos especies aportan el 49.41% de los individuos de este tipo de cobertura en el predio.

Estrato arbóreo.

Para el caso del estrato arbóreo se han contabilizado un número total de 570 individuos/Ha. La especie ***Sideroxylon americanum*** tiene una posición sobresaliente en abundancia, con el 49.70% del total del estrato, mientras que ***Metopium browneii*** aporta el 22.80% de los individuos. Tan sólo estas dos especies están participando con el 75.51% del total del estrato.

Estrato arbustivo

Para el caso de este estrato se ha estimado con el muestreo que existen alrededor de 3,333.33 individuos/ha en los que ***Sideroxylon americanum*** participa, contribuyendo como la principal especie con 1,533.3 ind/Ha que significa el 46.0% del total de individuos para este estrato. Otra especie que destaca es ***Manilkara sapota*** que alcanza una participación por el orden del 12.0% del total del estrato, por lo que las dos especies aportan el 58.0% del total de individuos del estrato.

Estrato herbáceo

El estrato herbáceo cuenta con 2,916.67 individuos/Ha de los cuales ***Bursera simaruba*** aporta 833.3 ind/Ha respectivamente, lo que corresponde a un 28.57% de los individuos del estrato aportado por esta especie.

Cuadro No. 132 Cantidad de individuos por unidad de superficie (1 hectárea) en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO.

			No. individuos/Ha				
No.		**NOMBRE COMUN**	**ARBOLES**	**ARBUSTOS**	**HERBÁCEO**	**TOTAL**	**%**
1	Akitz	***Thevetia gaumeri***	6.67	-	-	6.67	0.10
2	Bumelia	***Sideroxylon americanum***	283.33	1,533.33	416.67	2,233.33	32.75
3	Chacsikin	***Bonellia macrocarpa***	-	66.67	-	66.67	0.98
4	Chaca	***Bursera simaruba***	103.33	200.00	833.33	1,136.67	16.67
5	Chacniche	***Colubrina greggii var. yucatanensis***	-	133.33	-	133.33	1.96
6	Chechen negro	***Metopium brownei***	130.00	66.67	416.67	613.33	8.99
7	Chit	***Thrinax radiata***	6.67	200.00	-	206.67	3.03
8	Ciricote de playa	***Cordia sebestena***	16.67	-	-	16.67	0.24
9	Hulub	***Bravaisia berlandieriana***	-	-	416.67	416.67	6.11
10	Nakax	***Coccothrinax readii***	-	200.00	-	200.00	2.93
11	Napche	***Ximenia americana***	6.67	-	-	6.67	0.10
12	Pakalche	***Sideroxylon obtusifolium***	-	200.00	-	200.00	2.93
13	Yax ka'ax	***Pithecellobium keyense***	-	333.33	-	333.33	4.89
14	Tadzi	***Neea psychotrioides***	13.33	-	416.67	430.00	6.30
15	Uva de mar	***Coccoloba uvifera***	-	-	416.67	416.67	6.11
16		***Manilkara sapota***	3.33	400.00	-	403.33	5.91
			570.00	**3,333.33**	**2,916.67**	**6,820.00**	**100.00**

En el gráfico se puede apreciar a ***Sideroxylon americanum*** como la especie más abundante de todas las registradas en la muestra, resaltando que la aportación principal de individuos se ubica en el estrato arbóreo.

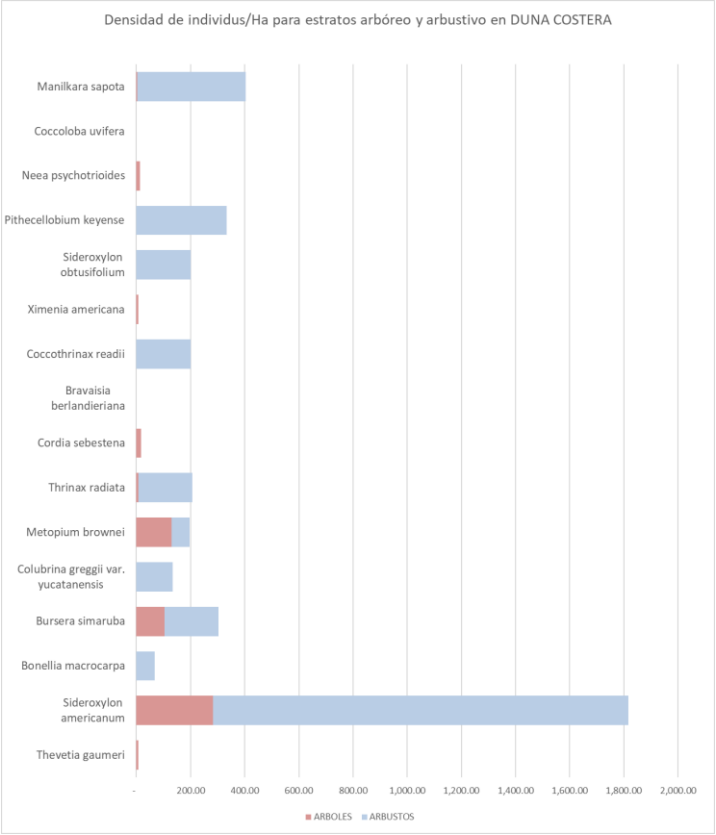


Figura No. 37. Densidad de individuos por especie para los estratos arbóreo y arbustivo en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO.

1.2.1.1.7. Diámetros en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO

Se encontró que el promedio general diamétrico de los individuos muestreados alcanzó los 12.37 cm y que se registró un diámetro máximo de 32.10 cm que correspondió a un individuo de **Bursera simaruba**.

Sólo las especies ***Metopium browneii y Bursera simaruba*** promedian el diámetro de los 15.0 cmo más.

Cuadro No. 133 Diámetros mínimos, promedio y máximos por especie en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO.

		Diámetro (cm)			
Nombre común	**Nombre cientifico**	**Minimo**	**Promedio**	**Máximo**	**Frecuencia**
Chechen negro	***Metopium brownei***	0.20	16.83	30.40	41.00
Chaca	***Bursera simaruba***	0.50	14.99	32.10	36.00
Napche	***Ximenia americana***	11.20	12.30	13.40	2.00
Bumelia	***Sideroxylon americanum***	1.00	11.75	21.80	109.00
Ciricote de playa	***Cordia sebestena***	10.00	10.90	13.30	5.00
Akitz	***Thevetia gaumeri***	10.20	10.45	10.70	2.00
Tadzi	***Neea psychotrioides***	0.30	10.02	14.20	5.00

		Diámetro (cm)			
Nombre común	**Nombre cientifico**	**Minimo**	**Promedio**	**Máximo**	**Frecuencia**
Chit	***Thrinax radiata***	7.90	9.52	10.10	5.00
Zapote	***Manilkara sapota***	4.90	8.87	23.60	7.00
Pakalche	***Sideroxylon obtusifolium***	7.80	8.20	8.90	3.00
Nakax	***Coccothrinax readii***	5.70	7.23	8.80	3.00
Chacniche	***Colubrina greggii var. yucatanensis***	3.00	5.30	7.60	2.00
Yax ka'ax	***Pithecellobium keyense***	2.50	2.90	3.40	5.00
Chacsikin	***Bonellia macrocarpa***	2.20	2.20	2.20	1.00
Hulub	***Bravaisia berlandieriana***	2.00	2.00	2.00	1.00
Uva de mar	***Coccoloba uvifera***	0.50	0.50	0.50	1.00
		10.20	**12.37**	**32.10**	**228**

En la figura se pueden apreciar las condiciones diamétricas de los individuos muestreados de acuerdo a las especies registradas; están ordenadas de acuerdo al promedio de cada una de las especies, por lo que es fácil observar que los "picos superiores" corresponden a los máximos alcanzados por los individuos registrados para cada especie en particular y, por el contrario, los "picos inversos", indican el diámetro mínimo para esa especie, de tal manera que ubicando el pico superior e inferior de la especie se identifica el rango de variación de los individuos registrados en el muestro para cada una de ellas.

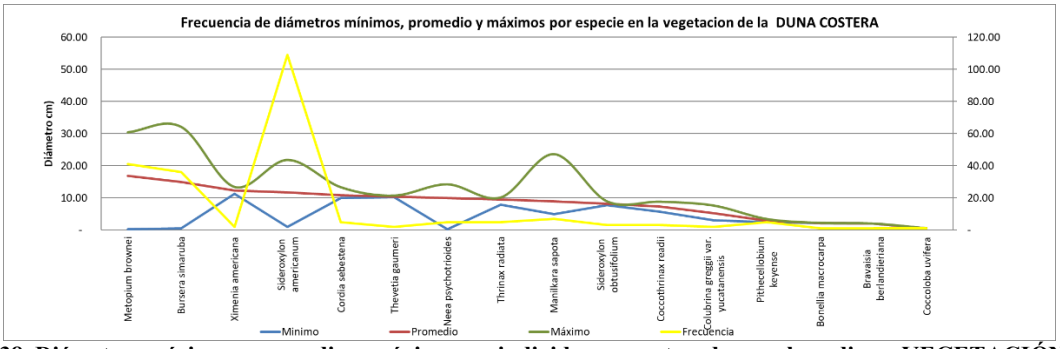


Figura No. 38. Diámetros mínimos, promedio y máximos en individuos muestreados en el predio en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO.

Como se puede observar en la figura siguiente, la distribución diamétrica en lo general sigue un patrón normal considerando que la mayor cantidad e individuos se concentran en los diámetros menores, en tanto que los individuos corpulentos serán en cantidades menores.

De los datos de la estructura diamétrica de la muestra, se infiere que hay apenas 26.67 arb/Ha con diámetros mayores a 25 cm, lo que permite inferir una densidad baja de arbolado que pudiera considerarse maduro. Se contabilizaron alrededor de 130 individuos/Ha con diámetros entre los 15 y 20 cm (3.33%) y se observa que el 94.79% de los individuos registrados en el muestreo en los estratos arbustivo y arbóreo están por debajo de los 10 cm de diámetro de tal manera que la distribución diamétrica permite inferir que la condición general de la cobertura del predio corresponde a una vegetación de duna costera (matorral costero) en proceso de recuperación como consecuencia de impactos severos de años anteriores.

Rango o categoría diamétrica (cm)	No. individuos en muestreo en los estratos arbustivo y arbóreo	No. individuos/Ha arbustivo y arbóreo	%
1 a 10	60	3,343.33	85.65
10.1 a 15	107	356.67	9.14
15.1 a 20	39	130.00	3.33
20.1 a 25	14	46.67	1.20
25.1 a 30	5	16.67	0.43
30.1 a 35	3	10.00	0.26
35.1 a 40	0	-	-
40.1 a 45	0	-	-
45.1 a 50	0	-	-
50.1 a 55	0	-	-
Total:	**228.00**	**3,903.33**	**100.00**

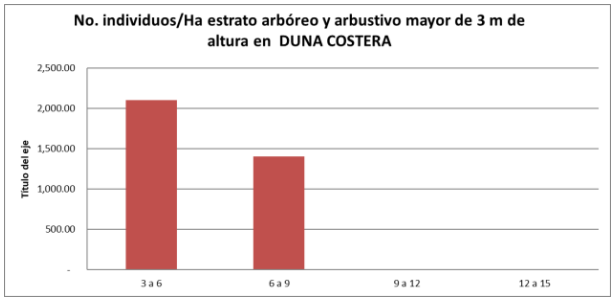


Figura No. 39. Distribución diamétrica de los individuos en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO.

1.2.1.1.8. Alturas en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO.

En este parámetro se observaron rangos que van desde los 0.30 m, que corresponden a especies herbáceas o de regeneración, hasta arbolado con altura máxima de 8.30 m que alcanzó un individuo de ***CBursera simaruba***.

La altura promedio de los individuos muestreados es de apenas 5.71 m lo cual evidencia una fuerte densidad de arbolado arbustivo de talla pequeña y pocos árboles dominando el estrato superior.

El promedio general de cada una de las especies está por debajo de los 7.15 m que alcanza la especie Thevetia gaumeri. Posteriormente le siguen especies como ***Metopium browneii*** y ***Bursera simaruba*** como las especies de mayor altura promedio.

Cuadro No. 134 Alturas mínimas, promedio y máximas de individuos localizados en el predio en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO.

		Altura (cm)			
Nombre común	**Nombre cientifico**	**Minimo**	**Promedio**	**Máximo**	**Frecuencia**
Akitz	***Thevetia gaumeri***	7.00	7.15	7.30	2.00
Chechen negro	***Metopium brownei***	0.30	6.42	7.80	41.00
Chaca	***Bursera simaruba***	0.40	6.17	8.30	36.00
Pakalche	***Sideroxylon obtusifolium***	5.70	6.13	6.40	3.00
Ciricote de playa	***Cordia sebestena***	4.50	6.02	6.50	5.00
Bumelia	***Sideroxylon americanum***	0.40	5.81	7.40	109.00
Chit	***Thrinax radiata***	4.20	5.30	6.70	5.00
Zapote	***Manilkara sapota***	2.70	5.19	7.50	7.00
Napche	***Ximenia americana***	5.00	5.10	5.20	2.00
Tadzi	***Neea psychotrioides***	0.40	4.72	6.90	5.00
Yax ka'ax	***Pithecellobium keyense***	3.10	3.66	4.40	5.00
Chacniche	***Colubrina greggii var. yucatanensis***	2.20	3.00	3.80	2.00
Chacsikin	***Bonellia macrocarpa***	2.80	2.80	2.80	1.00
Nakax	***Coccothrinax readii***	2.40	2.63	3.00	3.00

		Altura (cm)			
Nombre común	**Nombre cientifico**	**Minimo**	**Promedio**	**Máximo**	**Frecuencia**
Hulub	***Bravaisia berlandieriana***	0.80	0.80	0.80	1.00
Uva de mar	***Coccoloba uvifera***	0.30	0.30	0.30	1.00
		0.30	**5.71**	**8.30**	**228**

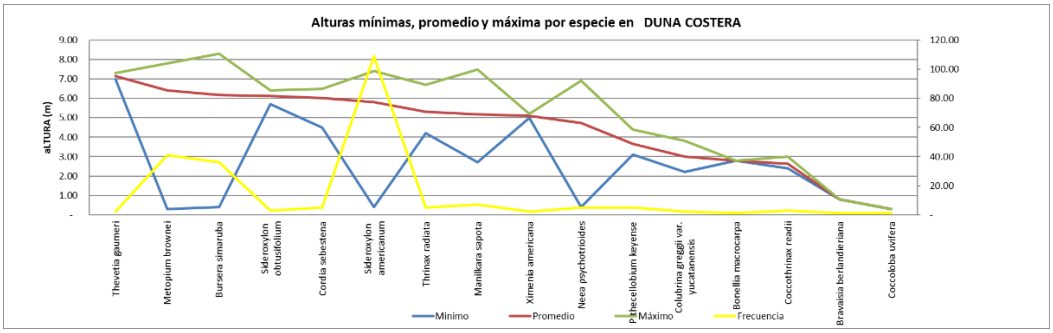


Figura No. 40. Alturas mínimas, promedio y máximas para individuos localizados en el predio en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO.

De acuerdo a la distribución en altura que prevalece en los individuos del predio para los estratos arbóreo y arbustivo se identifica que el 64.13%94.85% de los individuos está por debajo de los 6 m de altura y que la densidad de individuos para las categorías de 3 a 6 m aporta un 53.89% de total. Sólo un poco más de un tercio (35.87%) de los individuos de la muestra están entre los 6 y 9 m de altura.

Rango o categoría altura (m)	No. individuos en muestreo en estratos arbóreo y arbustivo	No. individuos/Ha para estratos arbóreo y arbustivo	%
< 3	6	400.00	10.25
3 a 6	80	2,103.33	53.89
6 a 9	135	1,400.00	35.87
9 a 12	0	-	-
12 a 15	0	-	-
Total:	**221.00**	**3,903.33**	**100.00**

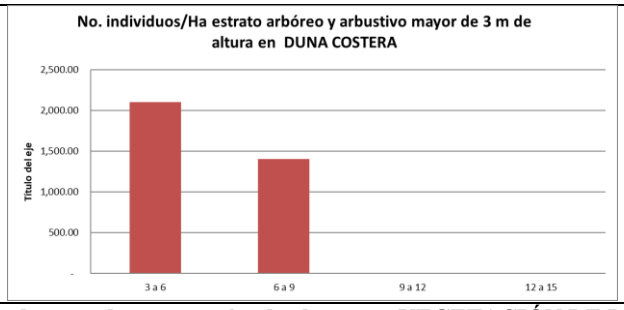


Figura No. 41. Distribución de los individuos muestreados de acuerdo a categorías de alturas en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO.

1.2.1.1.9. Área basal en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO.

Con el muestreo realizado se ha podido estimar que existen 22.123 m2/Ha. Al desagregar la aportación por estrato, se tiene que el arbolado aporta 10.822 m2/Ha es decir el 48.92% del área basal estimada por unidad de superficie, en tanto el arbustivo participa con 11.301 m2/Ha (51.08%) como un reflejo de la dominancia del estrato arbustivo y la baja presencia de individuos en el estrato arbóreo.

La dominancia de ***Sideroxylon americanum*** es importante, ya que aporta el 41.75% del total en esta cobertura. Le siguen en orden de importancia, ***Metopium browneii y Bursera simaruba***, con el 16.56% y 15.21%, respectivamente, por lo que estas tres especies contribuyen con el 73.51% del área basal estimada en este tipo de vegetación.

Cuadro No. 135 Área basal por hectárea y por estrato estimada para el predio en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO.

		AB/Ha (m2)			
NOMBRE	**ESPECIE**	**ARBOREO**	**ARBUSTIVO**	**TOTAL**	**%**
Bumelia	***Sideroxylon americanum***	4.108	5.128	9.236	41.75
Chechen negro	***Metopium brownei***	3.493	0.170	3.663	16.56
Chaca	***Bursera simaruba***	2.562	0.802	3.364	15.21
Zapote	***Manilkara sapota***	0.146	1.374	1.520	6.87
Chit	***Thrinax radiata***	0.053	1.322	1.376	6.22
Pakalche	***Sideroxylon obtusifolium***	-	1.060	1.060	4.79
Nakax	***Coccothrinax readii***	-	0.847	0.847	3.83
Chacniche	***Colubrina greggii var. yucatanensis***	-	0.350	0.350	1.58
Yax ka'ax	***Pithecellobium keyense***	-	0.223	0.223	1.01
Tadzi	***Neea psychotrioides***	0.165	-	0.165	0.74
Ciricote de playa	***Cordia sebestena***	0.157	-	0.157	0.71
Napche	***Ximenia americana***	0.080	-	0.080	0.36
Akitz	***Thevetia gaumeri***	0.057	-	0.057	0.26
Chacsikin	***Bonellia macrocarpa***	-	0.025	0.025	0.11
Hulub	***Bravaisia berlandieriana***	-	-	-	-
Uva de mar	***Coccoloba uvifera***	-	-	-	-
		10.82	**11.30**	**22.123**	**100.00**

En la figura se muestra la clara dominancia de ***Sideroxylon americanum*** y su aportación al área basal en el estrato arbóreo y arbustivo respectivamente. Debido a que es un gráfico de barras apiladas estratificada, se pueden observar las aportaciones que se tiene por cada especie y por cada uno de los estratos.

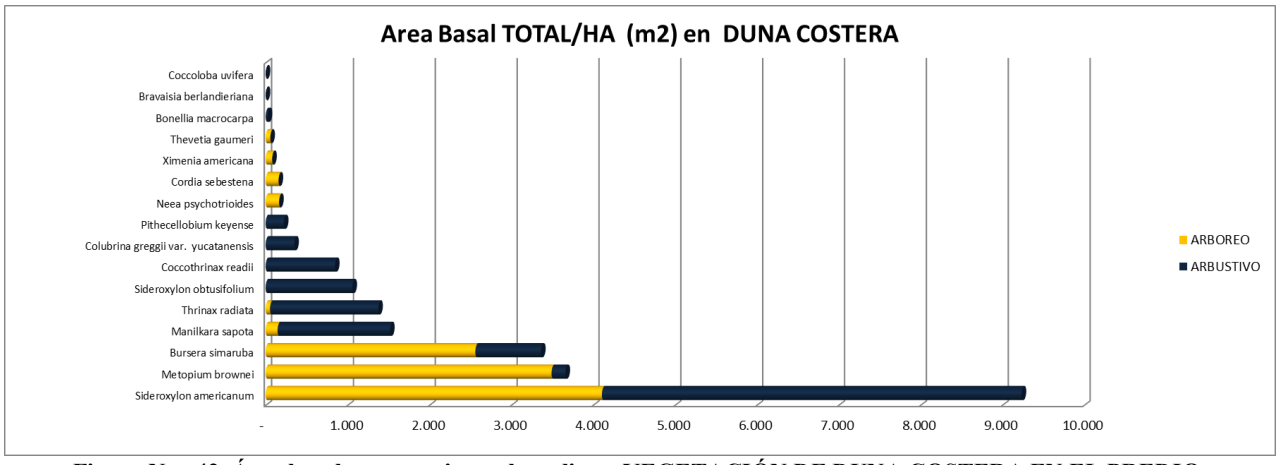


Figura No. 42. Área basal por especie en el predio en VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL PREDIO.

1.2.1.1.10. . Especies forestales con estatus.

Para el caso del predio se detectó a la especie ***Thrinax radiata y Coccothrinax readii*** en la zona del predio en la vegetación de duna costera, de acuerdo al listado en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Para garantizar su conservación se prevé reducir el impacto en ***Thrinax radiata*** y ***Coccothrinax readiiy*** para lo cual se habrá de realizar el rescate de los individuos que se localicen sobre las áreas de cambio de uso del suelo, tal y como lo prevé el Programa de Rescate de Flora anexo a este estudio. **En el caso de las especies de mangles dispersos ubicados en la ZOFEMAT, fuera del predio, el proyecto no afectará, no podará, ni removerá ninguno de ellos, puesto que no están dentro de las áreas propuestas por las obras del proyecto, evitando con ello, afectaciones directas a individuos de estas especies**.

1.2.1.1.11. Propuesta de rescate de flora

Para tener una claridad de las especies y cantidades que han de rescaterse para mantener el equilibrio en la estructura y densidad de especies una vez aplicado el CUSTF, se hace el siguiente análisis, sin menoscabo del desarrollo más ampliado en el Programa de Rescate y Reubicación de flora silvestre que se anexa al presente estudio. Como ya se ha indicado en este estudio, las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 serán sujetas de rescate independientemente de su densidad.

1.2.1.1.11.1. Identificación de especies compartidas CUSTF y SA y especies ausentes en SA

Se ha obtenido una comparación para identificar especies que están compartidas tanto en el CUSTF como en el SA. También este análisis permite identificar aquellas especies que están en el CUSTF pero no en el SA, por lo que son de especial atención, aun cunado se deje un 41.19% de la superficie de la cobertura de duna costera en el predio.

Cuadro No. 136 Densidad de individuos por especie, en CUSTF y SA

No	Nombre	CUSTF	SA	Total general	Sumar diferencia a rescatar/faltante
1	Akitz	6.67	8.89	15.56	2.22
2	Bumelia	2,233.33	1,340.00	3,573.33	893.33
3	Chaca	1,136.67	17.78	1,154.44	1,118.89
4	Chacniche	133.33		133.33	133.33
5	Chacsikin	66.67		66.67	66.67
6	Chechen negro	613.33	1,131.11	1,744.44	517.78
7	Chicozapote	403.33	4.44	407.78	398.89
8	Chilibsuk		277.78	277.78	277.78
9	Chit	206.67	1,526.67	1,733.33	1,320.00
10	Ciricote de playa	16.67	280.00	296.67	263.33
11	Coco		20.00	20.00	20.00

No	Nombre	CUSTF	SA	Total general	Sumar diferencia a rescatar/faltante
12	Hulub	416.67		416.67	416.67
13	Lirio de playa		833.33	833.33	833.33
14	Nakax	200.00		200.00	200.00
15	Napche	6.67		6.67	6.67
16	Pakalche	200.00		200.00	200.00
18	Sac niche		1,773.33	1,773.33	1,773.33
19	Sak loob che		88.89	88.89	88.89
20	Saladillo		277.78	277.78	277.78
21	Tadzi	430.00		430.00	430.00
22	Uva de Mar	416.67	73.33	490.00	343.33
23	Yaax kaax	333.33	2,211.11	2,211.11	1,877.78
24	Yaiti		140.00	140.00	140.00

1.2.1.1.11.2. Propuesta de especies de flora para rescate

Del cuadro anterior se desprenden tres criterios de decisión para el rescate.

a) Especies presentes en SA y ausentes en CUSTF

Estas especies están únicamente en el SA por lo que no serán encontradas en el sitio de CUSTF. No se requiere de rescate, pues no están registradas en las áreas muestreadas de CUSTF y la diversidad está representada sólo en el SA, por lo que no tienen afectaciones en su estructura, distribución ni densidad.

Cuadro No. 137 Especies presentes en SA y ausentes en CUSTF

Especies	CUSTF	SA
Chilibsuk		1
Coco		1
Lirio de playa		1
Sac niche		1
Sak loob che		1
Saladillo		1
Yaiti		1

b) Especies presentes en CUSTF, pero ausentes en SA

Estas especies fueron resgistradas en las áreas CUSTF pero no en el SA por lo que se deberá rescatar en la cantidad estimada para la densidad calculada para CUSTF.

Cuadro No. 138 Especies presentes en CUSTF y ausentes en el SA

Especies	CUSTF	SA
Chacniche	1	
Chacsikin	1	
Hulub	1	
Nakax	1	
Napche	1	
Pakalche	1	
Tadzi	1	

Se propone la acción de mitigación consistente en realizar un programa de rescate y reubicación de aquellas especies que se han registrado para el sitio del CUSTF pero que no fueron reportadas en el SA (7 especies), de tal manera de que se pueda tener la certeza de que se estarán rescatando 2,104.43 individuos de las 7 diferentes especies que podrían afectarse por los trabajos de CUSTF, aun cuando se dejan y mantienen áreas de conservación con esas especies in situ dentro polígono del proyecto. Adicionalmente a lo anterior, se propone hacer rescate de otras 4 especies que aunque se registraron en el CUSTF y el SA, existe una densidad mayor en el sitio CUSTF, por lo que para compensar dicho déficit y mantener la misma densidad, se propone el rescate de esas especies por 3,988.4 y con ello se alcanza un total de 6,093 ejemplares para el rescate.

Así las cosas, se propone el rescate de 11 especies con un total de 6,093 ejemplares en los polígonos del CUSTF que se ha propuesto. Adicionalmente a estas especies, se consideran rescatables todos los individuos de las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 adicionales a las ya identificadas y que sean localizadas en las zonas de CUSTF y que puedan resultar afectadas por las obras propuestas.

En los cuadros siguientes se enlistan las especies y número de individuos susceptibles a rescatar; esta se ha elaborado en base al inventario forestal realizado dentro del predio del Proyecto Hotel The View y los análisis comparativos con los registros de inventarios del SA que sirvieron de comparación para el análisis y que se detallan en el DTU-B del proyecto.

Cuadro No. 139 Cantidad de ejemplares a rescatar de especies presentes en CUSTF y ausentes en el SA

Nombre	Cantidad a rescate por CUSTF EN 1.448 HA
Chacniche	**193.07**
Chacsikin	**96.53**
Hulub	**603.33**
Nakax	**289.60**
Napche	**9.65**
Pakalche	**289.60**
Tadzi	**622.64**
TOTAL:	**2,104.43**

A pesar de que no se han registrado en el SA algunas de las especies del CUSTF, debido a diferencias en las condiciones de conservación, a continuación, se muestran la distribución reportada por CONABIO para cada una de estas especies, con lo cual se resalta que la especie está representada en otras zonas de la cuenca y del propio SA inclusive.

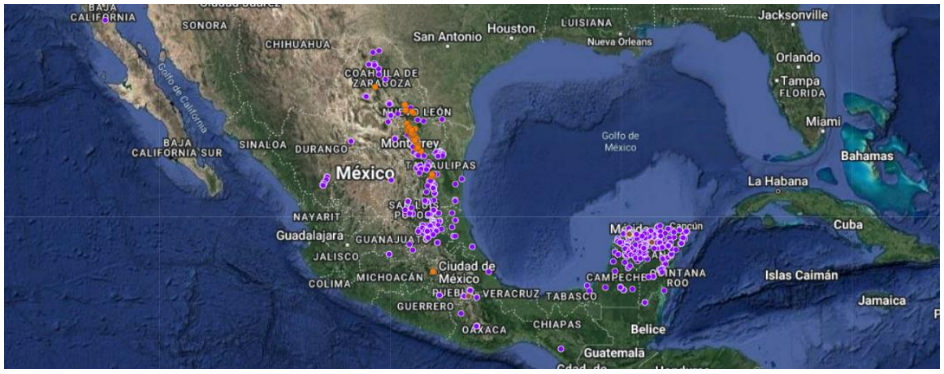


Figura No. 43 Distribución de Colubrina gregii var yucatanensis (Fuente: CONABIO-ENCICLOVIDA, 2023)



Figura No. 44 Distribución de Bonellia macrocarpa (Fuente: CONABIO-ENCICLOVIDA, 2023)

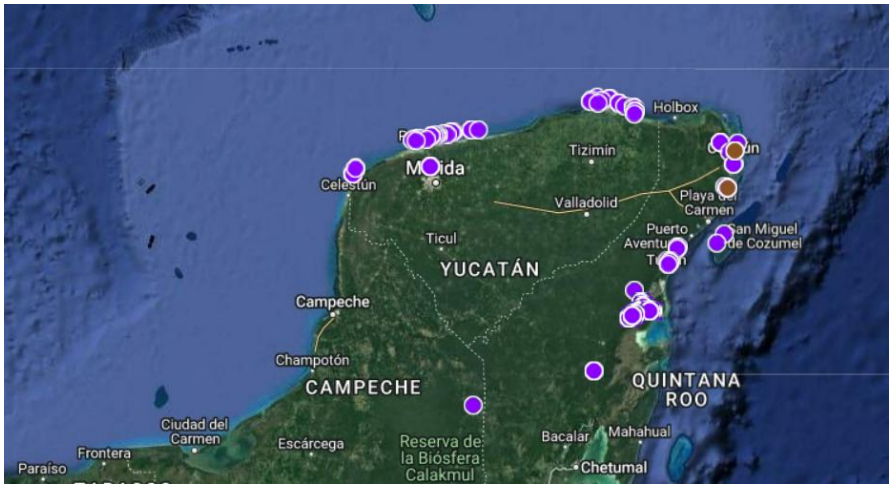


Figura No. 45 Distribución de Coccothrinax readii (Fuente: CONABIO-ENCICLOVIDA, 2023)



Figura No. 46 Distribución de Ximenia americana (Fuente: CONABIO-ENCICLOVIDA, 2023)



Figura No. 47 Distribución de Sideroxylon obtusifolium (Fuente: CONABIO-ENCICLOVIDA, 2023)



Figura No. 48 Distribución de Neea psychotrioides (Fuente: CONABIO-ENCICLOVIDA, 2023)

Estas especies serán rescatadas en la cantidad igual a la que se ha estimado en el CUSTF, para poder compensar las afectaciones en la superficie CUSTF.

c) Especies registradas en los inventarios de CUSTF y del SA

En este criterio, se identifican las especies que se localizan en los dos inventarios y a apartir de esta condición, identificar entonces la cantidad de ejemplares a rescatar de aquellas especies que tengan un déficit en la densidad calculada, de tal manera que sólo se rescatarán la cantidad de ejemplares faltantes de las especies que tienen una menor densidad en el SA con respecto al CUSTF.

Cuadro No. 140 Especies presentes en CUSTF y SA

Especies	CUSTF	SA
Akitz	1	1
Bumelia	1	1
Chaca	1	1
Chechen negro	1	1
Chicozapote	1	1
Chit	1	1
Ciricote de playa	1	1
Uva de Mar	1	1
Yaax kaax	1	1

De estas especies, la que tienen saldo negativo en la densidad del SA con respecto al CUSTF son las siguientes, por lo que se propone el rescate correspondiente de 3,988.44 ejemplares.

Cuadro No. 141 Cantidad de ejemplares a rescatar de especies presentes en CUSTF y déficit en el SA del proyecto Hotel The View

Nombre	Cantidad a rescate por DÉFICIE EN EL SA versus CUSTF
Bumelia	**1,293.55**
Chaca	**1,620.15**
Chicozapote	**577.59**
Uva de Mar	**497.15**
TOTAL:	**3,988.44**

1.3. Conclusiones respecto al cumplimiento del supuesto de que la BIODIVERSIDAD SE MANTIENE EN LOS ECOSISTEMAS AFECTADOS POR EL CUSTF.

A partir de la información vertida en los análisis de muestreo de flora para el tipo de cobertura de vegetación de duna costera (matorral costero) realizado en el predio del CUSTF así como en la zona del SA donde se ubica el predio, y también de los resultados de los trabajos de campo para fauna silvestre, también en el SA y en el predio CUSTF, se puede concluir que la biodiversidad no tiene riesgos y que ésta se mantendrá en su diversidad y estructura.

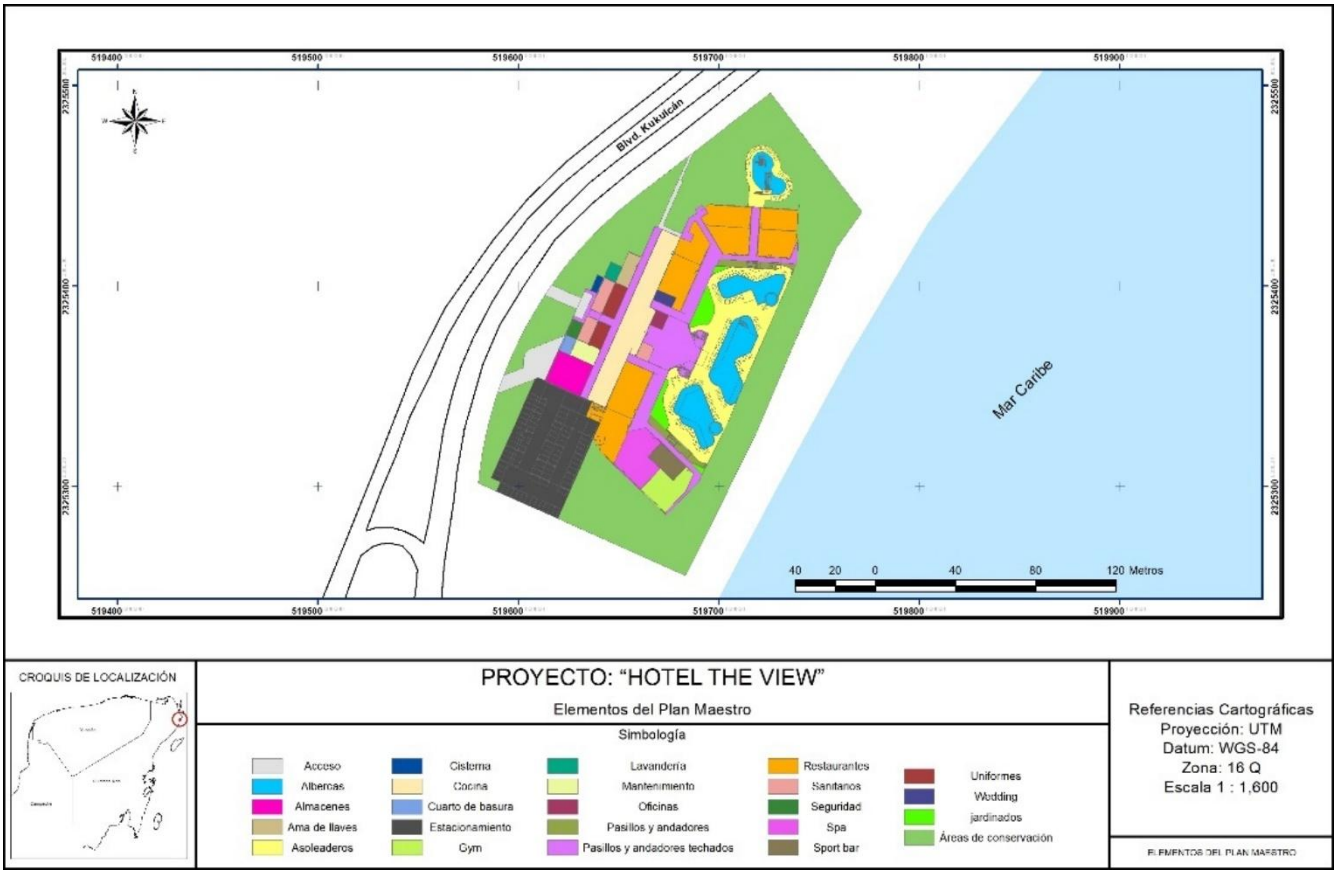
Se considera necesario destacar que se prevén medidas de mitigación entre las que se pueden destacar la implementación de los programas de rescate y reubicación de flora, así como del programa de rescate y reubicación de fauna silvestre.

Es necesario destacar que se mantiene *in situ* una porción importante de la cobertura vegetal nativa actual, esto es que, en lo referente a la cobertura de la vegetación de duna costera se mantendrá en conservación el 41.19% de dicha cobertura.

En lo que respecta a la modificación de la estructura o pérdida de la Biodiversidad, esta puede determinarse como de bajo impacto en vista de que no obstante de que se removerá la vegetación en el sitio del proyecto, ésta significará un 58.81% de la vegetación nativa que actualmente tiene el predio, por lo que se mantiene el 41.19% de la superficie del predio con vegetación nativa actual.

Considerando todo lo anterior es que se plantea que la afectación de este servicio ambiental, por la implementación del proyecto no sufrirá grandes cambios y no se considera se ponga en riesgo la biodiversidad dentro de de los ecosistemas de duna costera del SA ya que el impacto en esta zona en la cobertura del predio es apenas del 0.13% de la cobertura forestal del SA, minetras que el CUSTF, implica la afectación del 0.08% en de la cobertura natural del SA y del 4.31% con respecto a la cobertura de duna costera identificada en el SA.

En el caso de la cuenca del SA a que pertenece el predio, el impacto será de apenas 0.00011% de la subcuenca que abarca 1.46 millones de hectáreas, mientras que, comparando con la vegetación de duna costera de la subcuenca, el CUSTF afectará un 0.044% de este tipo de cobertura forestal, por lo que el impacto es de carácter puntual.



Plano No. 66 Plano del plan maestro y las áreas de conservación del proyecto.

Por lo anterior el impacto puede considerarse como puntual y mitigable. Adicional a ello es pertinente indicar que las especies enlistadas en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2*010 como es* ***Thrinax radiata y Coccothrinax readii,*** así como otras especies de carácter relevante se rescatarán y reubicarán dentro de las áreas verdes del proyecto, permitiendo la preservación del germoplasma de esas especies (Ver programa de rescate de flora)

Se ratifica que los ecosistemas locales dentro del sitio del proyecto no tendrán repercusiones severas, permitiendo que se mantengan los corredores biológicos y sitios de refugio de fauna sin que perturbe sus poblaciones actuales una vez que el proyecto esté en operación y la fauna retorne o siga transitando en las áreas del predio.

Conclusiones

A manera de conclusión general respecto a la comparación entre el sitio del proyecto y el sitio del SA se puede establecer que en ambos casos se tiene una cobertura vegetal de duna costera, y que ha resultado en mejores condiciones de diversidad el SA con respecto a lo encontrado en el muestreo del CUSTF.

Con las medidas de mitigación propuestas por el proyecto se pretende acotar el impacto negativo que el proyecto pudiera tener sobre la biodiversidad de la vegetación de duna costera en el Sa del proyecto y del estado.

Como se ha evidenciado, las condiciones del SA en cuanto a la flora son muy parecidas, derivado particularmente de corresponder a un mismo tipo de vegetación (vegetación de duna costera) y que las diferencias existentes prevalecen por las condiciones de desarrollo de la vegetación en cada caso y por los diversos niveles de presión que existen en el SA y en el predio.

Respecto a la fauna silvestre, ha resultado evidente que las especies representadas por los diferentes grupos faunísticos tanto en la zona del CUSTF como en el SA tienen una condición similar, ya que los ecosistemas que habitan son acotadosa a la zona costera y humedales cercanos, con lo cual, su biodiversidad está condicionada a la distribución de dichos ecosistemas.

Las medidas de mitigación como es el programa de rescate y reubicación, así como la posibilidad de mantener una cobertura de vegetación nativa de los distintos ecosistemas que actualmente existen en el predio del proyecto, asegura que las condiciones para que la fauna pueda mantenerse presente sin cambios sustanciales en su distribución actual aun con el CUSTF ejecutado.

Adicionalmente se prevén medidas que permitirán reducir el impacto como las siguientes:

- El proyecto mantiene una cobertura del 41.19% con vegetación natural actual.
- Se implementará un programa de rescate de flora y reubicación de ejemplares rescatados.
- Se implementará un programa de rescate y reubicación de fauna.

Otra consideración adicional es que, en caso de que se autorice el proyecto, se prevé se cuente con un pago de compensación ambiental que la Federación aplicará para restaurar ecosistemas similares como aquellos que el proyecto pretende aprovechar.

Así las cosas, se puede concluir que el proyecto mantiene la biodiversidad de los ecosistemas afectados por el CUSTF, cumpliendo así con lo estipulado en el supuesto del artículo 93 de la Ley general de Desarrollo Forestal Sustentable, que establece que se debe mantener la biodiversidad de los ecosistemas afectados por el CUSTF.

1.4. Se mitigan los efectos negativos del CUSTF por la erosión del suelo.

En la degradación de suelos se reconocen dos procesos:

3) El que implica el desplazamiento del material del suelo, que tiene como agente causal a la erosión hídrica y la eólica y,
4) El que se refleja en un detrimento de la calidad del suelo, tal como la degradación química y la biológica física).

Sus características son las siguientes[28]:

Erosión Hídrica: Es el desprendimiento de las partículas del suelo bajo la acción del agua dejándolo desprotegido y alterando su capacidad de infiltración, lo que propicia el escurrimiento superficial.

Erosión eólica: Corresponde a la provocada por el viento.

Erosión Química: Está muy asociada a la intensificación de la agricultura, ésta se debe a la reducción de su fertilidad por pérdida de nutrientes

Erosión Física: Se refiere principalmente a la pérdida de la capacidad del sustrato para absorber y almacenar agua, esto ocurre cuando el suelo se compacta, se endurece o es recubierto.

De acuerdo a los planos elaborados por la SEMARNAT y el Colegio de posgraduados (2003)[29], establece que para el estado de Quintana Roo la **degradación de los suelos por causas hídricas o eólicas** corresponde a ceros o no existe erosión.

[28] Articulo degradación del suelos http:/edafologia.ugr.es

[29] Planos presentados en la Pagina semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/03_suelos/cap3_1.html Con base a la evaluación de la degradación de los suelos causados por el hombre en la republica mexicana memoria nacional 2001-2002, elaborada por el Colegio de Posgraduados en 2003

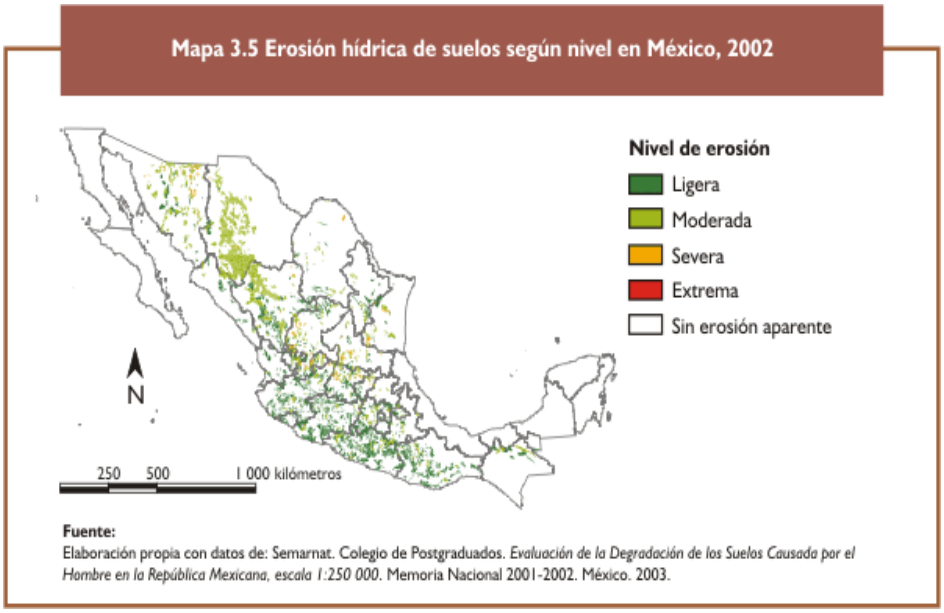


Figura No. 49 Niveles de erosión hídrica en la República mexicana

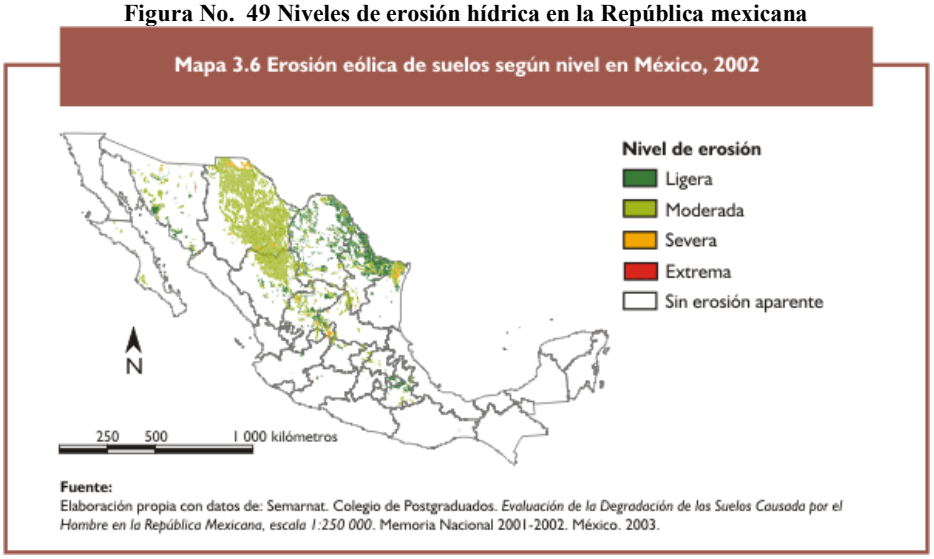


Figura No. 50 Niveles de erosión eólica en la República mexicana

Así mismo se observa que la **degradación química** en la península de Yucatán, se da principalmente en el estado de Yucatán y en el estado de Quintana Roo solo están reportadas en las zonas agropecuarias de la parte centro sur del estado.

Es necesario mencionar que en la zona de estudio las características de los suelos se han deteriorado (esto sin llegar a establecerse como suelos erosionados) debido al resultado de los impactos de huracanes recientes en la zona, que puede ocasionar el empobrecimiento del suelo al grado de generar cambios en la estructura de la vegetación con el consecuente desplazamiento de las especies arbóreas y la proliferación de especies arbustivas y herbáceas más adaptadas a suelos pobres, no obstante este tipo de afectación podría encuadrar dentro de la degradación química, sin embargo estos parámetros no están tomados en cuenta dentro de dicha degradación.

José Ibáñez (2006)"[30] establecen que la **degradación física** de los suelos viene propiciada por la pérdida de materia orgánica y/o el efecto del tránsito de la maquinaria pesada, y/o por eliminar la cobertura vegetal y permitir que el suelo quede desnudo frente al impacto de las gotas de lluvia. Obviamente la acción conjugada de los tres procesos genera que se refuercen unos a otros, afectando negativamente a sus propiedades hidrológicas (disminución de la infiltración del agua en el suelo y promoviendo la escorrentía superficial) y como corolario favoreciendo los procesos de erosión.

Los efectos se acentúan cuando la estructura de los agregados del suelo es deficiente, por la ausencia de materia orgánica y/o por padecer de una textura descompensada (suelos muy arcillosos, pero especialmente en los que poseen sobreabundancia de limos). La estabilidad de los agregados y su resiliencia frente al impacto de las gotas de lluvia, resulta ser pues una propiedad de suma importancia.

Sin embargo, debido a las características del proyecto que se pretende implementar, se puede determinar que la afectación es considerada como un proceso de degradación de los suelos ya que generarán pérdida de suelo, **sin embargo debido a que el proyecto se establecerá en 1.448 hectáreas, de las cuales serán aprovechadas para el CUSTF 1.448 hectáreas, mientras que el 41.19% del área con vegetación nativa con que cuenta el predio se mantendrá con la cobertura actual de vegetación deduna costera, y por consiguiente dicha área seguirán manteniendo su función ecológica;** por esta razón se puede determinar que el proyecto solo creará un impacto acotada exclusivamente al área del sembrado de obras del proyecto, por lo que no se pondrá en riesgo este servicio ambiental.

Para ahondar en este contexto es importante remitirse a una estimación respecto de la condición de erosión actual y con la implementación del proyecto, por lo cual se presenta el cálculo correspondiente a través de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos.

Metodología para el cálculo de la pérdida de suelo en la cuenca (La Ecuación Universal de Pérdida de Suelos, USLE)

[30] **Articulo Costras y Sellados del Suelo: La Degradación Física de la Superficie del Suelo Publicado por Juan José Ibáñez el 27 diciembre, 2006 pag. www.madrimasd.org/blogs/universo/2006/12/27/56014**

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelos, USLE, fue desarrollada por Wischmeier (1978), como una metodología para la estimación de la erosión laminar en parcelas pequeñas. Luego de varias modificaciones la ecuación se presenta como una metodología de gran utilidad en la planificación de obras de conservación de suelos.

Se ha considerado que la USLE (Wischmeier, 1978), hasta el momento, representa la metodología más idónea para el cálculo de las pérdidas de suelo en tierras agrícolas; por ello, se ha utilizado esta metodología como una guía para la evaluación de acciones en manejo de cuencas, en especial aquellas que conllevan a un cambio del uso de la tierra y manejo de suelos.

E= R*K*L*S*C*P

Donde:
E = Erosión del suelo en toneladas por hectárea por año (ton/ha, año).
R = Erosividad de la lluvia. Mj/ha (Megajoules/hectárea) mm/hr(milímetros/hora).
K = Erosionabilidad del suelo.
LS = Longitud y grado de pendiente.
C = Factor de vegetación.
P = Factor de prácticas mecánicas.
La erosión potencial se estima con la siguiente ecuación:

Ep = R*K*L*S

La erosión actual se estima utilizando la ecuación Ep = R*K*L*S que considera los factores inmodificables R, K, L y S.

Los factores de protección como son la vegetación y las prácticas y obras de manejo para reducir las pérdidas de suelo se pueden modificar C y P.

Para utilizar este modelo, se han propuesto diferentes metodologías para estimar cada una de las variables, Wischmeier y Smith (1978) ó FAO (1980) por mencionar algunas; sin embargo, la aplicación de algunas de ellas en el campo es difícil de realizar por no contar con la información necesaria. Para evitar estos problemas, en seguida se presenta una metodología simplificada y adecuada para utilizarse en nuestro país.

Erosividad de la lluvia

Representa la habilidad o agresividad de la lluvia para producir erosión; es decir, la energía cinética de la lluvia necesaria para remover y transportar las partículas de suelo. Cuando la precipitación excede la capacidad de infiltración, se presenta el escurrimiento superficial, el cual tiene la habilidad de transportar las partículas de suelo.

Para estimar este factor Cortés (1991) estimó el índice de erosividad para un evento para las diferentes regiones de la República Mexicana y reporta valores de erosividad que varían de 500 a 29 mil Megajoules mm/ha hr año. El propone catorce modelos de regresión a partir de datos de precipitación media anual (p) para estimar el valor de R de la EUPS.

Cuadro No. 142Modelos de regresión para estimar el índice de erosividad

Ecuaciones	
p= precipitación promedio anual (mm)	
Región	Ecuación
1	R=1.20785p+0.002276p2
2	R=3.45552p+0.006470p2
3	R=3.67516p+0.001720p2
4	R=2.89594p+0.002983p2
5	R=3.48801p+0.000188p2
6	R=6.68871p+0.001680p2
7	R=0.03338p+0.006661p2
8	R=1.99671p+0.003270p2
9	R=7.04579p+0.002096p2
10	R=6.89375p+0.000442p2
11	R=3.77448p+0.001440p2
12	R=2.46190p+0.006067p2
13	R=10.74273p+0.001008p2
14	R=1.50046p+0.002640p2

De acuerdo al cuadro anterior, donde se establecen las fórmulas de las 14 regiones con diferente grado de erosividad y tomando en cuenta la ubicación del proyecto, se establece que para el caso de la península de Yucatán le corresponde la **Región XI, con la ecuación R = 3.7748P + 0.001440P^2**, lo cual le corresponde también al municipio de Bejito Juárez del estado de Quintana Roo, la ecuación para determinar el factor R corresponde a:

$$R=3.77448p+0.001440p2$$

Considerando una precipitación media anual de 1,302.2 mm[31]., este será el valor de P. Por lo anterior y sustituyendo los datos tenemos que:

$R = 3.77448\ (1{,}302.2) + 0.001440\ (1{,}302.2)^2$

R= 12,613.72 Mj/ha mm/hr.

Erosionabilidad del suelo (K):

Es la susceptibilidad del suelo a erosionarse; a mayor erosionabilidad, menor resistencia a la acción de los agentes erosivos. La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende del tamaño de las partículas del suelo, del contenido de materia orgánica, de la estructura del suelo y en especial del tamaño de los agregados y de la permeabilidad.

Para su estimación se utilizan fórmulas complicadas; para condiciones de campo se recomienda el uso del siguiente cuadro, para que, con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estime el valor de erosionabilidad (K).

[31] Valor tomado de la estación ubicada en Playa del Carmen durante el periodo 1951-2010

Cuadro No. 143 Valores de K en base a textura y % de materia orgánica del suelo.

Valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la textura y el contenido de materia orgánica (Morgan 1986).			
Textura	% de materia orgánica		
	0.0 – 0.5	0.5 2.0	2.0-4.0
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.0016	0.014	0.01
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena migajosa	0.01	0.01	0.008
Arena fina migajosa	0.024	0.02	0.016
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.03
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenosa fina	0.035	0.03	0.024
Migajón arenosa muy fina	0.047	0.041	0.033
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Limo	0.06	0.052	0.042
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.028	0.026
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arcilla	0.013-0.029		

El suelo del área propuesta para el Cambio de Uso de Suelo, corresponde a un Leptosol o Litosol y Rendzina (conforme a la carta edafológica del INEGI), es un suelo caracterizado suelo permeable, calcáreo con arcilla, textura media, la vegetación está constituida principalmente por selvas; al consultar la guía para la interpretación de cartografía de edafología, señala que este tipo de suelo y de acuerdo con la tabla de Erosionabilidad de los suelos, el porcentaje de materia orgánica va de 0.013-0.029; para el presente ejercicio se considera **el valor de K = 0.029**, en virtud de que es un área que cuenta con abundante materia orgánica.

Longitud y Grado de pendiente (LS)

La pendiente del terreno afecta los escurrimientos superficiales imprimiéndoles velocidad. El tamaño de las partículas, así como la cantidad de material que el escurrimiento puede desprender o llevar en suspensión, son una función de la velocidad con la que el agua fluye sobre la superficie.

A su vez, la velocidad depende del grado de longitud de la pendiente (Ríos, 1987). En igualdad de condiciones, conforme se incrementa el grado de pendiente, el agua fluye más rápido y en consecuencia el tiempo para la infiltración del agua al suelo es menor.

Para estimar estos valores es necesario primero determinar la pendiente media del terreno, que se obtiene determinando la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo entre la longitud del terreno, por lo que la fórmula resulta ser la siguiente:

s= (Hf-Hi)/L

Donde:

s: Grado de pendiente (%).
Hf: Altura más elevada del terreno (m)= 11.8 m.
Hi: Altura más baja del terreno (m) = 8.8 m
L: Longitud del terreno (m). = 227.4 m

Por lo que

s= (11.8 – 8.8)/227.4 = 0.01319

s= 0.01319*100

s=1.319%

De acuerdo a los datos de campo, el área solicitada para el CUSTF y sustituyendo los datos de la formula antes mencionada, se determinó una pendiente del 1.31%, de tal manera que el valor de **m =0.3** (como valor extremo) de acuerdo a la categorización de pendientes establecida por Wischmeier.

Grado de pendiente (%)	Valor de m
<1	0.2
1-3	0.3
3-5	0.4
>5	0.5

Fuente: Wischmeier y Smith, 1978.

Una vez obtenido el valor de la pendiente del terreno (1.31%) con m = 0.3 se puede obtener el valor de (LS) con la siguiente ecuación.

$$LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965\ S + 0.00138\ S^2)$$

Donde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.
λ = Longitud de la pendiente
S = Pendiente media del terreno.
m = Parámetro en base al grado de pendiente,

Por lo tanto, la ecuación sustituida queda como sigue:

$$LS = (2640.0)^{0.3} [0.0138 + 0.00965\ (1.31) + 0.00138\ (1.31)^2]$$
$$LS = 5.09374\ (0.0138 + 0.01273 + 0.00240)$$

LS= 5.09374 * 0.02893

El resultado final es entonces:

LS=0.1474

Estimación de la erosión potencial:

De acuerdo a los valores obtenidos anteriormente (R, K, LS), se sustituye la fórmula **para estimar la erosión potencial**, que queda de la siguiente manera:

E=R*K*LS

Sustituyendo los datos tendríamos:

E= **12,613.72 *0.029*0.1474**

E= 53.9097 T/ha/año

La **erosión potencial indica** que si no existiera cobertura del suelo (suelo desnudo) y no se tienen prácticas de conservación del suelo y del agua, se pierden **53.9097 ton/ha de suelo por año**, lo que significa que se pierde una lámina de suelo de 5.39 mm, lo anterior si consideramos que 1 mm de suelo es igual 10 t/ha/año

Factor de protección de la vegetación C.

El factor de protección C se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote con un cultivo de interés y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0 por ejemplo cuando existe una selva con una cobertura vegetal alta.

Cuadro No. 144 Los valores de C que se reportan para diferentes partes del mundo y para México

Valores de C que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo			
Cultivo	Nivel de productividad		
	Alto	Moderado	Bajo
Maíz	**0.54**		
Maíz labranza cero	**0.05**		
Maíz rastrojo	**0.10**		
Algodón	**0.30**	**0.62**	
Pastizal	**0.004**	**0.10**	**0.80**
Alfalfa	**0.020**	**0.15**	**0.15**
Trébol	**0.025**	**0.42**	**0.20**
Sorgo grano	**0.43**	**0.01**	**0.49**
Sorgo grano rastrojo	**0.11**	**0.050**	**0.10**
Soya	**0.48**	**0.050**	**0.10**
Soya después de maíz con rastrojo	**0.18**	**0.55**	**0.10**
Trigo	**0.15**	**0.18**	**0.70**
Trigo rastrojo	**0.10**		**0.25**
Bosque natural	**0.001**		
Sabana en buenas condiciones	**0.01**	**0.38**	**0.53**
Sabana sobrepastoreada	**0.1**	**0.18**	**0.25**
Maíz – sorgo, Mijo	**0.4 a 0.9**	**0.01**	**0.10**
Arroz	**0.1 a 0.2**	**0.54**	
Algodón, tabaco	**0.5 a 0.7**	**0.22**	
Cacahuate	**0.4 a 0.8**		
Palma, cacao, café	**0.1 a 0.3**		
Piña	**0.1 a 0.3**		
Bosques área cubierta del 100 al 75%	**0,003-0.011**		
Bosques área cubierta del 75 al 45 %	**0.010.0.040**		
Bosques área cubierta del 25 al 45% con residuos	**0.41**		
Bosques área cubierta del 25 al 45% sin residuos	**O.84**		

Para los escenarios se considerarán los siguientes valores:

Con cobertura vegetal 0.011 y sin cobertura forestal 1 ya que se considera a la erosión potencial como el factor máximo que prevalece cuando no hay cobertura.

De acuerdo a la FAO, los valores de referencia para categorizar el nivel de erosión se presentan en el siguiente cuadro, y serán la base de comparación para identificar los niveles de erosión de suelos en los escenarios planteados para el predio.

Cuadro No. 145 Clasificación del Riesgo de Erosión Hídrica de la FAO

Tasas de erosión (Ton/Ha,-Año)	Clases de riesgo de erosión
(0-10)	Ligera
(10-50)	Moderada
(50-200)	Alta
(>200)	Muy Alta

1) Escenario 1: Tasa de erosión que se presenta en las condiciones actuales

Para estimar la erosión del suelo considerando que existen áreas con vegetación nativa (bosque natural cubierto 75 al 100%, por lo que el valor de C que se está tomando en cuenta es el de 0.011 para áreas con vegetación nativa y de 1 para áreas sin cobertura vegetal. La fórmula para obtener la erosión potencial sería:

E=R*K*LS*C

Sustituyendo los datos tendríamos:

Para área del predio con cobertura forestal

E= **Epotencial * C**

E=53.9097*0.011

E= 0.5930 t/ha/año

Considerando la superficie de 18.481 hectáreas con cobertura forestal del predio con vegetación forestal, se obtendría que:

E con cobertura: 0.5930 * 2.4620

E con cobertura: 1.460 ton/Año

Para el caso del área sin cobertura forestal no hay estimación, puesto que el predio tiene cobertura forestal en su totalidad.

De lo anterior se obtendrá entonces que la EROSIÓN TOTAL para el escenario 1 es la suma de la superficie con cobertura forestal más la superficie sin cobertura forestal del proyecto, que en este caso no existe, obteniéndose entonces un total de 1.460 ton/año de pérdida de suelo en condiciones actuales. En el siguiente cuadro se hace un resumen de las estimaciones y de los valores obtenidos.

Cuadro No. 146 Escenario 1 Erosión en Condiciones actuales del predio

Tipo de asociación	Superficie total (ha)	Erosión estimada por unidad de superficie (ton/ha/año)	Erosión final en el estado actual del predio (ton/año)
Terrenos con cobertura forestal	2.4620	0.5930	1.4600
Areas sin cobertura forestal	-	53.9097	-
Total	**2.4620**		**1.4600**

En este escenario, considerando todo el predio se tiene un estimado de erosión total promedio en el predio de 0.5930 ton/Ha/año, para lo cual en el valor de referencia de la FAO se considera como EROSION LIGERA.

Para el caso específico de las poligonales de CUSTF, siguiendo el mismo procedimiento de cálculo, pero bajo el supuesto de estimar sólo la superficie que tiene cobertura forestal que será propuesta para el CUSTF y que es por el orden de las 1.448 hectáreas, a continuación, se tiene el resultado para este escenario. Como podrá identificarse, la erosión total es de 0.8587 ton/año con una erosión promedio de 0.5930 ton/ha/año que, considerando los valores de referencia, la erosión es considerada como EROSIÓN LIGERA.

Cuadro No. 147 Escenario 1: Erosión en las condiciones actuales para el polígono propuesto para CUSTF.

Tipo de asociación	Superficie total (ha)	Erosión potencial (ton/ha/año)	Erosión considerando factor de cobertura de vegetación (C) (ton/ha/año)	Erosión estimada por unidad de superficie (ton/ha/año)	Erosión final en el estado actual del predio (ton/año)
Terrenos con cobertura forestal	1.4480	53.910	0.011	0.5930	0.8587
Total	**1.4480**			**0.5930**	**0.8587**

2) Tasa de erosión que se presentaría una vez eliminada la vegetación forestal SIN APLICAR MEDIDAS DE MITIGACIÓN..

Este escenario sólo es hipotético en el sentido que la remoción de la cobertura vegetal en las áreas de CUSTF no se mantendrá con el suelo desnudo, sino que se efectuarán obras y actividades que se irán implementando en el proceso constructivo implementándose medidas de mitigación durante el proceso. Sin embargo, esta estimación generará un aproximado de lo que ocurriría si se dejara el suelo desnudo sin hacer actividades u obras del proyecto, como un escenario extremo e hipotético.

El modelo de cálculo sigue el mismo proceso metodológico que en el escenario anterior, mediante el uso de la fórmula Universal (USLE) para lo cual se calculará para el predio en el cual se adiciona la superficie CUSTF al área desprovista de vegetación y se hará también el cálculo exclusivamente para la condición del CUSTF.

Erosión en el predio.

En cuanto a la superficie del predio que carece de cobertura una vez realizado el CUSTF, la estimación de erosión se calcula multiplicando la superficie estimada de 1.448 hectáreas de CUSTF más la superficie sin cobertura forestal que en este caso no hay esa condicion, por lo que en este escenario se alcanzaría una superficie total de 1.448 hectáreas sin cobertura forestal que han de multiplicarse por el valor de la erosión potencial ya calculada para una hectárea de superficie sin vegetación que es de 53.90971 ton/Ha/año por el factor C=1.

Así las cosas, la fórmula queda como se indica a continuación:

E sin cobertura = EPotencial * Sup del predio sin veg*C

E sin cobertura = 53.9097 * 1.448*1

Por lo tanto, la Erosión en el área descubierta del predio se estima en:

E sin cobertura = 78.061 ton/año

Ahora bien, en este escenario, el supuesto sería que 1.01400 hectáreas mantendrán su cobertura forestal actual, por lo que los cálculos de la estimación de erosión mínima corresponden a lo siguiente:

Considerando la superficie de 1.0140 hectáreas que mantendría su superficie con cobertura forestal del predio con vegetación forestal, se obtendría que:

E con cobertura: 0.5930 * 1.0140

E con cobertura: 0.601 ton/Año

De esta manera la erosión total en el predio debe estimarse como la Erosión estimada para el área con cobertura más la Erosión estimada para el área sin cobertura forestal, esto es:

E predio = E sin cobertura + E con cobertura

Sustituyendo:

E = 78.061 + 0.601

Por lo que la estimación de erosión o pérdida de suelo en las condiciones de ejecución del CUSTF a nivel del predio se tiene un valor de:

E = 78.663 ton/año

En el siguiente cuadro se hace un resumen de las estimaciones y de los valores obtenidos por cada condición de cobertura y CUSTF.

Cuadro No. 148 Escenario 2 Erosión en Condiciones actuales del predio

Tipo de asociación	Superficie total (ha)	Erosión estimada por unidad de superficie (ton/ha/año)	Erosión final en el estado actual del predio (ton/año)
Terrenos con cobertura forestal	1.0140	0.5930	0.601
Area de CUSTF en proyecto y otras áreas sin cobertura forestal	1.4480	53.9097	78.061
Total	**2.4620**		**78.663**

En este escenario, considerando todo el predio se tiene un estimado de erosión por el orden de 31.9507 ton/ha/año, para lo cual en el valor de referencia de la FAO se considera como EROSION MODERADA.

Para el caso específico de las poligonales de CUSTF, siguiendo el mismo procedimiento de cálculo, pero bajo el supuesto de estimar **sólo la superficie con el CUSTF del proyecto** y que es por el orden de las 1.448 hectáreas, a continuación, se tiene el resultado para este escenario. Como podrá identificarse, la erosión total es de 78.0613 ton/año con una erosión promedio de 53.9097 ton/Ha/año que, considerando los valores de referencia de la FAO, se tipifica como EROSIÓN ALTA.

Cuadro No. 149 Escenario 2 con CUSTF EJECUTADO para el polígono propuesto para CUSTF.

Tipo de asociación	Superficie total (ha)	Erosión potencial (ton/ha/año)	Erosión considerando factor de cobertura de vegetación (C) (ton/ha/año)	Erosión estimada por unidad de superficie (ton/ha/año)	Erosión final en el estado actual del predio (ton/año)
Terrenos con cobertura forestal	1.4480	53.9097	1	53.9097	78.0613
Total	**1.4480**			**53.9097**	**78.0613**

De lo anterior se desprende que el CUSTF incide en las tasas de erosión, de ahí que es importante establecer medidas que deberán mitigar los efectos negativos en la pérdida de los suelos ya que al comparar los escenarios 1 vs 2, se tiene que por efecto del CUSTF se tendrá una erosión adicional de 77.20 ton/año en el predio.

Cuadro No. 150 Comparación de erosión en escenario 1 y escenario 2.

Escenario	Erosión final total (ton/año)	Erosión promedio (ton/ha/año)	Diferencial (Ton)
Escenario 1	1.4600	0.5930	
Escenario 2	78.6626	31.9507	77.20

Del análisis de erosión en estos dos escenarios se desprende que la ejecución del CUSTF podría incrementar la pérdida de suelo hasta en 77.20 ton/año, por lo que será necesario

proponer medidas de mitigación que reduzcan el efecto negativo del CUSTF en la pérdida de suelo.

3) Escenario 3: Tasa de erosión que se presentaría una vez eliminada la vegetación forestal, considerando medidas de mitigación y proyecto implementado.

Con el proyecto implementado se entiende que las áreas de aprovechamiento estarán selladas, limitando las tasas de erosión a valores mínimos sólo en las áreas con cobertura vegetal o verdes.

De este análisis se desprende que 1.3590 hectáreas estarán con superficie sellada, por lo que ya no habrá erosión en tal superficie; mientras que el resto, o mantiene su cobertura vegetal nativa o estará ajardinada con especies nativas del propio rescate del proyecto, que en total alcanzará una superficie de 1.1030 hectáreas, lo que equivale a tener tasas de erosión mínima que corresponde a 0.6541 ton/año teniéndose por lo tanto, un total de 0.5930 toneladas de erosión anual de suelo en todo el predio, una vez implementado el CUSTF, las medidas de mitigación y las obras del proyecto.

Cuadro No. 151 Escenario 3 en las condiciones actuales para el polígono propuesto para CUSTF.

TIPO DE ASOCIACION	SUPERFICIE TOTAL CONDICIÓN ORIGINAL (Ha)	**Areas que tedrán infraestructura una vez implementado el proyecto**		**Superficie verde del proyecto**		Erosión final con la aplicación del proyecto para la totalidad del predio (Ton/Año)
		Superficie de CUS para la implementación de infraestructura áreas selladas y áreas no permeables(Ha)	Erosión por la superficie de CUS por la implementación de infraestructuras (área sellada) (Ton/año)	Superficie que tendrá una condición permeable con el proyecto ejecutado (Ha)	Erosión en la superficie que tendra cobertura vegetal arbolada o jardinada (Ton/año)	
Terrenos con cobertura forestal	2.462	1.3590	0.000	1.1030	0.6541	0.6541
Terrenos sin cobertura forestal	0.0000	0.0000	0.000	0.0000	-	-
Total	**2.4620**	**1.3590**	**0**	**1.1030**	**0.6541**	**0.6541**

De esta manera, las tasas de pérdida de suelo en el escenario 3 se encuentran en las tasas normales mínimas estimadas para el escenario 1.

Escenario	Erosión final total (ton/año)	Erosión promedio (ton/ha/año)	Diferencial (Ton)
Escenario 1	1.4600	0.5930	
Escenario 2	78.6626	31.9507	77.20
Escenario 3	0.6541	0.2657	

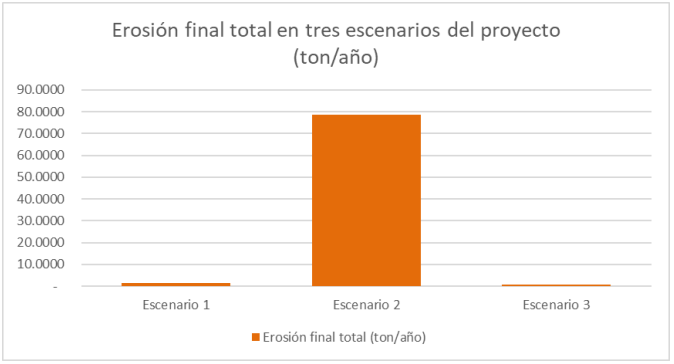


Figura No. 51 Comparación de las tasas de pérdida de suelo en tres escenarios.

Así las cosas, se tiene el planteamiento de un escenario en el cual la medida de mitigación para la recuperación de suelos es la reforestación de enriquecimiento con la planta de rescate del predio, la recuperación de suelo y vertido de éste en las áreas de conservación y la trituración de material vegetal para su incorporación a las áreas verdes.

De acuerdo a lo anterior, el escenario 3 plantea entonces aplicar la reforestación y mejora de suelos de acuerdo a los siguientes resultados que se muestran en el gráfico y la tabla correspondiente. La interpretación es que la tasa de erosión disminuye a medida que la reforestación se establece, mejorando la capacidad de retención de suelos, de tal manera que a partir del año 5 la tasa de erosión está a niveles mínimos y en condiciones normales, estabilizando así la erosión las tasas que actualmente se tiene por las áreas sin cobertura vegetal y que se han sometido a actividades de reforestación para su posterior conservación.

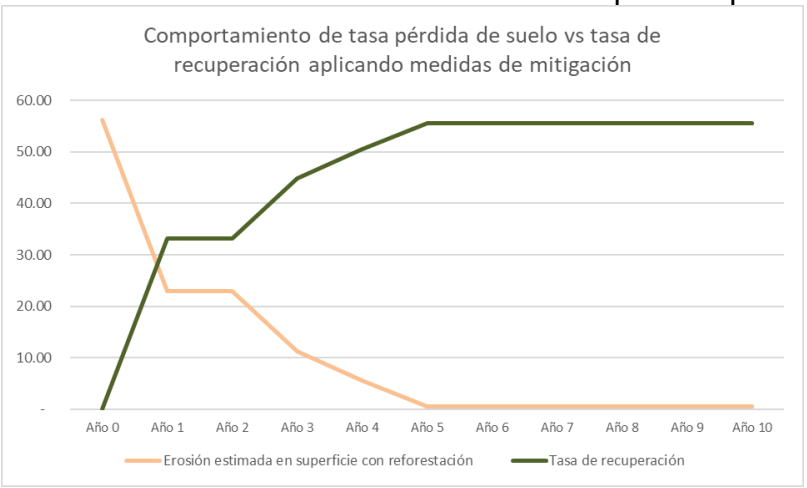


Figura No. 52 Comparación de las tasas de erosión y de recuperación de suelos con la actividad de reforestación como medida de mitigación.

Los valores de recuperación indican que para el año 5 se habrán recuperado 179.89 toneladas que en la condición actual se habrían perdido por no hacerse actividades de protección y conservación de suelos. Un beneficio adicional es que la tasa de pérdida de suelo es menor que inclusive en el escenario 1, ya que las acciones de conservación de suelo permiten reducir la tasa de erosión.

Cuadro No. 152 Comportamiento de las tasas de erosión y recuperación de suelos con medidas de mitigación implementadas.

Año	Erosión estimada en superficie con reforestación (Ton/Ha/año)	Tasa de recuperación (Ton/Ha)	Recuperación acumulada (Ton/Ha)
Año 0	56.17	-	
Año 1	23.03	33.14	33.14
Año 2	23.03	33.14	66.29
Año 3	11.23	44.94	111.22
Año 4	5.62	50.56	161.78
Año 5	0.562	55.61	217.39
Año 6	0.562	55.61	273.01
Año 7	0.562	55.61	328.62
Año 8	0.562	55.61	384.23
Año 9	0.562	55.61	439.84
Año 10	0.562	55.61	495.45

Con lo anterior se puede concluir que el proyecto no contribuye a procesos erosivos del suelo en el predio un aves aplicadas las medidas de prevención y mitigación propuestas, y que por el contrario, con las medidas de mitigación propuestas se prevé que éstas permitan recuperar el suelo potencialmente perdido por efectos del CUSTF y estabilizar tasas de erosión que se tienen en las áreas de conservación, con lo cual, el proyecto cumple con uno de los supuestos del artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable de que se debe demostrar que la pérdida de suelos provocada por el CUSTF se mitiga.

Cuadro No. 153 Escenario 3. Reforestación de 0.116 hectáreas y el comportamiento de la recuperación de suelos en cinco años.

				Recuperación de suelo por reforestación como medida de mitigación implementada															Recuperación de suelo por aplicación de medida de mitigación implementada como reforestación despues de 5 años
				Año 1			Año 2			Año 3			Año 4			Año 5			
Tipo de condición de vegetación	Superficie total (ha)	Erosión estimada por unidad de superficie en área sujeta a reforestación (ton/ha/año)	Erosión total en el estado actual del polígono sujeto a reforestación (ton/año)	Factor de cobertura (C)	Erosión estimada (ton/año)	Tasa de recuperación de suelo (ton/año)	Factor de cobertura (C)	Erosión estimada (ton/año)	Tasa de recuperación de suelo (ton/año)	Factor de cobertura (C)	Erosión estimada (ton/año)	Tasa de recuperación de suelo (ton/año)	Factor de cobertura (C)	Erosión estimada (ton/año)	Tasa de recuperación de suelo (ton/año)	Factor de cobertura (C)	Erosión estimada (ton/año)	Tasa de recuperación de suelo (ton/año)	
Terrenos reforestados	1.042	53.910	56.17	0.41	23.03	33.14	0.41	23.03	33.14	0.20	11.23	44.94	0.1	5.617	50.56	0.01	0.562	55.61	**217.39**

1.5. Se mitigan los efectos negativos del CUSTF en la captura y calidad del agua.

El subsuelo de la Península de Yucatán está conformado por roca calcárea; es decir, porosa, lo que lo hace sumamente permeable; asimismo, la zona carece de cuerpos de agua superficiales, pues la mayoría corre de forma subterránea entrelazándose a manera de intrincadas redes de ríos localizados a niveles de poca profundidad. Por lo que la presencia de una cubierta vegetal le sirve como receptor y purificador del agua proveniente de la lluvia misma que es conducida hacia el subsuelo.

De acuerdo a la CONABIO, la hidrología de la península es del cretácico medio e inferior, terciario, con rocas sedimentarias marinas predominantemente calcáreas (calizas y areniscas), con alta permeabilidad

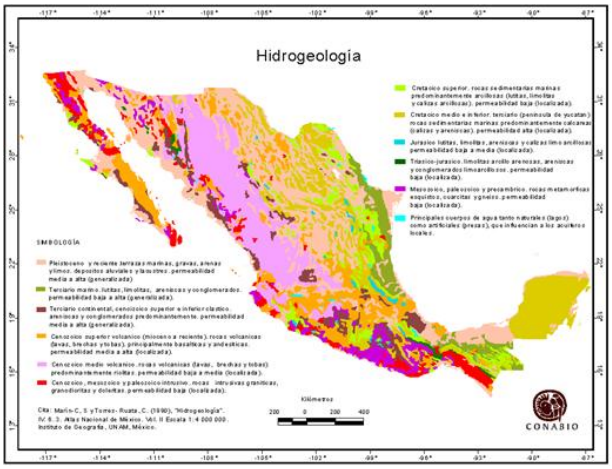


Figura No. 53 Plano de hidrología

La Comisión Nacional del Agua, en sus "Estadísticas del Agua en México. Edición 2014", indica que las aguas de la región Península de Yucatán tienen los siguientes atributos:

La Comisión Nacional del Agua, en sus "Estadísticas del Agua en México. Edición 2021", indica que las aguas de la región Península de Yucatán tienen los siguientes atributos:

En la Península de Yucatán se cuenta con 5,654 m3/hab/año de "agua renovable" en tanto que a nivel nacional la media es de 3,663 m3/hab/año; ocupa el tercer lugar a nivel nacional en disponibilidad de agua renovable (entre los tres estados) al contabilizar un total de 28,878 Hm3/año, parámetros que indican la cantidad de agua disponible para la región (CONAGUA, 2021).

No.	Región hidrlógico-administrativa	Superficie continental (km^2)	Agua renovable 2020 (hm^3/año)	Población Censo 2020 (millones de hab.)	Agua renovable per cápita 2020 (m^3/hab/año)	Aportación al PIB nacional 2019 (%)	Municipios y/o alcaldias de la CDMX (número)
I	Península de Baja California	154 279	4 960	4.77	1 041	4.56%	12
II	Noroeste	196 326	8 275	2.83	2 920	3.29%	78
III	Pacífico Norte	152 007	26 630	4.56	5 846	2.96%	51
IV	Balsas	116 439	23 446	12.24	1 915	6.08%	423
V	Pacífico Sur	82 775	31 310	5.17	6 058	2.26%	378
VI	Río Bravo	390 440	13 045	13.30	981	15.71%	144
VII	Cuencas Centrales del Norte	187 621	4 667	4.76	981	4.44%	78
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	192 722	35 247	25.65	1 374	19.89%	332
IX	Golfo Norte	127 064	28 695	5.20	5 518	2.53%	148
X	Golfo Centro	102 354	95 022	10.65	8 920	6.55%	432
XI	Frontera Sur	99 094	158 021	7.97	19 819	3.71%	143
XII	Península de Yucatán	139 897	28 878	5.11	5 654	5.85%	129
XIII	Aguas del Valle de México	18 229	3 444	23.82	145	22.19%	121
Total		**1 959 248**	**461 640**	**126.01**	**3 663**	**100.00%**	**2 469**

Cuadro No. 154. Carácteríeticas de las Regiones Hidrológicas Administrativas (Conagua, EAM, 2021)

Los recursos de agua renovable de una región o país se refieren a la cantidad de agua máxima que es factible explotar anualmente, es decir, la cantidad de agua que es renovada por la lluvia y por el agua proveniente de otras regiones o países (importaciones).

El agua renovable se calcula como el escurrimiento natural medio superficial interno anual, más la recarga total anual de los acuíferos, más las importaciones de agua de otras regiones o países, menos las exportaciones de agua a otras regiones o países. En el caso de México, para el escurrimiento natural medio superficial interno anual y la recarga de los acuíferos se utilizan los valores medios determinados a partir de los estudios que se hayan hecho en la región.
La cantidad de agua renovable anual dividida por el número de habitantes en la región o país da como resultado el agua renovable per cápita. Se considera que ***un país o región vive en estado de estrés hídrico si su agua renovable es de 1 700 m3/hab/año o menos*** *(FUENTE: Gleick, P. The World's Water 2002-2003. The biennial report on freshwater resources 2002-2003. 2002 citado por CNA, 2010)*

Para el caso de los acuíferos de la Región Península de Yucatán la CONAGUA (2021) establece que existen 4 grandes acuíferos de los cuales ninguno está sobreexplotado, pero dos de ellos tienen intrusión salina y uno tiene aguas subterráneas salobres (corresponde al acuífero de Xpujil, en Campeche).

Número de RHA	RHA	Número de acuíferos					Recarga media (hm^3)
		Total	Sobreexplotado	Con intrusión marina	Bajo el fenómeno de salinización de suelos y aguas subterráneas salobres	Con disponibilidad	
I	Península de Baja California	88	17	11	5	51	1 648
II	Noroeste	62	9	5		43	3 207
III	Pacífico Norte	24	5			9	3 061
IV	Balsas	45	1			38	4 871
V	Pacífico Sur	36				32	1 936
VI	Río Bravo	102	19		8	35	6 370
VII	Cuencas Centrales del Norte	65	23		18	31	2 462
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	128	31			59	9 831
IX	Golfo Norte	40	2			27	4 099
X	Golfo Centro	22				17	4 599
XI	Frontera Sur	23				23	22 718
XII	Península de Yucatán	4		2	1	4	25 316
XIII	Aguas del Valle de México	14	4			9	2 289
Total		**653**	**111**	**18**	**32**	**378**	**92 404**

Cuadro No. 155. Acuíferos en las Regiones Hidrológicas Administrativas (CONAGUA EAM, 2021)

En la figura se identifican los acuíferos sobreexplotados (CONAGUA EAM, 2021) en los que se puede identificar que las zonas centro, norte y noroeste son las más presionadas, en tanto al sur, incluida la Península de Yucatán, no existe acuíferos sobreexplotados.

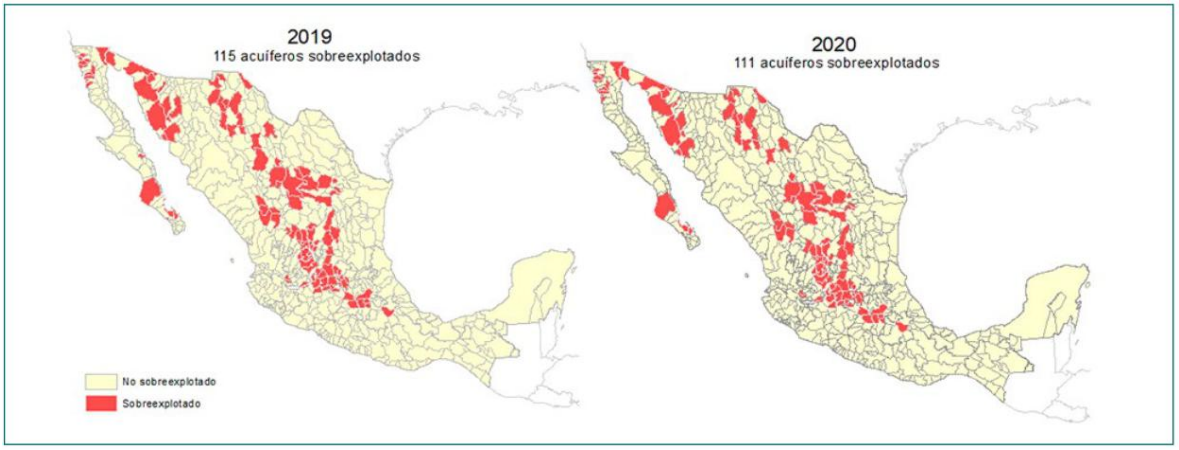


Figura No. 54. Acuíferos sobreexplotados en las Regiones Hidrológicas Administrativas (CONAGUA EAM, 2021)

El reporte EAM, 2021 de la CONAGUA señala que a los acuíferos con intrusión marina o con aguas salobres. En la Península de Yucatán, se tiene intrusión salina en la Isla de Cozumel y en el acuífero Península de Yucatán; para el caso del acuífero de Xpujil, se considera con salinización de suelos y aguas subterráneas salobres.

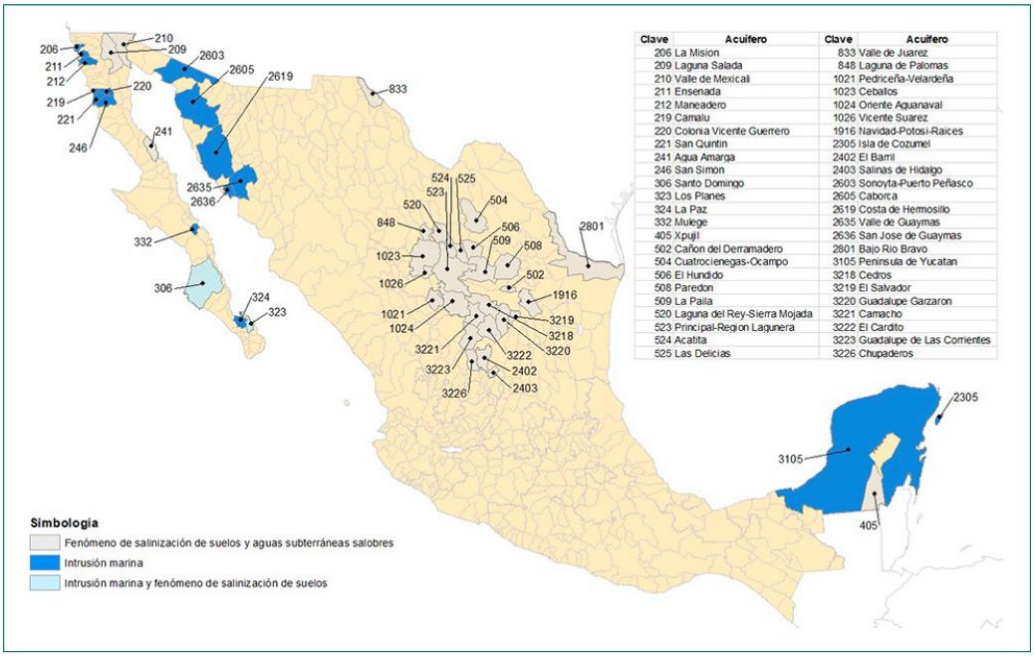


Figura No. 55. Acuíferos acuíferos con problemas de aguas salobres o intrusión marina (CONAGUA EAM, 2021)

En cuanto a la calidad del agua, la misma CONAGUA reporta que las aguas de la Península de Yucatán, tienen buenos niveles de calidad y que cumplen con la mayoría de los estándares requeridos por las Normas Oficiales aplicables en este tema.

La evaluación de la calidad del agua se lleva a cabo utilizando tres indicadores: la Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días (DBO5), la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y los Sólidos Suspendidos Totales (SST). La DBO5 y la DQO se utilizan para determinar la cantidad de materia orgánica presente en los cuerpos de agua provenientes principalmente de las descargas de aguas residuales de origen municipal y no municipal.

La primera determina la cantidad de materia orgánica biodegradable y la segunda mide la cantidad total de materia orgánica. El incremento de la concentración de estos parámetros incide en la disminución del contenido de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua con la consecuente afectación a los ecosistemas acuáticos. Por otro lado, el aumento de la DQO indica presencia de sustancias provenientes de descargas no municipales.

Los SST tienen su origen en las aguas residuales y la erosión del suelo. El incremento de los niveles de SST hace que un cuerpo de agua pierda la capacidad de soportar la diversidad de la vida acuática. Estos parámetros permiten reconocer gradientes que van desde una condición relativamente natural o sin influencia de la actividad humana hasta agua que muestra indicios o aportaciones importantes de descargas de aguas residuales municipales y no municipales, así como áreas con deforestación severa.

Para medir la calidad del agua se indican los estándares previstos en los monitoreos realizados por la CONAGUA en el cuadro siguiente.

T2.17 Escalas de clasificación de la calidad del agua

Criterio (mg/l)	Clasificación	Color
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)		
$DBO_5 \leq 3$	**EXCELENTE.** No contaminada.	AZUL
$3 < DBO_5 \leq 6$	**BUENA CALIDAD.** Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable.	VERDE
$6 < DBO_5 \leq 30$	**ACEPTABLE.** Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente.	AMARILLO
$30 < DBO_5 \leq 120$	**CONTAMINADA.** Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal.	NARANJA
$DBO_5 > 120$	**FUERTEMENTE CONTAMINADA.** Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales.	ROJO
Demanda Química de Oxígeno (DQO)		
$DQO \leq 10$	**EXCELENTE.** No contaminada.	AZUL
$10 < DQO \leq 20$	**BUENA CALIDAD.** Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable y no biodegradable.	VERDE
$20 < DQO \leq 40$	**ACEPTABLE.** Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente.	AMARILLO
$40 < DQO \leq 200$	**CONTAMINADA.** Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal.	NARANJA
$DQO > 200$	**FUERTEMENTE CONTAMINADA.** Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales.	ROJO
Sólidos Suspendidos Totales (SST)		
$SST \leq 25$	**EXCELENTE.** Clase de excepción, muy buena calidad.	AZUL
$25 < SST \leq 75$	**BUENA CALIDAD.** Aguas superficiales con bajo contenido de sólidos suspendidos, generalmente condiciones naturales. Favorece la conservación de comunidades acuáticas y el riego agrícola irrestricto.	VERDE
$75 < SST \leq 150$	**ACEPTABLE.** Aguas superficiales con indicio de contaminación. Con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente. Condición regular para peces. Riego agrícola restringido.	AMARILLO
$150 < SST \leq 400$	**CONTAMINADA.** Aguas superficiales de mala calidad con descargas de aguas residuales crudas. Agua con alto contenido de material suspendido.	NARANJA
$SST > 400$	**FUERTEMENTE CONTAMINADA.** Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales con alta carga contaminante. Mala condición para peces.	ROJO

Los resultados emitidos por la CONAGUA 2021 en base a los muestreos realizados para los principales parámetros utilizados en la calidad del agua se muestran en el cuadro siguiente, en el que se destaca que las aguas muestreadas para la Península de Yucatán, y en particular para la zona sur del estado de Quintana Roo, la calidad del agua está dentro del rango de de buena calidad para los tres parámetros en comento como se muestra en las siguientes figuras.

Año	Región hidrológico-administrativa		Excelente	Buena calidad	Aceptable	Contaminada	Fuertemente contaminada
2019	I	Península de Baja California	45.2	15.5	25.0	11.9	2.4
	II	Noroeste	53.1	10.2	22.4	10.2	4.1
	III	Pacífico Norte	57.6	19.4	18.4	4.1	0.5
	IV	Balsas	33.3	12.4	25.9	18.1	10.3
	V	Pacífico Sur	74.8	5.3	9.9	3.8	6.2
	VI	Río Bravo	61.5	15.0	14.5	6.5	2.5
	VII	Cuencas Centrales del Norte	66.0	14.0	18.0	2.0	0.0
	VIII	Lerma Santiago Pacífico	31.7	13.1	38.8	11.0	5.4
	IX	Golfo Norte	62.9	13.2	13.2	6.3	4.4
	X	Golfo Centro	56.0	10.6	18.3	10.2	4.9
	XI	Frontera Sur	17.9	17.9	51.8	10.4	2.0
	XII	Península de Yucatán	0.0	21.4	66.7	11.9	0.0
	XIII	Aguas del Valle de México	1.6	3.2	46.8	22.6	25.8
		Nacional	**42.6**	**13.5**	**28.8**	**10.1**	**5.0**
2020	I	Península de Baja California	40.4	23.6	20.2	15.7	0.0
	II	Noroeste	74.6	2.8	15.5	7.0	0.0
	III	Pacífico Norte	77.7	8.6	8.6	5.1	0.0
	IV	Balsas	35.1	13.3	33.5	13.3	4.7
	V	Pacífico Sur	75.0	10.4	9.7	1.4	3.5
	VI	Río Bravo	60.7	11.2	20.4	7.3	0.5
	VII	Cuencas Centrales del Norte	81.3	12.5	2.1	4.2	0.0
	VIII	Lerma Santiago Pacífico	38.8	8.0	38.0	11.7	3.5
	IX	Golfo Norte	61.2	13.8	19.0	3.0	3.0
	X	Golfo Centro	65.0	11.8	17.5	4.2	1.5
	XI	Frontera Sur	51.4	18.8	28.3	1.4	0.0
	XII	Península de Yucatán	4.4	24.4	66.7	4.4	0.0
	XIII	Aguas del Valle de México	7.4	22.1	39.7	20.6	10.3
		Nacional	**51.5**	**12.3**	**26.0**	**7.8**	**2.4**

Cuadro No. 156. Porcentaje de puntos de monitoreo con el parámetro Demanda bioquímica de Oxígeno en Aguas superficiales de México (CONAGUA EAM, 2021).

Año	Región hidrológico-administrativa		Excelente	Buena calidad	Aceptable	Contaminada	Fuertemente contaminada
2019	I	Península de Baja California	22.6	16.7	23.8	29.8	7.1
	II	Noroeste	12.2	28.6	34.7	18.4	6.1
	III	Pacífico Norte	21.6	28.6	30.0	16.6	3.2
	IV	Balsas	16.0	8.9	23.0	29.8	22.3
	V	Pacífico Sur	10.7	34.4	33.6	13.7	7.6
	VI	Río Bravo	41.5	23.0	16.5	15.0	4.0
	VII	Cuencas Centrales del Norte	14.0	18.0	42.0	24.0	2.0
	VIII	Lerma Santiago Pacífico	9.0	12.6	23.6	46.0	8.8
	IX	Golfo Norte	32.0	17.0	20.8	23.9	6.3
	X	Golfo Centro	9.3	28.5	27.6	24.4	10.2
	XI	Frontera Sur	10.8	15.1	42.2	27.9	4.0
	XII	Península de Yucatán	0.0	0.0	28.6	69.0	2.4
	XIII	Aguas del Valle de México	0.0	12.9	16.1	38.7	32.3
		Nacional	**15.8**	**18.3**	**26.8**	**30.0**	**9.1**
2020	I	Península de Baja California	19.1	23.6	12.4	36.0	9.0
	II	Noroeste	38.0	22.5	19.7	14.1	5.6
	III	Pacífico Norte	27.4	27.4	23.9	19.3	2.0
	IV	Balsas	16.1	12.0	22.2	42.1	7.6
	V	Pacífico Sur	29.2	32.6	19.4	15.3	3.5
	VI	Río Bravo	36.9	17.0	25.2	19.4	1.5
	VII	Cuencas Centrales del Norte	43.8	20.8	22.9	12.5	0.0
	VIII	Lerma Santiago Pacífico	12.1	12.5	19.8	47.9	7.7
	IX	Golfo Norte	34.9	16.8	19.0	25.0	4.3
	X	Golfo Centro	25.9	28.5	23.2	20.2	2.3
	XI	Frontera Sur	17.8	13.0	51.8	14.9	2.5
	XII	Península de Yucatán	2.2	2.2	46.7	48.9	0.0
	XIII	Aguas del Valle de México	1.5	4.4	13.2	50.0	30.9
		Nacional	**21.9**	**17.6**	**24.6**	**30.6**	**5.4**

Cuadro No. 157. Porcentaje de puntos de monitoreo con el parámetro Demanda química de Oxígeno en Aguas Superficiales (CONAGUA EAM, 2021)

Año	Región hidrológico-administrativa		Excelente	Buena calidad	Aceptable	Contaminada	Fuertemente contaminada
2019	I	Península de Baja California	72.6	17.3	2.2	5.0	2.9
	II	Noroeste	67.7	18.5	4.6	7.7	1.5
	III	Pacífico Norte	59.8	21.8	10.6	3.9	3.9
	IV	Balsas	48.1	18.2	14.4	13.1	6.2
	V	Pacífico Sur	81.4	10.7	3.4	3.4	1.1
	VI	Río Bravo	74.0	16.2	6.4	2.9	0.5
	VII	Cuencas Centrales del Norte	80.0	14.0	2.0	0.0	4.0
	VIII	Lerma Santiago Pacífico	51.9	24.8	13.0	6.2	4.1
	IX	Golfo Norte	64.1	26.3	6.7	2.9	0.0
	X	Golfo Centro	76.2	14.8	6.2	1.2	1.6
	XI	Frontera Sur	55.1	40.3	3.3	1.3	0.0
	XII	Península de Yucatán	78.3	16.2	4.1	1.4	0.0
	XIII	Aguas del Valle de México	37.1	40.3	12.9	6.5	3.2
		Nacional	**61.7**	**22.5**	**8.4**	**4.7**	**2.7**
2020	I	Península de Baja California	80.1	16.1	1.4	2.4	0.0
	II	Noroeste	49.2	28.9	14.8	4.7	2.3
	III	Pacífico Norte	45.0	30.1	12.4	6.4	6.0
	IV	Balsas	42.2	24.9	7.9	12.5	12.5
	V	Pacífico Sur	45.8	29.4	13.6	6.4	4.8
	VI	Río Bravo	63.3	22.8	10.7	1.9	1.4
	VII	Cuencas Centrales del Norte	72.9	12.5	8.3	4.2	2.1
	VIII	Lerma Santiago Pacífico	39.8	27.8	11.9	11.7	8.8
	IX	Golfo Norte	60.8	29.7	3.8	4.1	1.7
	X	Golfo Centro	63.2	27.2	4.0	4.6	0.9
	XI	Frontera Sur	39.4	47.8	8.9	3.3	0.6
	XII	Península de Yucatán	75.8	22.2	0.5	1.5	0.0
	XIII	Aguas del Valle de México	10.3	48.5	26.5	11.8	2.9
		Nacional	**51.0**	**28.9**	**9.0**	**6.6**	**4.4**

Cuadro No. 158. Porcentaje de puntos de monitoreo con el parámetro Sólidos suspendidos totales (CONAGUA EAM, 2021).

Año	Región hidrológico-administrativa		Excelente	Buena calidad	Aceptable	Contaminada	Fuertemente contaminada
2019	I	Península de Baja California	58.9	2.9	14.4	6.5	17.3
	II	Noroeste	24.6	13.8	26.2	18.5	16.9
	III	Pacífico Norte	26.1	4.6	21.1	31.3	16.9
	IV	Balsas	17.2	2.4	8.9	13.4	58.1
	V	Pacífico Sur	27.5	4.5	20.2	25.3	22.5
	VI	Río Bravo	34.3	2.9	23.5	12.3	27.0
	VII	Cuencas Centrales del Norte	50.0	12.0	20.0	8.0	10.0
	VIII	Lerma Santiago Pacífico	22.9	3.9	11.8	22.1	39.3
	IX	Golfo Norte	33.0	4.8	17.2	21.5	23.5
	X	Golfo Centro	15.6	4.3	16.7	25.3	38.1
	XI	Frontera Sur	29.6	3.9	14.7	34.2	17.6
	XII	Península de Yucatán	68.8	6.8	20.3	4.1	0.0
	XIII	Aguas del Valle de México	16.1	4.8	14.5	24.2	40.4
		Nacional	**28.0**	**4.3**	**16.0**	**21.6**	**30.1**
2020	I	Península de Baja California	36.0	1.1	15.7	19.1	28.1
	II	Noroeste	16.9	7.0	21.1	31.0	23.9
	III	Pacífico Norte	14.2	3.6	17.8	35.5	28.9
	IV	Balsas	11.1	2.5	10.4	13.6	62.3
	V	Pacífico Sur	11.8	2.1	20.8	13.2	52.1
	VI	Río Bravo	9.2	3.9	10.7	52.9	23.3
	VII	Cuencas Centrales del Norte	14.6	8.3	22.9	41.7	12.5
	VIII	Lerma Santiago Pacífico	18.5	3.0	12.5	22.0	43.9
	IX	Golfo Norte	19.8	5.6	23.7	39.2	11.6
	X	Golfo Centro	6.5	1.9	16.7	27.8	47.1
	XI	Frontera Sur	17.3	4.0	27.1	41.5	10.1
	XII	Península de Yucatán	40.0	11.1	44.4	4.4	0.0
	XIII	Aguas del Valle de México	5.9	5.9	35.3	35.3	17.6
		Nacional	**15.5**	**3.6**	**17.7**	**28.8**	**34.5**

Cuadro No. 159. Porcentaje de puntos de monitoreo con el parámetro Coliformes Fecales (CONAGUA EAM, 2021).

Para el caso de las zonas de playa, todos los destinos de Quintana Roo como Cancún, Playa del Carmen, Tulum, Cozumel, entro otros, muestran buena calidad, lo cual está influenciado por el adecuado manejo de residuos que se generan en la zona. La mayoría de playas en Quintana Roo están monitoreadas y cumplen estándares de calidad buenos a excelentes.

Respecto al grado de presión que se tienen sobre el agua, la Península de Yucatán es una de las regiones menos presionada, debido a la gran cantidad de agua almacenada en los acuíferos de la región, por lo que no existe en el mediano o largo plazos, riesgo de abasto; el problema principal radicará en evitar que esos mantos acuíferos se contaminen.

Año	Número de RHA	RHA	Volumen total de agua concesionado (hm^3/año)	Agua renovable (hm^3/año)	Grado de presión (%)	Clasificación del grado de presión
2019	I	Península de Baja California	4 463	4 858	91.9	Alto
	II	Noroeste	6 852	8 274	82.8	Alto
	III	Pacífico Norte	10 711	26 747	40.0	Alto
	IV	Balsas	11 277	21 668	52.0	Alto
	V	Pacífico Sur	1 693	30 836	5.5	Sin estrés
	VI	Río Bravo	9 680	12 844	75.4	Alto
	VII	Cuencas Centrales del Norte	3 814	8 024	47.5	Alto
	VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	16 077	35 071	45.8	Alto
	IX	Golfo Norte	6 304	28 655	22.0	Medio
	X	Golfo Centro	6 415	94 363	6.8	Sin estrés
	XI	Frontera Sur	2 626	147 195	1.8	Sin estrés
	XII	Península de Yucatán	5 027	29 647	17.0	Bajo
	XIII	Aguas del Valle de México	4 412	3 401	129.7	Muy alto
	Total		**89 351**	**451 585**	**19.8**	**Bajo**
2020	I	Península de Baja California	4 462	4 960	90.0	Alto
	II	Noroeste	6 871	8 275	83.0	Alto
	III	Pacífico Norte	10 712	26 630	40.2	Alto
	IV	Balsas	11 264	23 446	48.0	Alto
	V	Pacífico Sur	1 704	31 310	5.4	Sin estrés
	VI	Río Bravo	9 713	13 045	74.5	Alto
	VII	Cuencas Centrales del Norte	3 775	4 667	80.9	Alto
	VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	16 085	35 247	45.6	Alto
	IX	Golfo Norte	6 303	28 695	22.0	Medio
	X	Golfo Centro	6 419	95 022	6.8	Sin estrés
	XI	Frontera Sur	2 658	158 021	1.7	Sin estrés
	XII	Península de Yucatán	5 178	28 878	17.9	Bajo
	XIII	Aguas del Valle de México	4 403	3 444	127.8	Muy alto
	Total		**89 548**	**461 640**	**19.4**	**Bajo**



Cuadro No. 160. Grado de presión del recurso hídrico en México (CONAGUA EAM, 2021)

En base a lo descrito anteriormente, a los planos hidrológicos elaborados por la CONABIO y al plano de suelos presentado en el **capítulo V del presente DTU** del predio, podemos determinar que los suelos en el sitio del proyecto mantienen su característica de ser suelos altamente permeables.

Por todo lo anterior es que se considera que la afectación de este servicio ambiental, por la implementación del proyecto, va a ser a nivel puntual, y no se considera se ponga en riesgo este servicio ambiental dentro del área de la cuenca hidrológica en que se encuentra el predio toda vez que la afectación de la recarga será mínima y que con el establecimiento de áreas de conservación se mitigará esta afectación y en lo que corresponde a la calidad no se verá afectada ya que se implementará un programa de manejo de residuos líquidos y sólidos, urbanos, de contrucción y de manejo especial.

De esta manera, a continuación, se presentan los escenarios para demostrar que este servicio ambiental no estará en riesgo con la implementación del proyecto, para lo cual se toma como base el proceso metodológico previsto por la CNA para estimar Infiltración del agua al subsuelo.

Con el fin de realizar un análisis de valoración de este servicio ambiental en las áreas forestales propuestas para CUSTF en el proyecto, se estimó la cantidad de agua que capturan dichas superficies con base en la siguiente fórmula:

Captura de agua = Agua que precipita-Agua que escurre–Evapotranspiración

Se obtuvo un promedio de precipitación anual con base en los valores promedio de precipitación (periodo 1951-2010) obtenido de los datos publicados por la Comisión Nacional del Agua en la estación meteorológica más cercana al proyecto ubicada en la ciudad de Playa del Carmen el cual es de 1302.2mm anuales.

Para el cálculo de escurrimiento se retomó el modelo de Coeficiente de escurrimiento desarrollado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. El modelo asume que el coeficiente de escurrimiento (Ce) se puede estimar como sigue:

Ce = K (P-250) /200 cuando K es igual o menor a 0.15 y

Ce= K (P-250) /2000 + (K-0.15) / 1.5 cuando K es mayor que 0.15

K es un factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo, lo cual aparece en la Tabla mientras que P es la precipitación promedio anual.

Cuadro No. 161 Valores de K para diferentes tipos de suelo y diferentes coberturas arboladas (el señalado con negrita corresponde al que aplica para el proyecto)32.

	Tipo de suelo		
Cobertura del bosque	**A**	**B**	**C**
Más del 75 %	0.07	0.16	0.24
Entre 50–75%	0.12	0.22	0.26
Entre 25-50 %	0.17	0.26	0.28
Menos del 25%	0.22	0.28	0.3
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.33

Suelo A: Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos).
Suelo B: Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón).
Suelo C: Suelos casi impermeables (arenas o loes delgados sobre capa impermeable, o bien arcillas).

Valor de K

Para cobertura forestal (Más del 75 %)

[32] Norma Oficial Mexicana NOM-011-**2010, Conservación del Recurso Agua CNA-SEMARNAT, 17 de abril del 2002**

En lo que corresponde al valor de K, en base al tipo de suelo y a su cobertura se establece que estos suelos son medianamente permeables y con una cobertura de más del 75% por lo que se tomó el valor de K= 0.07.

Para áreas sin vegetación (Menos del 25%)

En lo que corresponde al valor de K, en base al tipo de suelo y a su cobertura se establece que estos suelos son permeables y con una cobertura de menos del 25% pero se considerará como poco permeables, por lo que se tomó el valor de K= 0.26. En el predio no se ha considerado la existencia de esta condición como se refleja en el resto del análisis.

Evaporación

Este dato es necesario para hacer las estimaciones de infiltración y captación de agua, debido a que se considera una tasa de "pérdida" por medio de la evaporación del suelo y de la vegetación, la cual es estimada mediante diferentes métodos. Uno de ellos es el Método de Thornthwaite que hace la estimación de la evaporación potencial considerando un modelo que se basa en la temperatura media mensual y la obtención de índices calóricos mensuales y anual, así como las horas de sol diarias para cada mes obteniendo un valor de 934.97 mm.

La fórmula general aplicada es la siguiente:

$$e= 16 * (10 * tm /I)^{a}$$

donde:

e: Evapotranspiración potencial (ETP)

tm: Temperatura media en °C

I: Índice calórico anual

a: Constante calculada con una fórmula de regresión basada en I.

No es intención de este documento explicar la metodología para obtener el resultado de la fórmula, por lo que se anexa al presente escrito, un artículo que fundamenta el uso de este procedimiento, por lo que se procede a entregar en el siguiente cuadro los principales cálculos de la fórmula.

Lo anterior implica reconocer que existen otras fórmulas secundarias para i, I, a, mismas que se explican en la metodología del procedimiento y que se resumen en el cuadro siguiente.

Cuadro No. 162 Estimación de la ETP por el método de Thornthwait

MESES	tmj	i	I	e sin corregir (mm/mes)	e EPTthor (mm/mes)
Enero	24.1	10.818	10.82	98.39	58.83
Febrero	24.8	11.297	11.30	108.15	46.10
Marzo	25.8	11.994	11.99	123.25	61.71
Abril	27.4	13.138	10.75	150.36	76.43
Mayo	28.7	14.093	11.78	175.25	100.78
Junio	29.2	14.466	12.13	185.54	90.19
Julio	29.5	14.692	12.49	191.92	104.33
Agosto	29.7	14.843	12.49	196.25	102.19
Septiembre	29	14.316	11.44	181.38	79.60
Octubre	27.5	13.210	10.75	152.18	80.99
Noviembre	25.9	12.064	12.06	124.83	71.09
Diciembre	24.5	11.091	11.09	103.89	62.72
	27.2	**156.020**	**139.095**	**1,791.40**	**934.97**

Cálculo de la captura de agua

Con la información obtenida respecto el Coeficiente de escurrimiento o índice de escorrentía (valor Ce) y el dato de evaporación definido, es posible estimar la cantidad de agua que se captura en las superficies solicitadas para CUSTF, en cada uno de los escenarios; entendiendo estos escenarios como sigue.

Escenario 1. En la situación actual que se encuentra la superficie total del predio del área con vegetación y áreas sin vegetación.

En este escenario se entiende que las tasas de escorrentía son mayores en las áreas sin vegetación, por lo tanto, la captura de agua será menor que aquella que se infiltra en las áreas con vegetación. Obsérvese que en este caso la captura es de 7,860.51 m3/año en áreas con vegetación, mientras que al no haber áreas desprovistas de cobertura, no se contabiliza, de tal manera que el total de infiltración es de 7,860.51 m3/año.

Haciendo las estimaciones con las superficies que tiene el predio actualmente es posible obtener una tasa aproximada promedio de 655.04 m3/ año, aunque este dato es estimativo a nivel promedio sin considerar temporalidad de lluvias.

Cuadro No. 163 Captura de agua para el escenario 1 del proyecto para todo del predio

Escenario	K	P (mm)	CE	Agua que escurre (mm)	Evapo-transpiración (mm)	Captura de agua (mm)	Captura de agua (m3/año)	Superficie (ha)	Captura de agua (m3/año)
Área con vegetación	0.07	1,302.20	0.037	47.96	934.97	319.27	3,192.73	2.462	7,860.51
Area sin vegetación	0.26	1,302.20	0.210	273.62	934.97	93.61	936.12	0.0000	0.00
						Total	**4,128.86**	**2.4620**	**7,860.51**

En un cálculo similar, pero aplicándolo exclusivamente para el área propuesta en los polígonos de CUSTF la estimación de captura de agua indica que en 1.448 hectáreas que tendrán remoción de vegetación se obtienen actualmente 5,108.37 m3/año con un promedio mensual aproximado de 425.70 m3/ha.

Cuadro No. 164 Captura de agua para el escenario 1 del proyecto para los polígonos de CUSTF

Escenario	K	P (mm)	CE	Agua que escurre (mm)	Evapo-transpiración (mm)	Captura de agua (mm)	Captura de agua (m3/año)	Superficie (ha)	Captura de agua (m3/año)
Area de CUSTF ACTUALMENTE CON COBERTURA	0.07	1302.2	0.036827	47.9561194	934.97	319.27	3,192.73	1.6	5,108.37
						Total	**3,192.73**	**1.4480**	**5,108.37**

Escenario 2. Volumen de agua que se captaría con la remoción de la vegetación en el tiempo en que el suelo permanecerá desnudo.

En este escenario el supuesto es que se hace la remoción de vegetación y el resultado debe apuntar a que las tasas de captura de agua habrán de reducirse ya que se integra la superficie sin cobertura forestal producto de aquella propuesta para el CUSTF del proyecto. Los cálculos se han realizado a nivel de predio y también exclusivamente para las áreas de CUSTF.

Haciendo las estimaciones con las superficies del predio, se considera que la superficie desprovista en el predio habrá de incrementar en 1.448 hectáreas que son las que se proponen para CUSTF, cantidad que se deberá restar a la superficie de cobertura forestal que tiene el predio.

De esta manera, se obtiene que la captura de agua en el predio será de 5,572.31 m3/año, con un promedio mensual de 464.36 m3/mes.

Cuadro No. 165 Escenario 2. Estimación de captura de agua para el predio completo.

Escenario	K	P (mm)	CE	Agua que escurre (mm)	Evapo-transpiración (mm)	Captura de agua (mm)	Captura de agua (m3/año)	Superficie (ha)	Captura de agua (m3/año)
Área con vegetación	0.07	1,302.20	0.0368	47.96	934.97	319.27	3,192.73	1.4480	4,623.08
Area sin vegetación	0.26	1,302.20	0.2101	273.62	934.97	93.61	936.12	1.0140	949.23
						Total	**4,128.86**	**2.4620**	**5,572.31**

En cuanto a los polígonos de CUSTF, la estimación en este escenario arroja que la captura de agua estaría calculada en 1,355.50 m3/año, lo que implicaría obtener 112.96 m3/mes.

Cuadro No. 166 Escenario 2. Estimación de captura de agua para polígonos CUSTF.

Escenario	K	P (mm)	CE	Agua que escurre (mm)	Evapo-transpiración (mm)	Captura de agua (mm)	Captura de agua (m3/año)	Superficie (ha)	Captura de agua (m3/año)
Área CUSTF CON REMOCIÓN DE VEGETACIÓN POR CUSTF	0.26	1,302.20	0.2101	273.62	934.97	93.61	936.12	1.4480	1,355.50
						Total	**936.12**	**1.4480**	**1,355.50**

De esta manera, se entiende que el servicio ambiental de captura de agua puede verse afectado por el CUSTF y estar en riesgo si no se aplican medidas de prevención y mitigación al ejecutar el proyecto y la implementación del CUSTF debido a que el escenario 2 muestra la pérdida de 2,288.21 m3/año, es decir, se reduciría la capacidad de captura en un 29.11% con respecto a la condición actual del terreno.

Cuadro No. 167 Comparación de la eficiencia de captura de agua entre escenario 1 y escenario 2

Escenario	Captura de agua (m3/año)	Eficiencia (en %) respecto al Escenario 1
Escenario 1	7,860.51	
Escenario 2	5,572.31	- 29.11

Para reducir los efectos negativos del CUSTF en la captura y calidad del agua, el proyecto propone una serie de actividades que permitirán mitigar esos efectos negativos, por lo que a continuación se presenta el escenario 3 que analiza la ejecución del CUSTF y la aplicación de medidas de mitigación e implementación de las obras del proyecto.

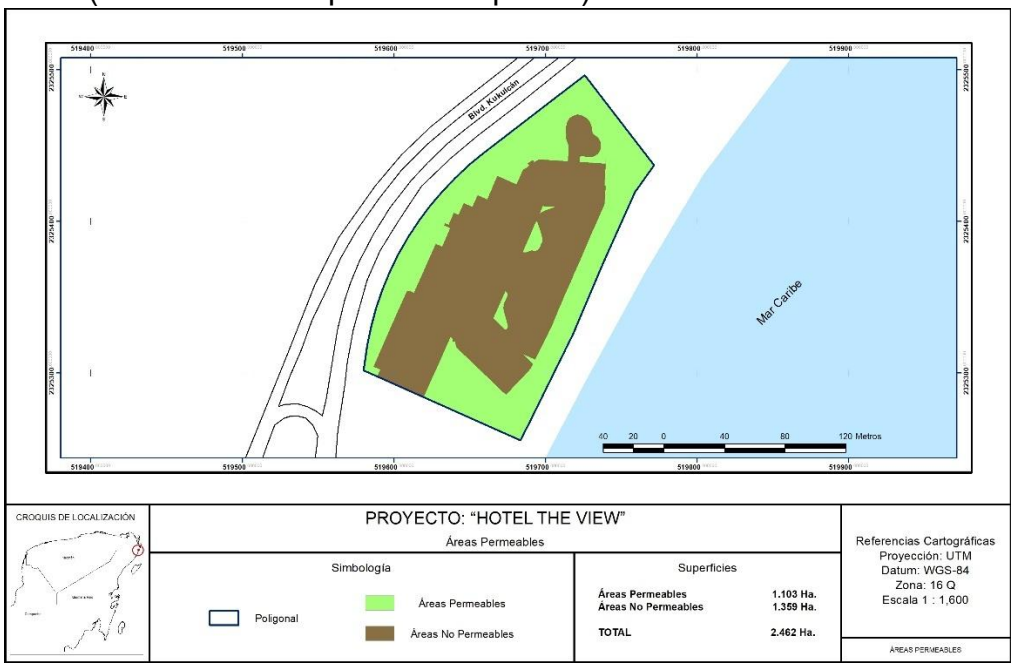
Escenario 3. Volumen de agua con el CUSTF ejecutado y el proyecto implementado, incluidas las obras y actividades para prevención y mitigación de impactos.

En este escenario el supuesto es que se ejecuta el CUSTF, se establece el proyecto y se implementan las medidas de prevención y mitigación de impactos que permiten reducir los efectos negativos y riesgos de pérdida de captura de agua; estas acciones consisten en hacer reforestación de enriquecimiento en las áreas de conservación del predio y restaurar aquellas áreas que no se han de aprovechar por las obras del proyecto y establecer pozos de absorción y canalización eficiente del agua de lluvia.

En el escenario 3 de la captura de agua del proyecto se considera la pérdida de la cobertura vegetal por el proyecto a nivel del predio y las áreas permeables verdes y con obras, así como el establecimiento de un sistema para colecta de aguas pluviales como parte de las medidas de mitigación implementadas por el proyecto.

El escenario indica que mediante las medidas de mitigación como lo son:

- Mantener áreas permeables o verdes en el predio en al menos una superficie de 1.103 hectáreas (44.80% de la superficie del predio).



Plano No. 67 Áreas permeables del proyecto.

- Implementación de pozos de absorción de aguas pluviales, con lo que es factible prever que exista una alta capacidad de infiltración del agua que se colecte sobre las áreas de infraestructura del proyecto. La superficie total de CUSTF es de 1.448 hectáreas y una eficiencia de captura de agua conservadora del 60% con respecto al agua que precipita.

Es posible reducir la afectación a la captura de agua e inclusive, mejorarla como se demuestra en los escenarios que se comparan ya que en el escenario 1 se advierte que la captura de agua es de 7,860.51 m3/año, en tanto que el proyecto en el escenario 3, se capturarán 9,454.11 m3/año, lo que implica una ganancia significativa en la captura de agua con respecto a los escenarios previos.

Cuadro No. 168 Escenario 3 de Captura de agua con CUSTF ejecutado, proyecto implementado con medidas de prevención y mitigación

Escenario	K	P (mm)	CE	Agua que escurre (mm)	Evapo-transpiración (mm)	Captura de agua (mm)	Captura de agua (m3/año)	Superficie (ha)	Captura de agua (m3/año)
Áreas permeables (Cobertura forestal y jardinadas)	0.07	1,302.20	0.0368	47.96	934.97	319.27	3,192.73	1.1030	3,521.59
Areas impermeables por celdas y lagunas de lixiviados y pozos de absorción y colecta de agua	0.28	1,302.20	0.2340	304.68	560.98	436.54	4,365.36	1.3590	5,932.52
						Total	**7,558.09**	**2.4620**	**9,454.11**

A partir de los escenarios realizados, se puede identificar la condición en la cual se encuentra la implementación del proyecto respecto a si se mantienen las tasas de captura de agua o tal factor se ve afectado negativamente.

Es evidente que con la pérdida de cobertura de vegetación se tendrá menos capacidad de infiltración con respecto a su estado natural actual como se observó entre el escenario 1 y 2, sin embargo, al desarrollar el escenario 3, se tiene que la infiltración que se puede obtener en el mismo periodo de tiempo, en que se obtendrían 9,454.1 m3, cifra que es superior a lo calculado en el escenario 1, lo que significa una eficiencia de 20.27% con respecto a la capacidad de infiltración que se tiene actualmente en los polígonos de CUSTF, con lo cual se puede concluir que el proyecto no pone en riesgo este servicio ambiental y que con las medidas de mitigación propuestas, se mitiga el efecto negativo del CUSTF y se mejora la capacidad de recarga de los acuíferos, como se puede observar en el cuadro y en el gráfico que se presentan a continuación.

Cuadro No. 169 Comparación de capacidad de captura de agua para 3 escenarios.

Escenario	Captura de agua (m3/año)	Eficiencia (en %) respecto al Escenario 1
Escenario 1	7,860.51	
Escenario 2	5,572.31	- 29.11
Escenario 3	9,454.11	20.27

En el gráfico se puede evidenciar el comportamiento de los tres escenarios.

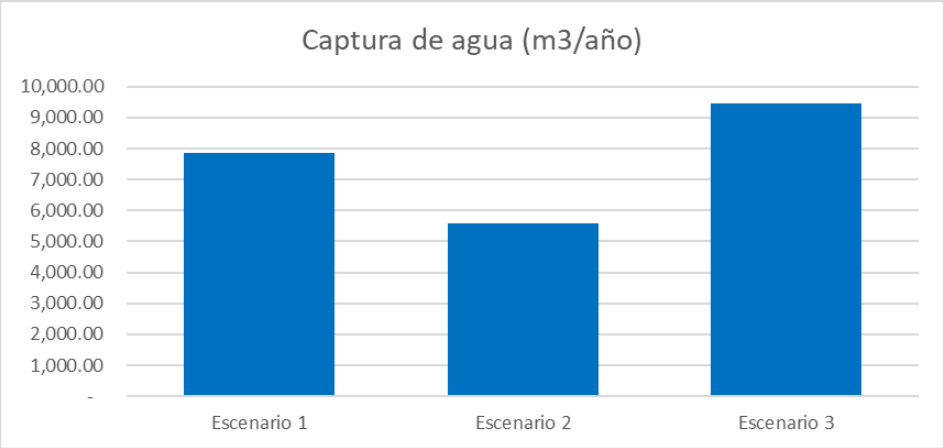


Figura No. 56 Comportamiento de la cantidad de captura de agua considerando tres escenarios.

Por otro lado, el SA del proyecto que es de 4,157.863 hectáreas, con una superficie terrestre de 2,110.41 hhectáreas, la mayoría sobre suelos altamente permeables, lo que permite inferir que los mantos freáticos mantendrán condiciones de ingreso de agua aún con la implementación del proyecto, sobre todo que el predio es costero, por lo que la contribución de agua, no impactará para el caso del abasto de agua dulce, pues el acuífero existente es salobre, debido a la intrusión salina natural en la zona de costa. En este sentido, debido a que el predio es apenas el 0.059%% de la superficie del SA, el impacto en todo caso, se puede considerar puntual, bajo un escenario extremo en que el agua no se pudiera capturar agua, lo cual no es así, ya que se ha demostrado que las acciones de mitigación del proyecto permiten mantener el ingreso del agua hacia el subsuelo, incluso mejorar esta situación.

Por lo anterior se puede concluir que las medidas de mitigación permitirán mantener y mejorar las capacidades de infiltración de agua de calidad al acuífero, por lo que la implementación de las medidas de mitigación para garantizar la captura de agua y su calidad son viables y efectivas para lograr el objetivo.

En conclusión:

Por lo anterior se <u>puede concluir que el proyecto cumple</u> con el supuesto del artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, que señala que se deberá demostrar que las medidas de mitigación propuestas, reducen los efectos negativos del CUSTF del proyecto en las tasas de captación de agua y su calidad.

1.6. Se mitigan los efectos negativos en la capacidad de captura de carbono

Se presentan solamente la estimación para el escenario 3, que se deriva del análisis realizado previamente para los escenarios 1 y 2 y que han permitido identificar el grado del impacto que el CUSTF ocasionará en la capacidad de captura del carbono.

De esta manera, el escenario 3 plantea estimar la capacidad de almacenamiento de carbono en los polígonos de CUSTF del proyecto y el efecto por el CUSTF y la aplicación de medidas de mitigación y compensación.

La capacidad de almacenamiento de carbono es un servicio ambiental que estará impactado por la implementación del CUSTF del proyecto toda vez que el almacenamiento de carbono está relacionado con la biomasa de la vegetación y los suelos, que serán removidos por el CUSTF del proyecto.

De esta manera, en el escenario 1, con las condiciones actuales de la estimación de carbono en los polígonos CUSTF tanto en el suelo como en la biomasa, se estimó un total de **51.030 TonC** como se puede observar en el siguiente cuadro que suma el carbono contenido en el suelo y el carbono contenido en la biomasa.

Cuadro No. 170 Escenario 1 para la Captura total de carbono en polígonos CUSTF en condición actual considerando suelo (COS) y biomasa (CV).

Tipo de cobertura	COS (Ton)	CV (ton)	C TOTAL (ton)
Vegetación de duna costera	0.322	50.708	51.030

Escenario 2. Carbono capturado en polígonos CUSTF, posterior a la ejecución del CUSTF SIN APLICAR MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

La mecánica de cálculo es similar a la anterior, pero en este escenario **se considera que el CUSTF es ejecutado SIN APLICAR MEDIDAS DE MITIGACIÓN**, lo que implica la remoción de la biomasa y la remoción del suelo fértil, por lo que, en sentido estricto, todo el carbono capturado en la superficie de CUSTF, será removido y si no se aplica alguna medida de mitigación, ese carbono será traslocado fuera del predio, perdiéndose la continuidad del ciclo del carbono en el sitio del proyecto.

De esta manera y como ya se ha indicado en el escenario 1, con las condiciones actuales de la estimación de carbono en los polígonos CUSTF tanto en el suelo como en la biomasa, se estima un total de **51.030 TonC** como se puede observar en el siguiente cuadro que suma el carbono contenido en el suelo y el carbono contenido en la biomasa.

Cuadro No. 171 Escenario 1 para la Captura total de carbono en polígonos CUSTF en condición actual considerando suelo (COS) y biomasa (CV).

Tipo de cobertura	COS (Ton)	CV (ton)	C TOTAL (ton)
Vegetación de duna costera	0.322	50.708	51.030

Así las cosas, para el escenario 2, en el que se ejecuta el CUSTF, se habrán de remover las 0.322 TonC capturadas en el suelo y las 50.708 TonC de la biomasa, por lo que el total de carbono que podrá removerse por la ejecución del CUSTF alcanzará las 51.030 TonC como puede observarse en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 172 Escenario 2: Carbono total removido con la ejecución del CUSTF en los polígonos CUSTF considerando suelo (COS) y biomasa (CV).

Tipo de cobertura	COS (Ton)	CV (ton)	C TOTAL (ton)
Vegetación de duna costera	0.322	50.708	51.030

Como consecuencia de la remoción de suelo y biomasa en los polígonos de CUSTF, se asume que la cantidad de carbono que se quedará en este escenario será de cero "0" como se puede apreciar en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 173 Escenario 2 para Cantidad de carbono remanente en suelo y biomasa en polígonos de CUSTF una vez ejecutado el CUSTF SIN APLICAR MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

COS (Ton/Ha)	CV (ton/Ha)	Carbono total (CT) en superficie para CUSTF (Ton)
-	-	-

La pérdida en la capacidad de captura de carbono en la superficie de CUSTF significará a nivel de predio, una afectación de 58.81% por lo que se considera de carácter puntual y el proceso de captura de carbono no tendrá un desequilibrio. Más aún, en el nivel del SA se tendría un impacto del 4.32% con respecto a la cobertura de duna costera estimada para el SA, mientras que, a nivel de la subcuenca, este efecto es aún menor ya que el CUSTF es apenas el 0.044% de la superficie que tiene este tipo de vegetación en la subcuenca donde se ubica el proyecto, por lo que la pérdida de la captura de carbono no será significativa, sin embargo, se aplciarán medidas de mitigación y compensación que se traducen en la estimación del escenario 3, en el cual se demuestra que el proyecto mitiga el impacto en la captura de carbono del predio.

Escenario 3. Carbono capturado posterior a la ejecución del CUSTF APLICANDO MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

Considerando la importancia de mitigar los efectos negativos del CUSTF en la captura de carbono del sitio del proyecto se ha realizado un tercer escenario que incluye medidas de mitigación que permitirán mantener el carbono dentro del predio y con ello mitigar los efectos nocivos del CUSTF en el carbono del predio.

Con la afectación de los polígonos de CUSTF en 1.448 hectáreas del proyecto, se tendría un estimado de pérdida de captura de carbono por el orden de las 51.030 TonC como ha quedado indicado en el escenario 2.

De lo anterior se desprende que las medidas de mitigación deberán acompañar una serie de acciones que permitan mitigar esta afectación, que es el motivo de la estimación en el Escenario 3.

Las medidas de mitigación para reducir los efectos negativos en la captura y la capacidad de almacenamiento de carbono en los polígonos CUSTF del proyecto, se definen en tres conceptos, a saber:

- **Triturado de material vegetal del CUSTF**. Se realizará el triturado de la vegetación que se remueva, por un volumen total de 100.975 m3 vta que se han estimado se obtendrán por la remoción de vegetación de duna costera. Con esta acción y una vez vertido el material triturado que se obtenga, se podrá garantizar que la cantidad de carbono que se tiene en la biomasa afectada del CUSTF, se reintegra al suelo y se mantiene dentro del predio.

- Para el tema del suelo, se propone la **recuperación de suelo** hasta donde sea posible, dadas las características del suelo, que corresponde a un suelo arenoso, con pocas condiciones de suelo orgánico disponible, por lo que se estima tener aproximadamente 5 m3/Ha, lo que implicará rescatar aproximadamente 8.0 m3 de tierra fértil, que será reutilizada en actividades de reforestación, áreas verdes y conservación de suelos dentro del propio proyecto.

- Reubicación de ejemplares rescatados: Como ya se ha indicado, se desarrollará la reubicación de los ejemplares rescatados en las zonas de conservación y áreas jardinadas con el objeto de mantener los individuos de rescate dentro del predio y que, a la vez, con el crecimiento de dichos ejemplares, se promueva la captura de carbono en el largo plazo.

- Conservación de vegetación nativa en 1.014 hectáreas que mantendrán su biomasa y el suelo fértil. También continuaran capturando carbono cuando el proyecto esté operando.

De esta manera se estima que en el escenario 3 se tendría aproximadamente un total de 51.03 TonC reincorporadas al predio con los valores de carbono mantenidos en el predio para el suelo (COS) y la biomasa (CV). Adicionalmente a ello, la superficie de conservación mantendrá su aporte de captura actual para biomasa y suelo, por el orden de las 35.74 tonC

Cuadro No. 174 Cantidad de carbono remanente en suelo y biomasa en el predio una vez ejecutado el CUSTF CON APLICACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

Acciones de Mitigación en el proyecto	Superficie a tratar	Factor de aprovechamiento	COS (Ton/Ha)	CV (ton/Ha)	Carbono total (CT) recuperado	TOTAL RESCATADO EN ÁREA CUSTF
Rescate de tierra orgánica	1.448	1	0.223	-	0.32	51.03
Triturado de residuos vegetales del CUSTF	1.448	1	-	35.019	50.71	
Superficie de conservación (1.014 Ha)	1.014	1	0.223	35.019	35.74	35.74
TOTAL:			**0.445**	**70.038**	**86.77**	**86.77**

De lo anterior se desprende que la captura de carbono con las medidas de mitigación una vez ejecutado el CUSTF en las 1.448 hectáreas, se evitaría la pérdida de carbono, ya que la biomasa y el suelo fértil se recuperarán y reintegrarán al predio.

Adicionalmente se espera que con las medidas de mitigación se mantenga la cobertura nativa y suelo en 1.014 hectáreas del predio, lo que permitirá mantener el carbono de esa superficie, la cual también continuará creciendo y capturando carbono.

Se presenta el cuadro comparativo de los diferentes escenarios y la eficiencia en la aplicación de medidas de mitigación.

Cuadro No. 175 Comparativo de escenarios en la captura de carbono para los polígonos CUSTF del proyecto.

ESCENARIO	C TOTAL (ton/Ha)	Escenarios de estimación de Carbono total CUSTF (Ton)	% comparativo
ESCENARIO 1	35.24	51.03	
ESCENARIO 2		-	- 100.00
ESCENARIO 3	35.24	51.03	-

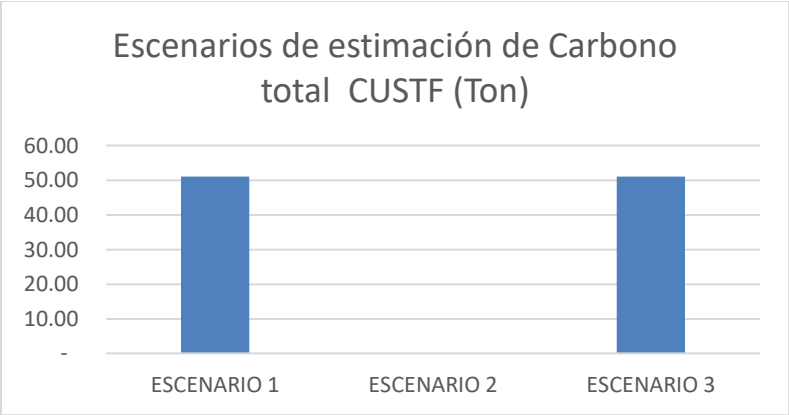


Figura No. 57 Comparativo de escenarios en la captura de carbono para los polígonos CUSTF del proyecto.

Así las cosas, al comparar la pérdida de la captura de carbono en el escenario 2, por no aplicar medidas de mitigación, la estimación es que el 100% del carbono almacenado sería retirado y traslocado hacia otras zonas fuera del predio. Por el contrario, con la aplicación de medidas de mitigación, la pérdida de carbono se ha estimado entonces en un 0.0%, por lo que se puede demostrar que, al aplicar medidas de mitigación propuestas por el proyecto, se estarán mitigando los efectos negativos del CUSTF en la captura de carbono del predio, cumpliendo con uno de los supuestos establecidos en el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

2. Justificación económica y social

Con la publicación del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, este acápite ya no forma parte de la información requerida para los Estudios Técnicos Justificativos para el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por lo que ya no se presenta en este estudio esta información, puesto que, en su caso, la Ley General del Equilibrio Ecológico, no la requiere en el contenido de una Manifestación de Impacto Ambiental.

VII. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

1. Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación.

A fin de establecer acciones a partir de las cuales sea posible prever, mitigar y/o compensar los impactos ambientales identificados por el desarrollo del proyecto, en el presente capítulo se plantean y describen las medidas que permitirán cumplir dicho objetivo, aunado al cumplimiento de lo establecido en el artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), el cual señala que:

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

Con las medidas establecidas se busca reducir los efectos previstos respecto a los componentes al ambiente o a los procesos ecológicos de los ecosistemas, como consecuencia de las actividades del proyecto o bien, evitar que ocurran. Cabe señalar que las acciones de mitigación han sido contempladas desde la planificación del proyecto, ajustándose a una detallada caracterización y zonificación sustentada de los estudios ambientales.

Ahora bien, es por lo antes expuesto que, a continuación, se describirán las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas para el proyecto "Hotel The View", iniciando con la descripción de las medidas de carácter general, para posteriormente describir las de carácter específico que corresponden a cada etapa del proyecto, en las que se incluirán una serie de programas y acciones orientadas a minimizar los impactos ambientales descritos en el capítulo anterior.

Cabe resaltar que las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en este capítulo, se diseñaron tomando en consideración las condiciones ambientales específicas del predio, y se sustentaron en información técnica, así como en instrumentos jurídicos, de planeación y ambientales, vigentes y aplicables al proyecto.

En las matrices descritas en el Capítulo V, se analizaron los indicadores de cambio de un total de 11 factores ambientales, asimismo, se identificaron 27 posibles impactos potenciales que se pudieran generar durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto "Hotel The View".

De los 27 impactos potenciales identificados para el proyecto mediante la matriz de importancia, se encontraron 35 impactos bajos, 32 moderados, 8 severos y 0 críticos. A continuación, se presentan los impactos ambientales identificados por cada factor evaluado.

Cuadro No. 176 Relación de impactos ambientales por cada factor evaluado.

FACTORES	IMPACTOS AMBIENTALES
Aire	Contaminación por emisiones de gases de efecto invernadero y material particulado
	Incremento de niveles de ruidos y vibraciones.
	Cambios en el microclima.
Topografía	Alteración de las formas del terreno
Suelo	Alteración de las propiedades físicas (compactación, estructura, textura, etc.)
	Alteración en la calidad por residuos sólidos, líquidos y sanitarios.
	Pérdida de suelos por remoción y procesos erosivos (hídrica o eólica)
Agua	Cambios en el patrón de drenaje (velocidad y dirección)
	Disminución de la tasa de infiltración
	Incremento en el consumo/requerimiento de agua
	Alteración de la calidad por aporte de sedimentos, residuos sólidos, líquidos y sanitarios.
Paisaje	Modificación del paisaje
	Contaminación visual por aglomeración de maquinaria, materiales y personal
	Apreciación de las cualidades estéticas del paisaje
Flora	Cambios en la densidad de especies.
	Modificación de la cubierta vegetal.
	Disturbio de la vegetación colindante por contaminantes atmosféricos (polvos) y/o impactos indirectos
	Afectación a especies bajo protección y/o endémicas
Fauna	Cambios en la abundancia de especies.

	Cambios en el comportamiento de las especies (alimentación, anidación, reproducción y rutas de migración).
	Molestias por la generación de ruido y vibraciones, así como su posible atropellamiento.
Residuos	Aumento en la generación de RSU, ME y RP
Infraestructura	Mejoramiento de infraestructura e instalaciones turísticas
Servicios	Incremento en la demanda de servicios públicos.
Economía	Generación de Empleos
	Derrama económica por la provisión de servicios locales y adquisición de insumos
	Mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la región

Ahora bien, una vez presentados los impactos identificados, se describirán las medidas de prevención, mitigación y compensación para cada una de las etapas que comprende el proyecto y basadas en cada uno de los factores evaluados, por lo que éstas se dividirán en dos grupos: medidas generales y medidas específicas.

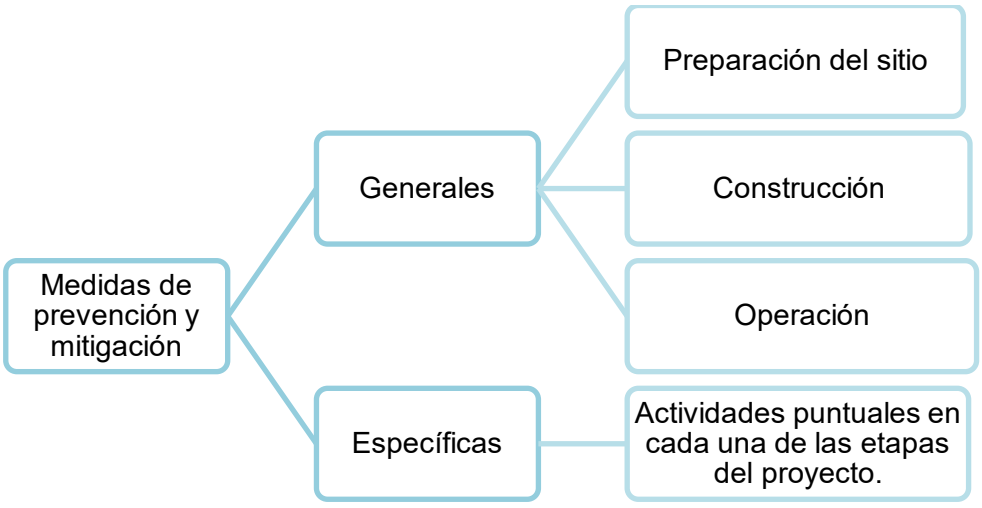


Figura No. 58 Medidas de prevención y mitigación.

2. Aplicación de medidas.

Después de evaluar las condiciones que presenta actualmente el predio, basados en el trabajo de campo y en el conocimiento específico de sus atributos ambientales, se consideró que la mayor parte de las afectaciones potenciales son factibles de ser mitigadas y prevenidas si se toman las siguientes disposiciones:

A fin de establecer herramientas que permitan dar seguimiento y cumplimiento a las medidas de prevención y mitigación que se describirán en los siguientes apartados y aunado al cumplimiento del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez aplicable al proyecto, se diseñaron programas enfocados a la conservación de los recursos naturales presentes en el área de estudio y a la protección del sistema ambiental, mismos que forman parte de la presente Documento Técnico Unificado, los cuales se mencionan a continuación:

- Programa de Rescate de Flora
- Programa de Rescate de Fauna
- Programa Integral de Manejo de Residuos
- Programa de protección y monitoreo de mangles

3. Medidas Generales.

Dada la naturaleza del proyecto, durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del mismo, se llevarán a cabo actividades comunes, por lo que las medidas generales establecidas se agruparon por factor, impacto, etapa, medidas e indicador.

Cuadro No. 177 Agrupación de impactos ambientales susceptibles de generarse por etapa y factor.

Factor	Impacto	Etapa	Medidas	Indicador
Todos	Presencia de personal	**Construcción y operación**	Se llevarán a cabo pláticas de educación ambiental, enfocadas a la protección de los recursos del sitio: flora, fauna, agua, aire. En estas pláticas se abordarán las medidas que se deben implementar en las actividades para proteger dichos recursos, la normatividad que aplica, y las sanciones en caso de no efectuarlas.	Bitácoras de seguimiento de pláticas de educación ambiental. Verificación de la implementación de las medidas específicas para cada factor durante la supervisión ambiental. Bitácora de incidencias y sanciones impuestas a los trabajadores por incumplimiento de

Factor	Impacto	Etapa	Medidas	Indicador
				medidas.
Residuos	Incremento en la generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), de Manejo Especial (ME) y Residuos Peligrosos (RP).	**Preparación construcción y operación**	Colocación de contenedores de basura directamente en fuentes generadoras y dispersos de manera estratégica en las áreas del proyecto. Los contenedores estarán debidamente identificados para facilitar la clasificación de los residuos.	Presencia / ausencia de contenedores. Volumen de acumulación relativo a su capacidad óptima de llenado. Retiro de cada contenedor cuando alcance 70% de su capacidad.
			Reglamento interno de obra y colocación de letreros alusivos para la correcta disposición de los residuos, los cuales se colocarán en las áreas de trabajo. Se llevarán a cabo pláticas enfocadas a la interpretación de los señalamientos y la correcta disposición de los residuos.	Presencia / ausencia de señalización. No. de señalizaciones por rubro a regular. Difusión y conocimiento del reglamento interno de obra.
			Ejecución del Programa Integral de Manejo de Residuos.	Inspección visual de la implementación de medidas de manejo de residuos de los tres tipos.
			Se utilizarán productos en apego con la Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Quintana Roo. De modo que, se prohibirá la adquisición, distribución y uso de popotes de plástico, envases para bebidas, platos, vasos, tazas, cubiertos desechables, productos derivados de poliestireno expandido, bolsas plásticas desechables, anillos plásticos para envases y cualquier otro considerado como prohibido en dicha Ley.	Podrá hacerse constar su implementación a partir de la ausencia de dichos productos y sus residuos en las diferentes áreas del proyecto.
			Se promoverá entre el personal la reducción, reúso y reciclado de los residuos, pretendiendo con esto, además de la reducción en los volúmenes que se generen, mediante la impartición de	Bitácoras de seguimiento de pláticas de educación ambiental.

Factor	Impacto	Etapa	Medidas	Indicador
			pláticas de educación ambiental.	Bitácoras de volúmenes y disposición de residuos reciclables con empresas autorizadas por el Estado. Comprobantes de disposición de los residuos reciclables.
			Se destinará un área para el acopio temporal de los residuos sólidos, para posteriormente entregar aquellos que no resulten susceptibles de reciclaje al servicio de limpia municipal. En tanto que, los que resulten susceptibles de reciclaje, serán dispuestos con empresas recuperadoras-recicladoras.	Existencia y organización de las áreas de acopio de residuos. Volumen de llenado respecto de su capacidad máxima.
			En la etapa operativa, se contemplan un cuarto frío refrigerado para recibir los residuos orgánicos, y un cuarto seco con compartimentos para el acopio diferenciado de residuos inorgánicos, reciclables y no reciclables.	Comprobantes de su disposición a través del servicio de limpia municipal.
			Instalación de sanitaros portátiles durante la preparación del sitio y construcción, a razón de 1 por cada 20 trabajadores, los cuales recibirán limpieza y mantenimiento cada tercer día por parte de la empresa arrendadora.	Baños limpios y en buen estado. Comprobantes de contrato y mantenimiento de los sanitarios.
			Las pilas alcalinas generadas durante la operación del proyecto se almacenarán en un contenedor y se entregarán a una empresa autorizada en su manejo y/o se entregarán al municipio.	Comprobantes de disposición final de las pilas.
			El aceite vegetal que se genere en la cocinas se mantendrá en un tambo o bidones y se resguardará en la bodega con que contará el proyecto, en donde permanecerá hasta su entrega en el programa de reciclaje que implemente el municipio.	Evidencia fotográfica sobre las condiciones de la bodega y los tambos utilizados. Comprobante de la entrega de estos residuos al programa de reciclaje municipal.
			Los residuos peligrosos que se generen durante la preparación del sitio y construcción serán separados de acuerdo a su tipo y colectados en contenedores	Habilitación de un almacén temporal de residuos peligrosos con las especificaciones que

Factor	Impacto	Etapa	Medidas	Indicador
			debidamente etiquetados, al final de la jornada laboral serán trasladados al almacén temporal de residuos peligrosos del proyecto, donde permanecerán hasta su entrega con una empresa autorizada.	marca la normatividad. Bitácora de control de ingreso y disposición temporal de los diferentes tipos de residuos peligrosos generados.
			Durante la operación del proyecto, los residuos peligrosos serán separados de acuerdo a su tipo, colectados en contenedores debidamente etiquetados y serán trasladados al almacén de residuos peligrosos con que contará el condominio, donde permanecerán hasta su disposición final con una empresa autorizada.	Evidencia fotográfica sobre las condiciones de la bodega y los residuos que se almacenan. Comprobante de la entrega de estos residuos con una empresa autorizada.
			Se tendrá siempre a mano la hoja de seguridad de cada sustancia y se clasificarán según la compatibilidad.	Inspección visual y con apoyo de bitácoras de ingreso al almacén la correcta separación de los RP.
			Los recipientes en donde se almacenen los residuos peligrosos deberán estar herméticamente cerrados, rotulados y colocados verticalmente para evitar derrames.	Se verificará visualmente y se constatará mediante evidencia fotográfica que los recipientes se almacenen adecuadamente y se encuentran en buen estado.
			La separación de los RP se llevará a cabo considerando la tabla de incompatibilidad y el código de reactividad establecido en la NOM-054-SEMARNAT-1993 que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005.	Infraestructura adecuada para el almacenamiento temporal de los RP.
			En caso de un evento meteorológico, se retirará al personal del sitio, y se seguirán todas las disposiciones del personal de protección civil. El material que pudiera convertirse en un proyectil por causa de los vientos deberá ser colocado en un área segura y se asegurarán las obras de apoyo.	Contarán con una bitácora de en la que se haga constar que los colaboradores fueron retirados oportunamente. Se verificará que no se mantengan materiales sueltos.

4. Medidas específicas.

Estas medidas serán aplicables a los posibles impactos generados por cada factor en cada una de las etapas de desarrollo del proyecto que no puedan ser mitigados con las medidas generales.

4.1. Estrategias para mitigar los impactos al Aire.

La remoción de la cubierta vegetal en la etapa de preparación del sitio puede participar en la alteración del balance natural del flujo de carbono, ya que reduciría la cantidad de carbono que puede ser fijado por las plantas y podría emitir CO_2 durante la descomposición de la materia orgánica. Sin embargo, en el proyecto se proponen medidas de mitigación para que la vegetación removida sea rescatada o en su caso triturada y utilizada en las áreas de conservación.

La superficie total del predio es de 2.462 ha, correspondientes a 24,628.19 m^2. Para el desplante de las obras que se proponen, se aprovechará una superficie 14,480.0 m^2, que representa el 58.81 % del predio con vegetación de duna costera. La superficie restante, que corresponde a 10,140.0 m^2, que representa el 41.19 % del predio, se destinará para áreas de conservación que seguirán absorbiendo el CO_2.

Por otra parte, durante las actividades de preparación del sitio y construcción se espera la generación de emisiones de gases contaminantes como CO, NOx, SO_2 e hidrocarburos, así como el levantamiento de polvo, derivados del uso de la maquinaria.

Adicionalmente, se espera generar ruido derivado del empleo de equipo y maquinaria, así como por la presencia de personal y el que se genere por el incremento del tránsito vehicular, etc.

Ahora bien, las medidas de mitigación propuestas para los impactos generados al aire tienen como objetivo principal:

- Minimizar la emisión de gases de efecto invernadero y otros contaminantes emitidos al ambiente por el uso de maquinaria, equipo y las actividades de excavación.
- Evitar la afectación al microclima derivado de las actividades de remoción de la vegetación.
- Mitigar la afectación a la fauna por la generación de ruido.

Cuadro No. 178 Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos sobre el factor aire.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Contaminación por emisiones de gases de efecto	Se verificará que la maquinaria antes de ingresar al predio del proyecto se encuentre afinada y en óptimas condiciones mecánicas, para evitar emisiones contaminantes al aire, fuera de	X	X		Equipos y máquinas en buen estado de afinación y funcionamiento.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
invernadero y material particulado	los niveles permitidos por las normas correspondientes.				
	Se llevará a cabo el mantenimiento continuo de las máquinas y equipos que sean utilizados, fuera de la obra en talleres autorizados.	X	X		Ausencia de emisiones de humo (hollín) en los escapes o mofles de los vehículos.
	La maquinaria permanecerá apagada durante periodos de espera o inactividad.	X	X		Verificación visual.
	Se mantendrán desconectados los equipos con motores de combustión interna cuando no se estén utilizando, con la finalidad de reducir las emisiones de NOx y SOx.	X	X		
	Se tendrá siempre en cuenta la dirección del viento para evitar exposiciones a terceros.	X	X		Evidencia fotográfica en la que se haga constar que se llevan a cabo estas actividades.
	Se protegerán los sitios de acopio del material pétreo con lonas y se humedecerán para evitar su dispersión por arrastre del viento.	X	X		
	Se humedecerá el suelo para evitar que durante las actividades de excavación o la circulación de maquinaria se genere polvo en demasía.	X	X		
	Los tanques donde se almacene el gas LP recibirán mantenimiento preventivo.			X	Evidencia fotográfica de estas actividades.
Incremento de niveles de ruidos y vibraciones.	La maquinaria permanecerá apagada durante los lapsos que no se requiera.	X	X		Niveles máximos de ruido permitidos de acuerdo a las normas oficiales mexicanas.
	El horario laboral será de 7:00 a 17:00 h.	X	X		Se verificará que los colaboradores firmen su entrada y salida en la hora indicada y no deberá haber personal en el proyecto antes de las 7:00 ni después de las 17:00
Cambios en el microclima	Se mantendrá como área de conservación 10,140.0 m^2 con vegetación de duna costera, en la cual podrán darse los procesos de absorción de CO_2 de la atmósfera y mitigar una parte del nivel de ruido que se genere.	X	X	X	Mantenimiento de la superficie indicada y condiciones óptimas de la cubierta vegetal de las áreas de conservación.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
					Cuidado y mantenimiento de la totalidad de las áreas de conservación propuestas.

4.2. Estrategias para Mitigar los impactos a la Topografía.

Para el proyecto se ocupará para las obras una superficie de aprovechamiento de 14,480.0 m^2, de tal manera que se modificará la topografía en dicha superficie, que representa el 58.81 % del predio. Esto debido a que se tiene que realizar una remoción de la cubierta vegetal del suelo con uso de maquinaria y equipo mecánico.

Se ha considerado dejar como área de conservación una superficie 10,140.0 m^2 al mismo tiempo que se acondicionará como área ajardinada una superficie de 280.00 m^2 misma que será reforestada con especies provenientes del rescate de flora.

Ahora bien, las medidas de mitigación propuestas para los impactos generados a la topografía tienen como objetivo principal:

- Evitar la afectación de las elevaciones topográficas y condiciones de suelo en las áreas que no sean para el desplante.

Cuadro No. 179 Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos sobre la topografía y el suelo.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Alteraciones de las formas del terreno.	Mantenimiento del 41.19% de la superficie total del predio como área de conservación	X	X	X	Mantenimiento de la superficie indicada y condiciones óptimas de la cubierta vegetal de las áreas verdes de conservación. Volumen del suelo rescatado que será cribado posterior al desmonte de la vegetación. Verificar que únicamente sean excavadas las áreas que se tiene
	Limitar el retiro de suelo natural y las excavaciones únicamente a las zonas de desplante que considera el proyecto.	X	X		
	Respetar las excavaciones propuestas para la cimentación del proyecto.	X	X		

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
					propuestas para el proyecto.

4.3. Estrategias para Mitigar los Impactos en el suelo

El suelo es un factor que se verá afectado en las primeras etapas del proyecto, esto debido a que se realizará la remoción del suelo vegetal para las actividades de desmonte y despalme en la etapa de preparación del sitio. Sin embargo, previo a esta etapa, se llevará a cabo el programa de rescate de flora con la finalidad de recuperar la capa orgánica y el material producido, para que sea triturado y utilizado en el acondicionamiento de las jardineras.

El proyecto se desplantará en un predio con vegetación de duna costera en su totalidad, por lo que, se dejará el primer cordón de dunas con el propósito de crear una barrera natural que evite la erosión, a través de la conservación de las propiedades físicas y biólogas del suelo.

Asimismo, durante la etapa de construcción, las condiciones del suelo se verán impactadas principalmente por las actividades de nivelación, relleno, cimentación y construcción de infraestructura, así como efectos secundarios por la compactación del suelo por el uso constante de maquinaría y descarga de materiales.

El proyecto cuenta con un área de conservación de 10,140.0 m^2, incluyendo vialidades y accesos a la playa construidos a base de hidrocreto, permitiendo el flujo del agua. Por lo que, en conjunto con las áreas ajardinada se cuenta con un área permeable de 1.103 hectáreas que representa el 44.80% del predio. No se realizarán caminos o construcciones alternas previstas a este estudio, debido a que el predio ya cuenta con accesos que permiten el desarrollo de la obra.

Las medidas de mitigación propuestas para los impactos generados, tienen como objetivo principal:

- Minimizar la pérdida de suelo y los cambios en las características del suelo por las actividades de compactación, así como evitar la modificación significativa de los escurrimientos superficiales de agua de la zona.

Cuadro No. 180 Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos sobre el suelo.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Alteración de las propiedades	Se realizará el rescate del suelo posterior al desmonte del terreno en las áreas de aprovechamiento.	X	X		Reutilización del material vegetal obtenido en las

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
físicas (compactación, estructura, textura, etc.) Pérdida de suelos por remoción y procesos erosivos (hídrica o eólica)	El suelo rescatado será cribado y reutilizado en las actividades de rescate de flora y como sustrato para las áreas ajardinadas.		X		actividades de desmonte. Reutilización de los residuos vegetales en las áreas ajardinadas. Se contará con evidencia fotográfica en la que se haga constar que permanece colocada la señalización y malla correspondiente.
	El material vegetal resultante del desmonte será seleccionado para triturarse. Este material vegetal triturado será utilizado posteriormente en las actividades de reforestación como enriquecimiento del sustrato.	X	X		
	Se colocará señalización restrictiva alusiva al cuidado de las áreas de conservación y delimitación de las áreas de aprovechamiento: • Área de conservación. • Deposita la basura en su lugar. • No intervenir con material las áreas de conservación. • No retirar la malla de delimitación Colocación de una malla de delimitación en las áreas de desplante para evitar el acceso peatonal a las áreas de conservación. La malla tendrá que estar separada del suelo por 40 cm para permitir el paso de fauna.	X	X		
Alteración en la calidad por residuos sólidos, líquidos y sanitarios.	Se realizará la instalación de sanitarios, mediante una empresa autorizada para evitar la contaminación a los suelos y mantos acuíferos.	X	X		Manifiestos y comprobantes de las empresas autorizadas.
	Aplicación de un sistema de contención antes derrames para maquinaría, mediante el uso de diques de contención y materiales absorbentes para maquinaria pesada.	X	X		Evidencia fotográfica.
	Correcta gestión de los residuos para evitar su dispersión a terrenos aledaños y acumulación de lixiviados que puedan dañar el suelo, así como el derrame de sustancias peligrosas.	X	X		Aplicación del Plan de Manejo Integral de los Residuos.

4.4. Estrategias para mitigar los impactos al factor Agua.

El proyecto cuenta con áreas permeables que permiten el flujo del agua construidas a base hidrocreto correspondiente a vialidades y accesos a la playa, que en conjunto con las áreas ajardinadas representan un área de 1.103 ha (44.80 % del predio).

La cimentación de los edificios que se proponen, se realizará utilizando pilotes o zapatas corridas (dependiendo de los resultados del estudio de mecánica de suelos), quedando sobre el nivel de suelo natural. Garantizando con ello, la seguridad de las instalaciones y que se mantenga el flujo natural del agua. El agua rodeará los pilotes, por lo que no se interrumpirá el flujo subterráneo.

El agua es un factor que se verá afectado principalmente durante la etapa construcción, esto debido a su uso en las labores de limpieza, riego, actividades de estructura y lavado. El recurso será abastecido por pipas del servicio público que serán almacenadas en tinacos de plástico con una capacidad de 1,000 a 5,000 litros.

Asimismo, las afectaciones al manto freático pueden ser causadas por el manejo inadecuado de sustancias peligrosas como grasas, aceites e hidrocarburos utilizados para la operación de maquinaría.

Por otro lado, durante la etapa operativa se tendrá una demanda constante del recurso agua, para el funcionamiento del hotel. Sin embargo, se implementará sistemas ahorradores de agua para mitigar el impacto. De la misma forma, el Hotel The View cuenta con permisos para que las aguas residuales generadas en la operación sean gestionadas por la planta de tratamiento municipal.

Ahora bien, las medidas descritas en el siguiente cuadro tienen como objetivo principal:

- Favorecer la absorción de agua al subsuelo y permitir el mantenimiento de los flujos hídricos.
- Realizar un uso eficiente del agua.
- Prevenir la contaminación del agua y los mantos acuíferos.

Cuadro No. 181 Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos al factor agua.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Cambios en el patrón de drenaje (velocidad y dirección) Disminución de la tasa de infiltración Incremento en el consumo/	La cimentación de las obras se realizará de acuerdo con los resultados del estudio de mecánica de suelos, con el fin de garantizar la seguridad de las instalaciones, pero también de mantener el flujo natural del agua. De manera que el agua rodee los pilotes y no se interrumpa el flujo subterráneo.	X			Confirmación del tipo de cimentación y sus características a utilizar por áreas del proyecto, y presentación del estudio a la autoridad.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
requerimiento de agua	Las excavaciones requeridas para las albercas, se realizarán en la plataforma de desplante y 1.20 m debajo del nivel de suelo natural, sin llegar al manto freático (3.75 a 5.85 m) y sin afectar el flujo de agua subterránea.	X	X		Verificación de la profundidad de excavaciones y evidencia fotográfica que respalden el cumplimiento de esta medida.
	Se utilizarán vialidades y accesos a la playa hechos a base de hidrocreto, un material permeable que permite infiltración del agua. Se considera una superficie permeable de 1.103 ha que representa el 44.80 % del predio, que incluye las áreas de conservación (1.0140 ha) y las áreas no techadas permeables construidas de hidrocreto como vialidades, accesos a la playa y áreas ajardinadas.		X		Comprobante de la adquisición de materiales permeables para la conformación de las obras que se mencionan. Verificación de la superficie permeable.
	Delimitación y señalización de las áreas de conservación para evitar afectaciones y que el agua siga infiltrándose hacia el subsuelo en ellas.	X	X		Conformación e integridad de las áreas de conservación.
	Mantenimiento de la superficie indicada como área de conservación con vegetación natural.	X	X	X	
	En las azoteas de los edificios, se colocará un sistema de bajantes pluviales con decantadores para retener los sólidos, los cuales se conducirán hacia las áreas ajardinadas, manteniendo con ello la recarga del acuífero.		X	X	Mantenimiento de los bajantes pluviales que se habilitará en el predio.
Alteración de la calidad por aporte de sedimentos, residuos sólidos, líquidos y sanitarios.	Se realizará la instalación de sanitarios, mediante una empresa autorizada para evitar la contaminación a los mantos acuíferos y darles un correcto tratamiento a las aguas residuales.	X	X		Manifiestos y comprobantes de las empresas autorizadas.
	Aplicación de un sistema de contención antes derrames para maquinaría, mediante el uso de diques de contención y materiales absorbentes para maquinaria pesada.	X	X		Evidencia fotográfica.
	Correcta gestión de los residuos para evitar su dispersión a cuerpos de agua.	X	X		Aplicación del Plan de Manejo Integral de los Residuos.

4.5. Estrategias para mitigar los impactos al factor Paisaje.

El paisaje se verá modificado de manera negativa durante las actividades de preparación del sitio y construcción, principalmente por la remoción de la vegetación, así como por la presencia de maquinaria y de personal. Sin embargo, será delimitado con malla durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, por lo que sólo se percibirán la parte de los edificios que sobresaldrá de la vegetación.

Por lo que con las medidas propuestas se busca:

- Minimizar la afectación del paisaje de la zona y la incorporación a la imagen urbanística.

Cuadro No. 182 Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos generados por la modificación al paisaje.

IMPACTO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPA			INDICADOR
		P	C	O	
Modificación del paisaje. Contaminación visual por aglomeración de maquinaria, materiales y personal. Apreciación de las cualidades estéticas del paisaje	Delimitación de las áreas con malla electrosoldada y potencialmente con cubierta plástica para disminuir el impacto visual de las obras.	X	X		Visualización de un concepto arquitectónico armonioso acorde con el concepto de la zona. Vegetación libre de residuos dispersos. Predio y sus colindancias libres de residuos sólidos dispersos. Ingreso controlado de maquinaria. Mantenimiento y limpieza de las instalaciones del proyecto.
	Diseño arquitectónico armonioso con el paisaje urbano de la Zona Hotelera de Cancún.		X	X	
	Las áreas de conservación y reforestación se mantendrán en buen estado con ejemplares de especies nativas.			X	
	Manejo adecuado de los residuos para evitar su dispersión y evitar dar un mal aspecto.	X	X		
	Ingreso de maquinaria y equipo de trabajo únicamente cuando éste se vaya a ocupar.	X	X		

4.6. Estrategias para mitigar los impactos al factor Flora.

Una de las actividades iniciales al desarrollar el proyecto, es la reducción de cobertura vegetal, actividad que causa el mayor impacto sobre la vegetación y a su vez a la fauna provocando en primera instancia la fragmentación de los ecosistemas y la modificación del microclima, afectando con ello los gradientes de temperatura y precipitación, así como cambios en las características del suelo y del paisaje. Al mismo tiempo, se provoca la pérdida de hábitats, situación que trae consigo cambios en la abundancia y la distribución de las especies, dentro del sitio donde pretende llevarse a cabo el proyecto y el sistema ambiental, de igual forma se puede causar la afectación a especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y especies endémicas.

El proyecto se encuentra ubicado en un predio donde se desarrolla una vegetación de duna costera en su totalidad. Las obras se desplantarán después del primer cordón de dunas, aprovechando un área de 14,480.0 m^2 que representa el 58.81 % del predio, donde se llevará a cabo la remoción de la vegetación costera.

Se mantendrá como área de conservación 10,140.0 m^2, que representan el 41.19 % del total del predio, esta se mantendrá sin afectar con una vegetación de duna costera en condiciones naturales.

En el predio se registraron dos especies de flora incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual se encuentra en la categoría de Amenazadas.

Cuadro No. 183 Especies presentes en el área de estudio enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. A-Amenazada, P-Peligro de extinción, Pr-Sujeta a protección especial, E-Endémica, NE-No Endémica.

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Estatus	Distribución
Arecaceae	*Coccothrinax readii*	Nak'as	A	E
Arecaceae	*Thrinax radiata*	Chit	A	E

Por lo antes expuesto y de acuerdo con los impactos que el desarrollo del proyecto causará, las medidas de mitigación implementadas para estos impactos tienen como objetivo:

- Rescatar el mayor número de ejemplares susceptibles de ello, y garantizar la sobrevivencia de los mismos para posteriormente ser reincorporados al medio, poniendo especial atención a las especies de flora enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Proteger y mantener las condiciones ambientales de las áreas de conservación del proyecto en sus etapas de conformación y operación.
- Reforestar las áreas verdes ajardinadas y otras que así lo requieran y que no serán utilizadas para dar continuidad a la cobertura vegetal.

Cuadro No. 184 Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos sobre la vegetación.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Cambios en la densidad de especies. Modificación de la cubierta vegetal. Disturbio de la vegetación colindante por contaminantes atmosféricos (polvos) y/o impactos indirectos Afectación a especies bajo protección y/o endémicas	El proyecto mantendrá como área de conservación 10,140.0 m^2 con vegetación de duna costera, delimitando las zonas de aprovechamiento para que las áreas de conservación no se afecten durando la construcción.	X	X	X	Presencia y condición de la malla electro soldada que delimita el área de conservación. Conformación del proyecto y sus obras de acuerdo con lo establecido en el presente DTU-B. Verificación de la superficie y condiciones óptimas de la vegetación en las áreas de conservación del proyecto. Presencia o ausencia de materiales de obra sobre la vegetación natural. Presencia y cumplimiento de reglamento de obra. Impartición de capacitación ambiental al personal de obra. Presencia de señales informativas y restrictivas. Presencia o ausencia de
	Las áreas que serán intervenidas deberán de estar delimitadas con una malla electrosoldada para evitar que los operadores de las máquinas y trabajadores afecten las áreas que no son parte del aprovechamiento. La malla tendrá que estar separada del suelo por 40 cm para permitir el paso de fauna.	X	X		
	El predio se dividirá en dos secciones, donde queden las obras y donde se mantengan las áreas de conservación, a fin de que eventualmente la fauna transite por las áreas de conservación que están aledañas a las obras.				
	Las actividades de desmonte serán supervisadas por personal capacitado con la finalidad de evitar la afectación innecesaria a la vegetación, quién podrá ordenar en todo momento la inmediata detención de las actividades.	X			
	Se vigilará que no se deposite material vegetal o de construcción alguno sobre la vegetación que no será intervenida.	X	X		
	El material vegetal resultante del desmonte será seleccionado para triturarse. Este material vegetal triturado será utilizado posteriormente en las actividades de reforestación del proyecto.	X	X		
	Se colocarán letreros de señalización para evitar que se invadan las áreas con vegetación destinadas a conservación: • Área de conservación.	X	X		

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
	• No depositar material en esta área. • Deposita la basura en su lugar. • No retirar el mallado.				residuos sólidos en áreas de conservación. Mantenimiento de las plantas en área de conservación. Porcentaje de sobrevivencia y estado fitosanitario de los ejemplares rescatados. Adaptación y sobrevivencia de las especies trasplantadas en las áreas ajardinadas.
	Se llevarán a cabo las actividades de rescate de vegetación conforme a las acciones establecidas en el Programa de Rescate de flora, en el cual se establecen las especies y número de ejemplares a rescatar.	X			
	En las actividades de rescate de vegetación se dará prioridad a especies de mayor importancia ecológica y plantas jóvenes, ya que son las que tiene más probabilidades de sobrevivencia.	X			
	El rescate de la vegetación se realizará en las primeras horas del día para evitar el daño de las raíces por la exposición al sol y al viento.	X			
	Mantenimiento de las plantas rescatadas en una zona dentro del predio acondicionada para su adaptación al trasplante.	X	X		
	Se mantendrán sin alteraciones las áreas destinadas a conservación.	X	X	X	
	Se dará el cuidado necesario a las plantas rescatadas con la finalidad de mantenerlas aclimatadas y en óptimas condiciones, hasta su posterior trasplante en las zonas de reforestación.	X	X		

4.7. Estrategias para mitigar los impactos al factor Fauna.

El desmonte es una de las actividades que más impactos generan sobre la fauna silvestre, ya sea un bosque bien conservado o una vegetación en algún estado de sucesión, siempre funciona como zona de refugio, alimentación o reproducción para animales, sin embargo, mientras más conservada se encuentre la vegetación, presta mayores y mejores servicios ambientales. De esta manera, al realizar el desmonte de la vegetación del área de aprovechamiento también se afectará la fauna, provocando su desplazamiento hacia los predios aledaños, disminuyendo el número de ejemplares que transitan por el área durante las actividades del proyecto.

El proyecto ocupará para las obras una superficie de aprovechamiento de 14,480.0 m^2, que representa el 58.81 % del predio, mismo que será transformado para las actividades de remoción de vegetación. El impacto relativo a la fragmentación del hábitat de la fauna, se producirá al realizar la construcción de dichas obras, debido a que se dividirá el predio en dos secciones, una donde estarán las obras y la otra que corresponde a las áreas con vegetación, lo que limitará en cierto nivel el movimiento libre de fauna en el área que ocupan.

Se realizó una recopilación de diferentes estudios de fauna en la zona de interés del proyecto Hotel The View, donde se encontró la posibilidad de que predominen especies adaptadas a la perturbación antropogénica, como el Zanate (*Q. mexicanus*), la Iguana rayada (*C. similis*) y la Lagartija común (*A. sagrei*).

Asimismo, se catalogó que podrían encontrar especies registrada en la NOM-059-SEMARNAT- 2010 y especies endémicas de la zona donde se desplantará el proyecto. Las especies se enlistan a continuación:

Cuadro No. 185 Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos sobre la fauna.

Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	
				Categoría	Distribución
Aves	Psittacidae	*Aratinga nana*	Perico pechisucio	Pr	NE
	Vireonidae	*Vireo pallens*	Vireo manglero	Pr	NE
Reptiles	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana	A	NE

4.8. Estrategias para minimizar el impacto al incremento de residuos.

Uno de los factores que presenta mayor preocupación debido a la cantidad y volumen que se genera son los residuos sólidos provenientes de las actividades de construcción y posteriormente en la operación de un proyecto. Los residuos generados están relacionados con la dimensión y el tipo del proyecto que se va a construir, van desde los generados por los trabajadores, hasta las sustancias químicas que se utilizan para las actividades de acabados. El impacto que genera una mala gestión de los residuos puede repercutir en la contaminación de mantos acuíferos, el suelo, el aire y los océanos, así como la calidad de vida de las personas.

Los residuos sólidos urbanos (RSU) son aquellos generados en casa habitación y que son eliminados como los productos que se consumen, sus embalajes o empaques. Los residuos de Manejo Especial (RME) son los que se generan en mayor cantidad en los proyectos de construcción, ya que estos son los producidos por grandes generadores y pueden ser escombros, madera, fierros, aguas residuales, etc. Por último, los residuos peligrosos (RP) son aquellos que posean alguna característica CRETIB (Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable, Biológico-infeccioso).

Es por lo que, el hotel The View, contará con infraestructura necesaria para garantizar un manejo adecuado de los residuos que se generen desde la etapa de preparación del sitio hasta la operación del hotel. Evitando su dispersión a terrenos aledaños, a las áreas con vegetación o hacia el mar.

De acuerdo con lo anterior se tendrá como objetivo principal:

- Establecer medidas para la correcta gestión de los residuos generados en cada etapa
- Realizar el correcto almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos generados.
- Establecer medidas para la correcta gestión de residuos peligrosos.

Cuadro No. 186 Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos sobre la generación de residuos.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACION	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Aumento en la generación de RSU, ME y RP	Se contemplan dos cámaras de basura para el acopio temporal de los residuos sólidos. Una de las cámaras será un cuarto frío refrigerado para recibir los residuos orgánicos, y la otra corresponde a un cuarto seco con compartimentos para el acopio diferenciado de residuos inorgánicos, reciclables y no reciclables.			X	Verificación de construcción de cámaras de acopio, durante la construcción del proyecto.
	Gestionar el acopio de residuos mediante contenedores de acuerdo con la necesidad del área, que estén etiquetados como biorresiduos, recuperables y no recuperables.	X	X	X	Evidencia fotográfica. Impartición de capacitación ambiental al personal de obra. Bitácoras de retiro de basura, donde se demuestre la separación.
	No sobrepasar la capacidad de los contenedores. Realizar el retiro de las bolsas cuando su capacidad esté en un 80%.		X	X	

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACION	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
	Realizar la separación los residuos recuperables como PET, cartón, latas, papel, etc.		X	X	
	Disponer de un área específico para el almacenamiento de RSU, ME y RP, que se encuentre señalado y delimitado.		X	X	Evidencia fotográfica del sitio destinado para almacenamiento de residuos.
	Proponer el convenio con proveedores autorizados para el retiro y disposición final de los residuos.	X	X	X	Manifiestos y comprobantes de las empresas autorizadas.
	Evitar el uso de plásticos de un uso, popotes, bolsas plásticas, desechables.		X	X	Recorridos de supervisión ambiental para verificar la disminución de plásticos.

4.9. Estrategias para minimizar el impacto en la demanda de servicios.

La demanda de servicios es un impacto considerado principalmente para la etapa de operación, debido a que el consumo en los servicios de energía eléctrica y agua aumentan de forma casi permanente durante la vida útil del proyecto.

Debido a que se trata de un impacto negativo y permanente se tendrá como objetivo principal:

- Reducir el consumo de energía eléctrica y agua a través de la aplicación y uso de ecotecnologías.

Cuadro No. 187 Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos sobre la demanda de servicios.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACION	ETAPAS		INDICADORES
		C	O	
Incremento en la demanda de servicios públicos.	Se realizará la conexión a la red de suministro proporcionada por la Comisión Federal de Electricidad y para reducir su consumo se contempla el uso de aparatos enérgicamente más eficientes.		X	Mantenimiento de las fuentes de luz y luminarias. Uso de equipos energéticamente más eficientes.
	Se considera el uso de sistemas ahorradores de agua y promover entre los habitantes y usuarios del proyecto, el ahorro de este recurso.	X	X	
	Se evitará el desperdicio del agua	X	X	Bitácoras de seguimiento de pláticas de educación ambiental. Mantenimiento periódico de la instalación de agua.
	Las aguas residuales se gestionarán a través de la planta de tratamiento municipal		X	
	Se colocará un sistema de bajantes pluviales con decantadores para retener sólidos, los cuales conducirán el agua recolectada hacía una cisterna para su almacenamiento y posterior uso en las áreas ajardinadas y de mantenimiento		x	

5. Medidas específicas para cumplir con los supuestos del artículo 93 de la LGDFS.

5.1. MEDIDAS QUE SE CONSIDERAN PARA GARANTIZAR QUE SE MITIGAN EFECTOS NEGATIVOS OCASIONADOS POR EL CUSTF EN EL DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA O LA DISMINUCIÓN EN SU CAPTACIÓN.

Ya se han indicado las medidas que se habrán de implementar para evitar, mitigar o compensar los impactos del proyecto en el factor agua. A continuación, se destacan aquellos de mayor relevancia y que se implementan para mitigar el CUSTF.

Medidas para mitigar los efectos negativos del CUSTF en el factor Agua.

- Se propone un sistema constructivo de las estructuras del plan maestro, basado en pilotes o zapatas corridas para reducir afectaciones en las escorrentías subterráneas.
- Establecer pozos de absorción y canalización de agua de lluvia.
- Vialidades y accesos a base de hidrocreto permeable que permite la infiltración de agua.
- Se mantiene el 41.19% de la superficie total del predio con áreas verdes nativas.
- Se tendrá una superficie permeable por el orden de las 1.103 hectáreas que significan el 44.80% de la superficie total del proyecto.
- Se incorporan tecnologías de uso eficiente del agua para los mecanismos de uso y servicios.
- El proyecto contará con mecanismo de captura de agua de agua pluvial para almacenamiento y uso en servicios operativos del hotel.
- Vertido de material vegetal triturado y de suelo como actividades para incrementar las tasas de percolación de agua al subsuelo.
- Implementación del programa de manejo de residuos sólidos y líquidos y de residuos peligrosos y de manejo especial que se anexa al presente estudio.

5.2. MEDIDAS QUE SE CONSIDERAN PARA GARANTIZAR QUE SE MITIGAN LOS EFECTOS NEGATIVOS DEL CUSTF EN LA PÉRDIDA DE SUELOS

Ya se han indicado las medidas que se habrán de implementar para evitar, mitigar o compensar los impactos del proyecto en el factor suelo. A continuación, se destacan aquellos de mayor relevancia y que se implementan para mitigar el CUSTF.

Medidas para mitigar los efectos negativos del CUSTF en el factor Suelo.

- Recuperación de suelo orgánico en polígonos CUSTF para su uso en actividades de reforestación.
- Triturado de material vegetal y vertido en las áreas de conservación, reforestación para protección de suelo y reducción de tasas de erosión de suelos.
- Se mantiene el 41.19% de la superficie total del predio con áreas verdes con vegetación nativa de duna costera.

- Se tendrá una superficie permeable por el orden de las 1.103 hectáreas que significan el 44.80% de la superficie total del proyecto donde las tasas de erosión serán mínimas.
- Implementación del programa de manejo de residuos sólidos y líquidos y de residuos peligrosos y de manejo especial que se anexa al presente estudio.

5.3. MEDIDAS QUE SE CONSIDERAN PARA GARANTIZAR QUE SE MITIGAN LOS EFECTOS NEGATIVOS DEL CUSTF EN LA CAPTURA DE CARBONO

Las medidas de mitigación para reducir los efectos negativos en la captura y la capacidad de almacenamiento de carbono en los polígonos CUSTF del proyecto, se definen en tres conceptos, a saber:

- **Triturado de material vegetal del CUSTF**. Se realizará el triturado de la vegetación que se remueva. Con esta acción y una vez vertido el material triturado que se obtenga, se podrá garantizar que la cantidad de carbono que se tiene en la biomasa afectada del CUSTF, se reintegra al suelo y se mantiene dentro del predio.

- Para el tema del suelo, se propone la recuperación de suelo y obtener tierra fértil, que será reutilizada en actividades de reforestación, áreas verdes y conservación de suelos dentro del propio proyecto.

- Mantener 1.014 hectáreas con vegetación nativa que significan el 41.19% de la superficie total del predio.

- Reforestación: Como ya se ha indicado, se desarrollará reforestación de los individuos rescatados en las áreas verdes del proyecto.

5.4. MEDIDAS A CONSIDERAR PARA GARANTIZAR QUE LA BIODIVERSIDAD DE LOS ECOSISTEMAS AFECTADOS POR EL CUSTF SE MANTIENE.

Ya se han indicado las medidas que se habrán de implementar para evitar, mitigar o compensar los impactos del proyecto en el factor flora y fauna. A continuación, se destacan aquellos de mayor relevancia y que se implementan para mitigar el CUSTF.

- El proyecto mantiene una cobertura del 41.19% con vegetación natural actual por lo que las especies de los ecosistemas permanecen *in situ*.
- Se implementará un programa de rescate de flora y reubicación de ejemplares rescatados.
- Se implementará un programa de rescate y reubicación de fauna que se anexa al presente estudio.

6. Impactos residuales.

Se entiende por impacto residual al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación, por la naturaleza misma del proyecto, se considera que en este caso los impactos residuales se restringen al área donde se ubicará estrictamente la infraestructura de la obra y por tanto a la pérdida de cobertura vegetal y ocupación permanente será en una superficie de 1.448 hectáreas.

En materia de medidas de mitigación; la recuperación de suelo y la trituración de residuos y su vertimiento en áreas verdes reducen el impacto del proyecto. Los diversos programas también previenen y desarrollan acciones para la mitigación y compensación de impacto: rescate de flora y fauna, reforestación; manejo de residuos sólidos y líquidos urbanos y residuos sólidos y líquidos peligrosos y de manejo especial, entre otros, reducen los impactos de carácter residual identificados por el análisis del proyecto, realizado en este estudio.

7. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo.

Con la reciente publicación del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, esta información ya no es requerida para los Estudios Técnicos Justificativos de Cambio de Uso del suelo en Terrenos Forestales, y toda vez que la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente no la requiere para la Manifestación de Impacto Ambiental, por lo que ya no se desarrollará esta información en este acápite.

VIII.PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

Como se ha comentado, el ámbito regional del proyecto está relacionado con un uso de suelo destinado, por los instrumentos de política ambiental y de desarrollo urbano, al aprovechamiento turístico hotelero y de servicios, sumándose a las obras de esta misma naturaleza que ya existen en el SA.

La propuesta del Hotel The View está considerando los parámetros tanto de COS como de CUS y Densidad establecidos por los ordenamientos ambiental y urbano que le aplican al predio, cumpliendo con todos y cada uno de ellos, inclusive, con propuestas que están por debajo de los límites máximos permitidos, como es el caso del COS y el CUS y Densidad, lo que ya se ha demostrado en este estudio; o de la superficie permeable que es mayor al mínimo previsto por la ley estatal que le aplica.

Con respecto a los supuestos del artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, este estudio ha permitido demostrar que el proyecto promueve medidas de prevención, mitigación y/o compensación con las que se garantiza que la biodiversidad de los ecosistemas afectados por el CUSTF se mantiene, que la erosión de suelos, la captación de agua y la captura de carbono se mitigan.

La implementación del proyecto estará acorde con la planeación del desarrollo que se ha establecido para la tercera etapa de la zona Hotelera de Cancún, por lo que el proyecto está acorde con la carga planeada para la zona.

En este sentido, se pueden considerar tres escenarios de impacto en los factores ambiental del Sistema Ambiental: en primer término, al escenario sin proyecto, seguido de otro escenario con proyecto, pero sin aplicar medidas de prevención y mitigación y, finalmente, un tercer escenario que incluye al proyecto con sus medidas de prevención y mitigación.

1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

En este caso los terrenos no son aprovechados de ninguna forma y conserva sus características naturales. El Lote 3 mantiene la cobertura actual con los servicios ambientales actualmente se proporcionan al SA.

La aparición de nuevos desarrollos turísticos hoteleros y de servicios turísticos, dará un valor agregado al terreno. Si se pone a la venta, el terreno sería apto para, de manera individual o fusionado con los terrenos adyacentes, se realice la construcción de un desarrollo de mayor envergadura, dentro de los límites del ordenamiento. Recordando que el ordenamiento ecológico local vigente determina para las UGA's que le aplican consideran una Política Ambiental de Aprovechamiento y un Uso predominante de Turístico Hotelero.

Debido a la presencia de proyectos de complejos hoteleros y de servicios turísticos en la zona del SA y al Boulevard Kukulkán, el predio cuenta con un ecosistema fragmentado y casi aislado.

La posibilidad de no usarlo, puede a la larga, motivar su pérdida de biodiversidad, por la falta de manejo, presencia de plagas o de incendios forestales, sobre todo posterior al paso de los huracanes. De esta manera, las condiciones de la cobertura vegetal serán de degradación y pérdida de la biodiversidad, como un escenario extremo, dado que no habría interés de cuidar y proteger las condiciones actuales del propietario, al no generar ingresos económicos o ambientales para su dueño.

2. Descripción y análisis del escenario con proyecto.

Este escenario considera que, al implementar el proyecto sin medidas de mitigación, prevención y/o compensación. No se considera posible que el proyecto se realice sin dichas medidas ya que al final del proceso, se tendría un proceso de degradación y contaminación en las tres etapas, lo cual aceleraría los procesos de degradación de la cobertura vegetal actual y se contaminarían los mantos acuíferos y posiblemente, los arrecifes ubicados en el frente de la zona costera, lo cual redundaría en un proceso que facilitará la degradación del SA.

El resultado final es similar en ambos escenarios por el hecho de que con o sin medidas de mitigación existen límites impuestos al proyecto por el POEL del municipio de Benito Juárez, mismos que se observan desde el principio del proyecto, sin embargo, el no realizar medidas de prevención, mitigación y/o compensación, se pondría en riesgo la biodiversidad, la captura y calidad de agua y se acrecentaría la pérdida de suelo y se reduciría el carbono capturado en el predio, entre otros factores ambientales.

Sin implementar las medidas de prevención, mitigación y/o compensación también podríamos esperar lo siguiente:

- Que se pierda los ejemplares de las especies marcadas en la NOM-059- SEMARNAT-2010 como lo son la palma chit y la afectación a fauna importante en el predio al no llevar a cabo un rescate de flora y fauna en el área de construcción del proyecto.
- La superficie total de áreas verdes naturales en buen estado no se mantiene, según lo dispuesto en el ordenamiento aplicable.
- Durante el desarrollo del proyecto, para este ecenario, no se consideran todas las medidas posibles orientadas a evitar la contaminación por prácticas de trabajo inadecuadas. Durante las primeras etapas se puede presentar contaminación fecal de la zona, enfermedades entre el personal de construcción, derrames al medio ambiente de pequeños volúmenes de contaminantes y contaminación por manejo inadecuado de residuos sólidos y líquidos urbanos o, peor aún, residuos sólidos y líquidos peligrosos que afectarían los cuerpos de agua superficiales del predio, el acuífero y posiblemente la zona arrecifal localizada frente a la playa del proyecto.

3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.

En este escenario se considera que el proyecto se ha construido y la cobertura del predio y el paisaje sufrió cambios, ya que, en lugar de una zona de vegetación predominante de Duna Costera, se tendrán estructuras hoteleras y de servicios y logística rodeada de vegetación, en un entorno natural. Estas estructuras no representarán un impacto visual, como elemento ajeno al paisaje urbano-natural de la zona hotelera, evitando contrastes marcados.

El cambio más notable es cambio de uso de suelo de superficie forestal por un total de 1.448 hectáreas, que será el área de despalme para el proyecto. Sin embargo, el proyecto incluye medidas de compensación en beneficio de las condiciones ambientales del predio, dejando una superficie de 1.0140 hectáreas, equivalente al 41.19% de la vegetación que actualmente tiene el predio, para la conservación *in situ* de la vegetación existente, adicionalmente se realizará un rescate de especies de valor ambiental como la palma chit y el nakax que estén en el área de construcción del proyecto, para ser trasplantadas en el mismo predio como una medida de mitigación.

El proyecto corresponde a un proyecto turístico hotelero que cumple y es compatible con los criterios ecológicos de la POEL del municipio de Benito Juárez y el PMDUBJ que le aplica, por lo que el uso del suelo propuesto es compatible con el proyecto.

No se contempla la apertura de caminos o vialidades, toda vez que el acceso ya está garantizado a través del Boulevard Kukulkán, de la Zona Hotelera de Cancún, colindante al predio.

Aunque en mediana escala, se han mejorado la oferta de los empleos locales, y las condiciones económicas de los residentes de Cancún y otras poblaciones cercanas. El proyecto dará empleo a mano de obra calificada y no calificada directa e indirecta desde el proceso de planeación y preparación del sitio, construcción y operación, así como en el mantenimiento de las estructuras del proyecto.

Las aguas residuales serán enviadas a la planta de tratamiento del municipio de Benito Juárez, por lo que el riesgo de contaminación está contenido por lo que se evitará la contaminación del suelo y agua dentro del predio (superficial y subterránea) y en la zona de playa y arrecifal, al no realizar ninguna descarga al medio.

La aplicación de diversos programas en las tres etapas del proyecto permitirá prevenir, reducir y/o compensar riesgos e impactos del proyecto en los diferentes factores ambientales del medio físico y biótico como ha quedado demostrado en este proyecto.

4. Programa de manejo ambiental.

El encargado y el Promovente de la obra estará a cargo del cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas y serán responsables de su cumplimiento, así mismo será evidente el respeto de las mismas ya que al finalizar la construcción en el predio se deberá contar con un área de vegetación nativa y/o reforestación y/o zona de conservación dentro del predio, como se establece en el plan maestro, lo cual será fácilmente observable y verificable.

Se presentarán reportes de seguimiento de términos y condicionantes cada seis meses o con la periodicidad que la Autoridad lo determine donde se presenten fotografías y descripciones detalladas de las obras, su avance y el cumplimiento de las medidas que sean autorizadas a realizarse, lo cual incluye documentales de los servicios que se han comprometido en materia de manejo de residuos sólidos, residuos líquidos, entre otros.

No se prevé que la zona o área marina pueda sufrir cambios en sus parámetros ya que no se realizará en ella ningún tipo de descarga de líquidos ó sólidos puesto que independientemente de la legislación, se contará con una red de drenaje sanitario y pluvial separada.

IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

1. Presentación de la información.

De acuerdo al artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entregan **dos ejemplares impresos del Documento Técnico Unificado Modalidad B y 4 en archivo electrónico**. De los cuales, uno de los impresos y con 3 copias en archivo electrónico serán los utilizados en la evaluación y los restantes serán utilizados para consulta pública, en cuyo caso se eliminará la información confidencial. Asimismo, el DTU Modalidad B deberá incluir en el archivo electrónico, las imágenes, planos e información que complemente el estudio.

2. Cartografía.

Para la ubicación y superficie del predio o conjunto de predios y la delimitación de aquella en la que se pretenda realizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, es necesario identificarlos mediante planos georreferenciados, como se señala en el artículo 121 fracción II del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. **SE PRESENTAN LOS PLANOS EN EL ANEXO CORRESPONDIENTE. TODOS ESTAN DEBIDAMENTE GEOREFERENCIADOS Y CON LA INFORMACIÓN Y ESCALAS PERTINENTES.**

3. Fotografías.

Se remite en formato electrónico una memoria fotográfica de las actividades y lo observado en el predio.

4. Videos

No hay video.

5. Otros anexos

Se incorpora la documentación de carácter legal del promovente y la propiedad del predio, así como programas diversos que se incorporan como parte del estudio, entre otros.

6. Memorias

Inventario forestal: Se incorporan los datos de las fichas de campo obtenidas en los sitios de muestro del inventario forestal.