DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - B PROYECTO:

"CASA HABITACIÓN ZULA"



RESERVA DE LA BIOSFERA DE SIAN KA'AN,

MUNICIPIO DE TULUM

ESTADO DE QUINTANA ROO

ENERO 2025

INDICE

INDICE GENERAL 2

Índice de Tablas 7

Índice de Figuras 13

RESUMEN EJECUTIVO. 16

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE 32

I.1 Datos Generales del proyecto. 32

I.1.1 Nombre del proyecto. 32

I.1.2. Ubicación del proyecto. 32

I.1.3. Duración del proyecto. 32

I.2. Datos Generales del promovente. 32

I.2.1 Nombre o Razón Social. 32

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes. 32

I.2.3 Datos del Representante Legal. 32

I.2.4 Dirección del Promovente para oír y recibir notificaciones. 33

I.3. Responsable de la elaboración del documento técnico unificado. 33

I.3.1 Nombre del Responsable Técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental. 33

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP. 33

I.3.3 Dirección del Responsable técnico del documento. 33

I.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. 34

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 35

II.1. Información General. 35

II.1.1 Naturaleza del proyecto. 35

II.1.2	Objetivo del proyecto.	47
II.1.3	Ubicación física.	48
II.1.4	Urbanización del área.	50
II.1.5	Inversión requerida.	51
II.2.	Características particulares del Proyecto.	52
II.2.1	Dimensiones del proyecto.	52
II.2.2	Representación gráfica regional.	66
II.2.3	Representación gráfica local.	67
II.2.4	Preparación del Sitio.	68
II.2.5	Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.	70
II.2.6	Descripción de obras asociadas al proyecto.	72
II.2.7	Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo.	72
II.2.8	Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo.	76
II.2.9	Operación y mantenimiento.	81
II.2.10	Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.	81
II.2.11	Programa de trabajo.	82
II.2.12	Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera.	86
II.2.13	Residuos.	86
III.	**VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACION SOBRE USO DEL SUELO**	89
III.1.	Ordenamientos jurídicos federales.	89
III.2.	Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET).	102
III.3.	Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.	162
III.4.	Normas Oficiales Mexicanas.	168

III.5. Planes o programas de desarrollo urbano (PDU). 180

IV. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA, SUBCUENCA Y MICROCUENCA DONDE SE ENCUENTRA UBICADA LA SUPERFICIE SOLICITADA INCLUYENDO CLIMA, TIPOS DE SUELO, TOPOGRAFÍA, HIDROGRAFÍA, GEOLOGÍA Y LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA FLORÍSTICA POR TIPOS DE VEGETACIÓN Y COMPOSICIÓN DE GRUPOS FAUNÍSTICOS. 181

IV.1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto. 182

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental en la microcuenca Chumpon. 183

IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA. 188

IV.2.3. Medio abiótico. 190

IV.2.3.1 Climas y fenómenos meteorológicos. 190

IV.2.5. Medio socioeconómico.

IV.2.6. Paisaje. 238

IV.3. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riego por el cambio de uso del suelo propuesto. 238

IV.4 Diagnóstico ambiental. 254

IV.5 Descripción de las condiciones del área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales, que incluya clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna. 256

IV.5.1 Medio abiótico 256

IV.5.2 Medio biótico 258

V. IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 269

V.1. Identificación de impactos. 270

V.2. Caracterización de los impactos. 273

V.3. Valoración de los impactos. 279

V.4. Conclusiones. 283

VI. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TASAS DE EROSIÓN DE LOS SUELOS, ASÍ COMO LA CALIDAD, CAPTACIÓN E INFILTRACIÓN DEL AGUA, EN EL ÁREA SOLICITADA RESPECTO A LAS QUE SE TENDRÍAN DESPUÉS DE LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN FORESTAL. 298

VI.1.1 Análisis comparativo de la erosión de los suelos en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la vegetación forestal. 298

VI.1.2 Análisis comparativo de la afectación al recurso agua en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la vegetación forestal. 309

VI.2 Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales 321

VI.3 Análisis de la captura de carbono 327

VI.4 Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el cambio del uso desuelo se mantenga. 333

VII. MEDIDAS DE PREVENCION Y MITIGACION DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES 345

VII.1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación. 345

VII.2. Impactos residuales. 349

VII.3. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas. 351

VII.4. Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el cambio de uso de suelo. 352

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. 371

VIII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto. 371

VIII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto. 372

VIII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación. 375

VIII.4 Pronóstico ambiental. 376

VIII.5. Programa de manejo ambiental. 378

VIII.6 Seguimiento y control. 388

IX. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACION SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES. 390

IX.1 Presentación de la información. 390

IX.1.1 Cartografía. 390

IX.1.2 Fotografías. 390

IX.1.3 Videos.

IX.2 PROGRAMAS 392

IX.2.1 Memorias

ANEXOS LEGALES Y PLANOS

INDICE DE TABLAS

CAPITULO II

Tabla 1. Superficies de desmonte y despalme contempladas por el proyecto "**Casa Habitación Zula**". 36
Tabla 2. Área construida (AC) en metros cuadrados para cada uno de los dos niveles de la **"Casa Habitación Zula".** 38
Tabla 3. Superficies de campamento temporal. 39
Tabla 4. Diversas áreas de duna, del camino Tulum-Boca Paila y del tercio medio. 39
Tabla 5. Área de despalme, desmonte de conservación y total del predio. 39
Tabla 6. Áreas de aprovechamiento y conservación del predio del proyecto "**Casa Habitación Zula**". 41
Tabla 7. Coordenadas extremas del predio del proyecto **"Casa Habitación Zula".** 48
Tabla 8. Costos para aplicar las medidas de mitigación, compensación y prevención del proyecto. 50
Tabla 9. Superficie de desmonte y despalme, de conservación y total del predio. 50
Tabla 10. Coordenadas de Despalme de Contenedor de Residuos 52
Tabla 11. Coordenadas de Despalme de Almacén de Servicios 52
Tabla 12. Coordenadas de Despalme de Generador Eléctrico Diésel 52
Tabla 13. Coordenadas de Despalme de Torre Aerogenerador 53
Tabla 14. Coordenadas de Despalme de Humedal de Aguas Negras 54
Tabla 15. Coordenadas de despalme de registros de aguas grises y negras. 54
Tabla 16. Coordenadas de despalme de trampa de grasas. 55
Tabla 17. Coordenadas de Desmonte del Sendero a Servicios. 55
Tabla 18. Coordenadas de Desmonte de Sendero de acceso. 56
Tabla 19. Coordenadas de Desmonte de Sendero a la playa. 57
Tabla 20. Coordenadas de despalme de la huella de la casa. 59
Tabla 21. Áreas de despalme. 62
Tabla 22. Áreas de desmonte 63
Tabla 23. Áreas de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF). 63
Tabla 24. Superficie de la infraestructura temporal para el campamento del proyecto **"Casa Habitación Zula".** 68
Tabla 25. Número de individuos (n), Área Basal (AB m^2) y Volumen Total Árbol (VTA) en metros cúbicos por especie del estrato arbóreo en los 3 sitios de muestreo que representan la superficie de cambio de suo del suelo que se solicita para este proyecto. 72
Tabla 26. Estimaciones del número total de individuos (Ind/Ha), Área Basal (AB/Ha) en metros cuadrados y volumen total árbol (VTA/HA) en metros cúbicos de cada especie por hectárea del estrato arbóreo. 72

Tabla 27. Concentrado del número total de individuos vivos (IND/CUSTF), Área Basal en metros cuadrados (AB/CUSTF) y volumen total árbol en metros cúbicos (VTA/CUSTF) por la superficie sujeta a CUSTF de las especies identificadas en el terreno forestal para el proyecto **"Casa Habitación Zula".** 73
Tabla 28. Valoración económica directa de los recursos forestales del área de CUSTF. 74
Tabla 29. Estimación económica del volumen de la especie de Chechem por hectárea y en la superficie de cambio de uso del suelo para este proyecto. 75
Tabla 30. Estimación económica de la madera para leña y carbón, varas y estacas y material triturado, con valor comercial de acuerdo con la estimación volumétrica del inventario forestal. 75
Tabla 31. Valor económico y número de plantas ornamentales estimados en la superficie de cambio de uso de suelo forestal del proyecto. 76
Tabla 32. Valoración económica por 1año. Valoración económica indirecta a partir del valor de los servicios ambientales que presta la vegetación que se desarrolla al interior del predio. 78
Tabla 33. Programa de trabajo del proyecto **"Casa Habitación Zula".** 79
Tabla 34. Requerimiento de mano de obra temporal para la construcción del proyecto. 80
Tabla 35. Maquinaria y equipo para la construcción del proyecto. 80
Tabla 36. Consumo de agua en el sitio del proyecto en sus diferentes etapas. 81
Tabla 37. Materiales generales de construcción requeridos para la obra de la "**Casa Habitación Zula**". 81
Tabla 38. Generación de residuos durante las diferentes etapas del proyecto. 83
Tabla 39. Manejo de residuos en el proyecto **"Casa Habitación Zula".** 84

CAPITULO III

Tabla 40. Vinculación del proyecto **"Casa Habitación Zula"** con las Leyes federales aplicables. 88
Tabla 41. Reglamentos de las Leyes federales y su relación con el proyecto **"Casa Habitación Zula"**. 96
Tabla 42. Lineamientos para el aprovechamiento del territorio aplicables a las UGA Tu1. 100
Tabla 43. Criterios específicos para la UGA Tu-1, del Programa de Ordenamiento Ecológico para la región costera de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. 102
Tabla 44. Cumplimiento con los objetivos específicos del Programa de Manejo**.** 118
Tabla 45. Cumplimiento con las actividades permitidas en el marco del Programa de Manejo en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de Recursos Naturales Marina-Costera Boca Paila (SAEC). 119
Tabla 46. Cumplimiento con las actividades **no** permitidas en el marco del Programa de Manejo en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de Recursos Naturales Marina-Costera Boca Paila (SAEC). 120

Tabla 47. Cumplimiento con las Reglas Administrativas del Programa de Manejo**.** 122
Tabla 48. Concordancia con el articulado del POET Golfo de México y Caribe. 140
Tabla 49. Concordancia con el POET Golfo de México y Caribe. Zona Costera Inmediata del Mar Caribe. 140
Tabla 50. Concordancia con las acciones generales del POET Golfo de México y Caribe. 143
Tabla 51. Concordancia con las acciones específicas del POET Golfo de México y Caribe. 149
Tabla 52. Especificaciones de la Normas Oficiales Mexicanas y su relación con el proyecto **"Casa Habitación Zula".** 169
Tabla 53. NOM-162-SEMARNAT-2012 Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación. 170
Tabla 54. Vinculación del proyecto **"Casa Habitación Zula"** con la NOM-022-SEMARNAT-2003 173
Tabla 55. Vinculación del proyecto con los Planes y programas de desarrollo. 180

CAPITULO IV

Tabla 56. Niveles de extensión geográfica que comprendieron los estudios realizados. 187
Tabla 57. Lista de algunos de los huracanes que se han presentado en la región de la Península de Yucatán. 194
Tabla 58. Asociaciones de suelos predominantes y superficie que ocupan en la microcuenca Chumpon. 198
Tabla 59. Caracterisitcas de la hidrología superficial y superfie de ocupación en la microcuenca Chumpon. 201
Tabla 60. Caracterisitcas de la hidrología subterránea y superfie de ocupación en la microcuenca Chumpon. 203
Tabla 61. Parámetros establecidos para la toma de datos en cada uno de los cuadrantes de muestreo. 204
Tabla 62. Coordenadas de los sitios de muestreo empleados durante el levantamiento de datos en campo para la descripción de la vegetación del sistema ambiental de la microcuenca Chumpon en coordenadas UTM Datum WGS-84 Zona 16N. 204
Tabla 63. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones que prevalecen en la Microcuenca Chumpon 211
Tabla 64. Listado florístico de las especies vegetales registradas en la vegetación costera identificadas en las inmediaciones del predio. 214
Tabla 65. Especies bajo estatus de Amenazadas observadas en las inmediaciones del predio y listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. 215
Tabla 66. Valor de importancia relativa del estrato arbóreo de la microcuenca. 215
Tabla 67. Valor de importancia relativa del estrato arbustivo de la microcuenca. 215
Tabla 68. Valor de importancia relativa del estrato herbáceo. 216

Tabla 69. Riqueza, Diversidad (H') y Equitatividad de las especies por estrato en el matorral costero de la microcuenca. 216
Tabla 70. Índice de Shannon-Wienner del estrato arbóreo en el matorral costero de la microcuenca Chumpon. 217
Tabla 71. Índice de Shannon-Wienner del estrato arbustivo en el matorral costero e la microcuenca Chumpon. 217
Tabla 72. Índice de Shannon-Wienner del estrato herbáceo en el matorral costero de la microcuenca Chumpon. 217
Tabla 73. Concentrado de los resultados de campo para la fauna del matorral costero en la microcuenca Chumpon. 222
Tabla 74. Cálculo del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener para la avifauna registrada en el matorral costero de la microcuenca. 223
Tabla 75. Cálculo del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener para los mamíferos registrados en el matorral costero de la microcuenca. 224
Tabla 76. Población del Estado de Quintana Roo 2013-2020. 226
Tabla 77. Aumento de la Población del Estado de Quintana Roo y del Municipio de Tulum 2010-2013. 227
Tabla 78. PIB del estado de Quintana Roo. 231
Tabla 79. Actividades primarias reportadas para el Municipio de Tulum (INEGI 2011). 232
Tabla 80. Actividades secundarias reportadas para Quintana Roo. (INEGI 2022). 232
Tabla 81. Ejidos circundantes a la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an. 237
Tabla 82. Número de especies de vertebrados terrestres registradas en la superficie de cambio de uso del suelo que se solicita para este proyecto en comparación con las especies reconocidas para la Península de Yucatán y Estado de Quintana Roo. 247
Tabla 83. Matriz para la determinación del índice de riesgo actual (IREA). 251
Tabla 84. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones de la vegetación en el predio del proyecto **"Casa Habitación Zula"**. 259
Tabla 85. Listado taxonómico de las especies vegetales registradas en la superficie de cambio de suo del suelo en este predio, así como la familia a la cual pertenecen y su forma biológica. 260
Tabla 86. Número de individuos por hectárea de cada especie según el estrato en el matorral costero. 261
Tabla 87. Valor de importancia relativa del estrato arbóreo. 262
Tabla 88. Valor de importancia relativa del estrato arbustivo. 262
Tabla 89. Valor de importancia relativa del estrato herbáceo. 262
Tabla 90. Abundancia relativa de vertebrados. 265
Tabla 91. Concentrado de los resultados de campo para la fauna en la superficie de cambio de uso del suelo de este proyecto. 266

Tabla 92. Cálculo del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener para la avifauna registrada en la SCUSTF de este predio. 267

CAPITULO V

Tabla 93. Acciones del proyecto que pueden causar impactos sobre el ambiente, durante el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. 270
Tabla 94. Lista de indicadores de impacto utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto **"Casa Habitación Zula".** 273
Tabla 95. Niveles de significancia de los impactos ambientales del proyecto. 278
Tabla 96. Efecto y tiempo de aparición de los impactos ambientales del proyecto **"Casa Habitación Zula"**. 278
Tabla 97. Descripción de los tipos de impactos y su intensidad según Canter (1988) que se usaron para calificar los impactos del proyecto. 280
Tabla 98. Matriz de Leopold para la valoración de los impactos ambientales del proyecto "**Casa Habitación Zula"**. 281
Tabla 99. Matriz de evaluación de los impactos ambientales potenciales sin medidas de mitigación. 285
Tabla 100. Impactos negativos por medio afectado sin medidas de mitigación. 288
Tabla 101. Impactos positivos por medio afectado sin medidas de mitigación. 288
Tabla 102. Matriz de evaluación de los impactos ambientales potenciales con la aplicación de medidas de mitigación. 289
Tabla 103. Impactos negativos por medio afectado con medidas de mitigación. 292
Tabla 104. Impactos positivos por medio afectado con medidas de mitigación. 292

CAPITULO VI

Tabla 105. Degradación de suelos en Quintana Roo: extraída de la superficie afectada por procesos, por entidad federativa, según niveles de degradación, 2002 (hectáreas) 305
Tabla 106. Tipo se suelo y cobertura de bosque. 312
Tabla 107. Comparativo del valor de importancia relativa (VIR) del estrato arbóreo de la microcuenca (MC) y la superficie de cambio de uso del suelo (CUSTF) para el proyecto **"Casa Habitación Zula".** 323
Tabla 108. Comparativo del valor de importancia relativa (VIR) del estrato arbustivo de la microcuenca (MC), y la superficie de cambio de uso del suelo (CUSTF) para el proyecto **"Casa Habitación Zula".** 323
Tabla 109. Comparativo del valor de importancia relativa (VIR) del estrato herbáceo de la microcuenca (MC) y la superficie de cambio de uso del suelo (CUSTF) para el proyecto **"Casa Habitación Zula".** 324

Tabla 110. Comparativo de los índices de diversidad de Shannon-Wiener de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo de la microcuenca Chumpon, respecto a la superficie de cambio de uso del suelo (CUSTF) para el proyecto **"Casa Habitación Zula".** 325
Tabla 111. Comparativo de los índices de diversidad de Shannon-Wiener del grupo de las aves registradas para la microcuenca Chumpon, con respecto a las registradas en la superficie de cambio de uso del suelo (CUSTF) para el proyecto **"Casa Habitación Zula".** 326
Tabla 112. Cálculo de captura de Carbono 330
Tabla 113. Contenido de carbono orgánico para el suelo Arenosol con Matorral costero. 331
Tabla 114. Comparativo de los índices de diversidad de Shannon-Wiener de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo de la microcuenca Chumpon, respecto a la superficie de cambio de uso del suelo (CUSTF) para el proyecto **"Casa Habitación Zula".** 337

CAPITULO VII

Tabla 115. Medidas de prevención o mitigación para los impactos ambientales negativos identificados. 345
Tabla 116. Valoración cuantitativa de los impactos ambientales residuales para el proyecto **"Casa Habitación Zula"**, una vez implementadas las medidas de prevención y mitigación planteadas. 349
Tabla 117. Listado de las especies propuestas para su rescate y reubicación dentro de las áreas de conservación del proyecto "**Casa Habitación Zula"**. 355
Tabla 118. Programa de actividades para el rescate y reubicación de las plantas nativas. 359
Tabla 119. Concentrado de las especies de fauna identificadas en campo. 367
Tabla 120. Cronograma para las actividades de rescate y ahuyentamiento de fauna silvestre en el predio de este proyecto. 369

CAPITULO VIII

Tabla 121. Identificadores de Impacto para el Programa de Monitoreo del Proyecto **"Casa Habitación Zula"**. 389

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO II

Figura 1. Perspectiva del proyecto **"Casa Habitación Zula".** 40
Figura 2. Descripción del sistema fotovoltaico híbrido. 43
Figura 3. Localización del sitio del proyecto **"Casa Habitación Zula".** 46
Figura 4. Poligonal del predio total del proyecto **"Casa Habitación Zula"** del cual 18,307.35 m² son los evaluados en el DTU. 47
Figura 5. Vías de comunicación al sitio del proyecto. 49
Figura 6. Plano georreferenciado de la superficie de CUSTF para el proyecto **"Casa Habitación Zula".** Para una mejor apreciación consultar el **.** 51
Figura 7. Perspectivas del proyecto **"Casa Habitación Zula"** correspondiente a la principal obra permanente. **.** 64
Figura 8. Representación gráfica regional del sitio del proyecto **"Casa Habitación Zula"**. 65
Figura 9. Representación gráfica local del sitio del proyecto **"Casa Habitación Zula"**. 66

CAPITULO III

Figura 10. Ubicación del predio dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an (POERSK, 2002). 101
Figura 11. POER Golfo de México y el Mar Caribe 138
Figura 12. UGA 147 Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. 139
Figura 13. Ubicación del predio respecto a la zonificación establecida en el Decreto por el que se declara área que requiere la Protección, Mejoramiento, Conservación y Restauración de sus condiciones ambientales la superficie denominada Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, ubicada en los municipios de Tulum y Felipe Carrillo Puerto, Q. Roo. 161
Figura 14. Ubicación del predio dentro de las áreas prioritarias existentes en la zona. En color verde se observa la región terrestre prioritaria Sian Ka'an- Uaymil- Xcalak. 164
Figura 15. Ubicación del proyecto con respecto de los sitios RAMSAR (Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves. El polígono de color morado corresponde al sitio RAMSAR. 168

CAPITULO IV

Figura 16. Delimitación de la microcuenca Chumpon en que se localiza el proyecto **"Casa Habitación Zula",** 185
Figura 17. Region hidrológicas del proyecto **"Casa Habitación Zula"**. 186
Figura 18. Efectos climáticos en la microcuenca Chumpon. 191
Figura 19. Mapa de peligros por incidencia de ciclones tropicales. 193

Figura 20. Mapa Geológico del Área de Estudio 195
Figura 21. Mapa Edafológico del Área de Estudio 197
Figura 22. Microcuencas Hidrológicas del Área de Estudio 199
Figura 23. Mapa Hidrológico Superficial del Área de Estudio 200
Figura 24. Mapa Hidrológico Subterráneo del Área de Estudio 202
Figura 25. Ubicación espacial de los sitios de muestreo 205
Figura 26. Carta de Uso de Suelo y Vegetación del Área de Estudio 209
Figura 27. Mapa de vegetación y uso de suelo en la microcuenca Chumpon donde se ubica el predio. 210
Figura 28. Panorámica de la vegetación de la primera asociación denominada vegetación halófila costera. 212
Figura 29. Vista de la vegetación de la segunda asociación denominada matorral costero. 213
Figura 30. Estructura de edad y sexo del municipio de Tulum. 228
Figura 31. Fecundidad y mortalidad del municipio de Tulum. 229
Figura 32. Fecundidad y mortalidad del municipio de Tulum. 229
Figura 33. Distribución del diferente micro destinos de la Riviera Maya. 233
Figura 34. Panorámica del tipo de desarrollo habitacional presente en la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an. 238
Figura 35. Panorámica de la Laguna Boca Paila y el Mar Caribe en un punto muy cercano al predio del proyecto 241
Figura 36. Dirección del Flujo del Agua Subterránea en la Península de Yucatán. 242
Figura 37. Panorámica del desarrollo turístico en la costa de labReserva de la Biósfera de Sian Ka'an. 252
Figura 38. Vista lateral del proyecto **"Casa Habitación Zula" en** la costa de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an. 253
Figura 39. Plano de vegetación con la distribución espacial de las condiciones de desarrollo de los tipos de vegetación en el predio. 259

CAPITULO V

Figura 40. Impactos positivos y negativos sin medidas de mitigación 286
Figura 41. Impactos negativos sin medidas de mitigación. 287
Figura 42. Impactos positivos sin medidas de mitigación 287
Figura 43. Impactos negativos con medidas de mitigación. 291
Figura 44. Impactos positivos con medidas de mitigación 291

CAPITULO VI

Figura 45. Erosión Hídrica Potencial de suelos 307
Figura 46. Erosión eólica Potencial de suelos 308
Figura 47. Regiones Hidrológicas Administrativas. 315
Figura 48. Acuíferos en las Regiones Hidrológicas Administrativas. 317

CAPITULO VII

Figura 49. Mapa de ubicación del predio y áreas donde se pretende desarrollar el proyecto Casa Habitación Zula. 353
Figura 50. Distribución espacial de las áreas de reforestación donde se pretende reubicar las plantas rescatadas dentro del predio de proyecto **"Casa Habitación Zula"**. 356
Figura 51. Señalización ambiental para la identificación de las áreas de reforestación, así como, de concientización a la población en general. 359

CAPITULO VIII

Figura 52. Vistas panorámicas del predio del proyecto. 372
Figura 53. Panorámica del tipo de desarrollo habitacional que se registra en Sian Ka'an. 373
Figura 54. Ejemplos de casas unifamiliares de bajo impacto en la Reserva de Sian Ka'an. 374
Figura 55. Zona de Amortiguamiento en donde se pretende desarrollar el proyecto. 377

RESUMEN EJECUTIVO

*El Documento Técnico Unificado, Modalidad B-Particular, del proyecto "**Casa Habitación Zula**" se elabora para realizar el trámite de Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) por la remoción de la vegetación y la construcción de las obras correspondientes a un proyecto de vivienda unifamiliar sustentable que se pretende ubicar en la franja costera de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo.*

Este estudio se elaboró de conformidad con los lineamientos normativos señalados por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, su Reglamento y por la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente y su Reglamento en materia de impacto ambiental. Las acciones se vinculan con el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, con el Programa de manejo de la Reserva de la biosfera Sian ka´an y con las normas oficiales aplicables.

*El Objetivo General del proyecto **"Casa Habitación Zula"** es:*

> *Desarrollar una casa habitación que cumpla con la normatividad vigente y que permita la convivencia armónica con los recursos naturales de la zona, fomentando y propiciando su conservación.*

*Los Objetivos Específicos del proyecto **"Casa Habitación Zula"** son:*

- *Participar en el desarrollo tanto a nivel local como regional de manera integral, tomando como ejes articuladores los aspectos económicos, sociales y ambientales del sitio.*
- *Propiciar el uso sostenible de los recursos naturales.*
- *Generar empleos temporales y permanentes, mediante la ejecución de las tres etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción y operación).*
- *Cumplir estrictamente con toda la normatividad ambiental vigente para la zona donde se pretende el desarrollo del proyecto.*

En este estudio se refleja el criterio formado por el equipo interdisciplinario de trabajo sobre el comportamiento ambiental del proyecto, sobre su aceptabilidad y sobre la forma en que puede ser mejorado, de tal manera que no sólo llegue a ser ambientalmente aceptable, sino que pueda considerarse sustentable a largo plazo. Dicho criterio, lejos de la arbitrariedad, se ha ido conformando mediante la aplicación de una metodología sistemática que ha permitido conocer de forma progresiva las relaciones del proyecto con el entorno en que se ubica. En la elaboración de este documento, se ha tenido muy en cuenta la visión del desarrollo sustentable, es decir se toman en consideración indicadores de equidad y equilibrio entre las dimensiones económica, social y natural, en un concepto afín con los objetivos del manejo sustentable.

El proyecto de vivienda ***"Casa Habitación Zula"*** *se inscribe en el Sector Económico Habitacional (vivienda unifamiliar) y consiste en una casa habitación con un área construida de 299.53 m² de construcción distribuidos en dos niveles con una altura máxima de 8.00 metros,*

Esta vivienda unifamiliar cuenta con los siguientes componentes:

PLANTA BAJA. -*Cuarto de máquinas de la casa y la alberca; Lavandería y blancos****;*** *Ducto de tuberías hidráulicas y eléctricas****;*** *Huella de columnas estructurales*

*Cuarto de servicio****;*** *½ Baño del cuarto de servicio****;*** *Soportes para protección retráctil de huracanes****;*** *Escalera de acceso a la casa****;*** *Portón de acceso: Registros de aguas grises y negras: Tanque estacionario de gas LP, generador eléctrico, y tanque de diésel; Bodega de víveres; Torre del aerogenerador con tres anclas; Almacén temporal de residuos y Área para entrega de residuos hacia el exterior*

PLANTA ALTA. -*Escalera Planta Alta –Azotea; Vestíbulo; Cocina; Estancia; Comedor; Recámara A (Principal); Baño A; Recámara B; Baño B; Recámara C; Baño C; Recámara D; Baño D; y Cubierta de escalera (Planta Alta a Azotea).*

La alberca tiene un sistema cerrado de filtro sin cloro. Los decks son retráctiles y están diseñados para dar protección a las personas y a la vivienda durante tormentas tropicales y huracanes. Habrá un camino de acceso del camino Tulum Boca-Paila a la casa, un sendero peatonal en zig-zag de la casa a la playa, un sendero peatonal de la casa al camino de terracería que une las áreas de servicios.

El proyecto ***"Casa Habitación Zula"*** *cuenta con un diseño arquitectónico amigable con el medio ambiente, por lo que en su construcción sin utilizar material de la Reserva de Sian Ka'an se emplearán materiales de la región, se aplican diversas ecotecnias a fin de minimizar los impactos ambientales negativos y a la vez propiciar ahorros energéticos. Esta construcción permitirá que la vegetación se mantenga prácticamente inalterada en la mayor parte del predio, donde después de la realización del proyecto, se mantiene la densidad original de las especies y de los componentes de los ecosistemas presentes, por lo que se permite la evolución de los elementos de la flora característica de este sitio.*

El proyecto ***"Casa Habitación Zula"****consiste en el desarrollo de una casa habitación unifamiliar que permita la convivencia armónica con los recursos naturales de la zona, fomentando y propiciando su conservación, queriendo participar en el desarrollo tanto a nivel local como regional de manera integral, tomando como ejes articuladores los aspectos económicos, sociales y ambientales del sitio, además de propiciar el uso sostenible de los recursos naturales y generar empleos temporales y permanentes, mediante la ejecución de las tres etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción y operación).*

*El proyecto **"Casa Habitación Zula"** está localizado en el predio con CLAVE CATASTRAL 109020000006 013-102, que corresponde al predio rústico denominado "Paso de Juana", ubicado al norte del Canal de Boca Paila, Municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo, dentro de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an.*

*El proyecto **"Casa Habitación Zula"** está localizado en el predio con CLAVE CATASTRAL 109020000006 013-102, que corresponde al predio rústico denominado "Paso de Juana", ubicado al norte del Canal de Boca Paila, Municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo, dentro de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, lo que se acredita con la escritura número 4174, tirada en la Ciudad de Playa del Carmen, por el Licenciado JAVIER JESUS CARDENAS RIVERO, notario público titular de la Notaría Pública Número NOVENTA Y UNO del Estado de Quintana Roo con fecha de 18 de julio del 2022, en donde señala que el predio del proyecto cuenta con una superficie de 25,492.82 m², sin embargo y de acuerdo con la certificación de medidas y colindancias de numero TM7DC/0491/2024, de fecha 11 de julio de 2024, expedida por la Dirección de Catastro del Municipio de Tulum y protocolizada por medio del Testimonio número 6363, VOLUMEN XLVII, TOMO A, tirado en la ciudad de Playa del Carmen, por el Licenciado JAVIER JESUS CARDENAS RIVERO, notario público titular de la Notaría Pública Número NOVENTA Y UNO del Estado de Quintana Roo, en fecha 15 de agosto de 2024, el predio en donde se pretende desarrollar el proyecto denominado **"Casa Habitación Zula"**, tiene una superficie de 18,307.35 m², con las siguientes medidas y colindancias:*

- *Al Norte en 182.96 metros con lote 013-10.;*
- *Al Sur en 189.45 metros con lote 013-103.*
- *Al Este en 100.00 metros con Zona Federal Marítimo Terrestre del Mar Caribe, y*

Al Oeste en 100.66 metros con Zona Federal Marítimo Terrestre de la Laguna de Boca Paila

*El proyecto **"Casa Habitación Zula"**, pretende el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) de una superficie de 1,108.20 m² que corresponde al 6.05% de la superficie a ser evaluada.*

Por tener 100 metros de frente de mar y entre una y dos hectáreas del predio en evaluación. la superficie de construcción permitida por el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka´an, es de 300.00 m², de acuerdo con el plano de conjunto para la construcción de esta casa habitación se estima una superficie construida total de 299.53 m².
*Para el cumplimiento del criterio EI1, el proyecto **"Casa Habitación Zula"**, contempla el uso de ecotecnias tales como humedal artificial y un biodigestor, la captación de agua pluvial como fuente*

alternativa de abastecimiento de agua, y la generación de energía eléctrica con el uso de celdas fotovoltaicas y una torre eólica con aerogenerador

La microcuenca Chumpon abarca una superficie total de 1,378.31 kilómetros cuadrados y comprende el área de influencia directa e indirecta del proyecto, abarcando la franja de litoral costero entre la Laguna Boca Paila y el Mar Caribe que incluye regionalmente al predio donde se pretende el cambio de uso del suelo de interés del presente documento, y tiene por objeto describir el estado actual de los componentes natural, social y económico del área de estudio.

La descripción del sistema ambiental de la microcuenca Chumpón se presenta en información mesurable y en instrumentos cartográficos, habiéndose considerado para su formulación, las siguientes acciones:

- *la ubicación del predio y su relación con los instrumentos de planeación aplicables,*
- *la naturaleza y magnitud del proyecto,*
- *la representación cartográfica de la dispersión de los impactos ambientales previstos, y*
- *la identificación de las condiciones y características de las comunidades vegetales predominantes dentro de la poligonal de la microcuenca Chumpon.*

El estudio contempló la generación de información técnico-científica mediante estudios especializados fundamentados en estudios de campo (recorridos en el sitio de estudio) y gabinete (bibliografía y cartografía) del medio biótico y abiótico. Dicha información se convirtió en el insumo fundamental para el planteamiento y diseño del proyecto ***"Casa Habitación Zula"*** *y responde a distintos niveles de extensión geográfica.*

En la microcuenca Chumpon la vegetación de duna costera se desarrolla sobre la franja arenosa y en colindancia con el mar Caribe, dentro de esta vegetación se pueden observar dos tipos de asociaciones las cuales se distinguen de acuerdo con la dominancia de especies herbáceas, arbustivas y/o arbóreas. La primera asociación se ha denominado generalmente como vegetación halófila costera y entre las especies herbáceas y arbustivas características se pueden señalar a: Ambrosia hispida (margarita de mar), Tournefortia gnaphalodes (tabaquillo o sikimay), Sesuvium portulacastrum (verdolaga de playa), Suriana marítima (romero de playa) y Lantana involucrata (orégano xiw). En la segunda asociación conocida como matorral costero, se presentan especies arbustivas y arbóreas, donde se incluyen ejemplares adultos de 2 m a 6 m de altura con presencia de Coccoloba uvifera (uva de mar), Thrinax radiata (Chit), Cocos nucifera (coco), Metopium bruwnei (Chechem), Bursera simaruba (chaca rojo) y Sideroxylon americanum (Muyche) entre otras.

La vegetación identificada en las inmediaciones del predio de este proyecto y que representan a la vegetación de la microcuenca presenta una riqueza de 22 especies de plantas vasculares, de las cuales seis especies son características de los manglares y 15 especies son típicas del matorral

costero. Se identificaron 9 especies arbóreas, 8 especies arbustivas, 4 son herbáceas y una especie es rastreras. De acuerdo con el espectro de formas de vida, se puede observar que la mayor parte de las especies registradas son árboles, seguido de arbustos y herbáceas. Estas especies se encuentran agrupadas en 17 Familias.

De acuerdo con la información recopilada en el área de estudio se registraron cinco especies que se reportan como Amenazadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: de las cuales cuatro pertenecen al manglar y una especie se encuentra en el matorral costero. Las especies protegidas presentes en el manglar son: Taab che (Avicennia germinans), (Conocarpus erectus) Botoncillo, (Laguncularia racemosa) Mangle blanco y Mangle rojo (Rhizophora mangle); mientras que la especie citada con estatus de amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y que está presente en el matorral costero: es la palma Chit (Thrinax radiata) de la cual, como medida de mitigación se tiene se tiene contemplado dar prioridad a esta especie para su rescate y reubicación en las áreas de conservación del proyecto.

Por las condiciones de clima, suelo, topografía y relieve, el tipo de vegetación que resultará afectada por el cambio de uso del suelo es la vegetación de duna costera del tipo matorral costero. En el documento se describe la caracterización de flora y fauna silvestre destacando la diversidad de sus componentes y su valor de importancia relativa.

Dentro del predio de este proyecto, predomina el matorral costero. Esta comunidad vegetal se desarrolla sobre sustrato arenoso y ocupa el 93.41% de la superficie total del predio, una franja de manglar ubicada al lado oeste del camino de terracería ocupa el 3.73% y el camino de terracería que permanece sin cobertura vegetal ocupa el 2.86% de la superficie del predio.

De acuerdo con el listado en la vegetación al interior de la superficicie de cambio de suo del suelo de este predio se registra una riqueza de 12 especies de plantas vasculares pertenecientes a 11 familias botánicas, de las cuales destaca la familia Arecaceae con dos especies. El resto de las familias están representadas por una sola especie.
Con relación a la forma biológica que presentan los componentes de la vegetación destacan la arbustiva y la arbórea, seguida de la herbácea. No se registró ninguna especie en peligro de extinción; pero la palma Chit (Thrinax radiata) que se registra en este predio, se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con la categoría de Amenazada.

Los resultados del estudio de la fauna silvestre de este predio nos permiten verificar que existe un grupo mejor representado que los otros y que su presencia se relaciona con las condiciones de la vegetación y por la presencia humana en los predios cercanos. Las aves fueron las especies más abundantes por ser las más conspicuas. Una gran cantidad de las aves que se observaron son especies que hacen sus recorridos con vuelos diurnos por el lugar en busca de alimento. Algunas de las especies registradas en el predio fueron observadas alimentándose de insectos, frutos o semillas. Varias de las especies registradas están acostumbradas a la presencia humana.

En cuanto a los valores de diversidad por estrato (Índice de Shannon-Wiener) de las especies registradas en las unidades de muestreo que se mantendrán como parte de la microcuenca Chumpon en comparación con los valores obtenidos en los sitios de muestreo de la superficie de cambio de uso del suelo se reconoce que en ambos casos los valores H obtenidos son bajos por el reducido número de especies en esta comunidad vegetal y las diferencias observadas no se consideran significativas. Asimismo, los valores de equitabilidad son muy bajos como un reflejo de la predominancia de individuos de la palma Chit con respecto a las demás especies.

Los resultados obtenidos nos permiten estimar que existen aproximadamente 74 individuos en la superficie de cambio de uso de suelo propuesta que corresponden a cuatro especies arbóreas; con respecto al Área Basal, se estima que existen en promedio 0.74 m^2 en la superficie de cambio de uso de suelo propuesta. El volumen total árbol estimado que se pudiera encontrar en la superficie solicitada de cambio de uso de suelo (en los 1,108.20 m^2) es de apenas 1.921 m^3, siendo la especie que contribuye más en este volumen el Chechem (Metopium brownei)

Los resultados del inventario forestal nos permiten concluir que en el área destinada para CUSTF de este proyecto, por la composición de especies y las características dasométricas de la vegetación, demuestran que no existen volúmenes aprovechables de madera en rollo para escuadría ni para palizada, aun con el volumen total árbol estimado el volumen es mínimo, por lo que el impacto sobre los recursos forestales por la eliminación de la vegetación en los 1,108.20 m^2 es poco significativa.

Además, con la ejecución del programa de rescate de flora y del programa de reforestación con plantas nativas al reincorporar los ejemplares sobrevivientes del trasplante en las áreas verdes del proyecto, se reducen de manera significativa los impactos potenciales sobre la vegetación. Sin dejar de mencionar que se mantendrán como áreas de conservación el 91.09 % de la superficie total del predio.

Con base en el análisis de los impactos ambientales potenciales que generará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales de una superficie de 1,108.20 m^2 con el fin de poder desarrollar el proyecto ***"Casa Habitación Zula"****, se puede observar que se cumple con dichos supuestos.*

Se evaluaron 16 indicadores con 64 impactos potenciales de ocurrir por la realización del proyecto de vivienda que se propone, el cual constituye una ***"Casa Habitación Zula"****que estará ubicada en la zona costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, dentro de la zona de amortiguamiento de dicha Reserva, donde se pueden llevar a cabo desarrollos de este tipo con base en los instrumentos normativos ambientales vigentes.*

Tal y como sucede en la mayor parte de los proyectos de vivienda unifamiliar, los principales impactos positivos se reflejaron en indicadores de tipo económico y de bienestar social. El presente proyecto además de interactuar de manera benéfica con estos indicadores, también representa un impacto positivo al turismo, que es la principal actividad económica en el estado. Otro impacto positivo de gran relevancia es el aumento del valor del suelo, lo cual se da como consecuencia de la existencia de infraestructura e instalaciones de servicios.

Con la aplicación de las medidas de mitigación los impactos negativos pasan a (-) 132 Unidades relativas de impacto ambiental (URIA) de los: (-)222 URIA sin medidas de mitigación, lo cual representa una disminución del 59 %, siendo que los impactos positivos relativos se mantienen constantes en 115 URIA.

El estudio propone las medidas preventivas y de mitigación que hacen viable, desde un punto de vista ambiental, el desarrollo del proyecto. No obstante, se debe tener en cuenta que este es un documento de carácter "predictivo", esto es, que trata de estimar, antes de la implantación del proyecto, las posibles repercusiones ambientales que de este pudieran derivarse.

El proyecto, y la consecuente implementación de las medidas de prevención y mitigación que se ponen a consideración de la autoridad para su evaluación, permitirán controlar y mitigar los impactos ambientales adversos al predio y al ambiente. El proyecto cuenta con medidas de prevención y mitigación para evitar la afectación de los siguientes componentes ambientales: aire – calidad, suelo y agua – calidad, suelo permeabilidad y recarga del acuífero, flora, fauna – fragmentación de hábitats, paisaje (estética) – calidad, paisaje (estética) – contaminación.

Aunando a las medidas de prevención y mitigación para los impactos ambientales que pueda generar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto, se requieren de medidas integrales de manejo que permitan su mitigación y prevención, apegando el proyecto a la normatividad ambiental aplicable en la que se pretende aplicar el Programa de Manejo Ambiental, Programa de Rescate y Reforestación, Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna, Programa de Manejo de Residuos y Programa de Educación ambiental.

En virtud de que el desplante de las obras del proyecto ***"Casa Habitación Zula"*** *se encuentran con respecto al manglar a una distancia menor a aquella indicada en los numerales 4.14 y 4.16 de la NOM-022-SEMARNAT , el proyecto propone como medidas de compensación en beneficio de los humedales tal como lo prevee la ley. El cumplimiento con la normatividad se enmarca en los*

lineamientos del Programa Nacional de Remediación de la SEMARNAT 2024 – 2030. La compensación indicada en la NOM-022-SEMARNAT 2003, se realizará en el área de vegetación del mangle del predio.

A partir del análisis de la naturaleza, características, ubicación y extensión de las actividades que el proyecto implica, incluyendo la ejecución del cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) que se solicita para la construcción de la casa habitación, se concluye que no se pone en riesgo ningún servicio ambiental.

El proyecto contempla diferentes mecanismos preventivos que favorecen que la biodiversidad se mantenga en el predio y en la microcuenca, los suelos y el agua (calidad y cantidad) cuentan con medidas preventivas y de mitigación, por lo que se espera que no se generen afectaciones significativas. Mediante planteamientos técnicos y científicos, se justifica que la afectación en la biodiversidad, suelo y agua, por la remoción de la vegetación forestal per se, para destinar el terreno a la construcción de una casa habitación, es admisible y compatible con los instrumentos de planeación. Además, las medidas de prevención y mitigación propuestas constituyen un elemento adicional que muestran que el cambio de uso de suelo forestal se ubica en las hipótesis de excepcionalidad previstas en el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

La erosión estimada por el desarrollo del proyecto no es significativa y por lo tanto bajo este supuesto el proyecto ***"Casa Habitación Zula"*** *se considera viable, sobre todo al considerar que el valor de la erosión estimada con la vegetación de matorral costero es de 0.048 toneladas/ha/año, para la superficie que se solicita para el CUSF, que es de 0.11082 hectáreas, donde se estima una pérdida de 3.94 toneladas/año.*

Para estimar la tasa de erosión potencial con vegetación que se presenta en las condiciones actuales considerando los procesos erosivos que ocurren de manera natural, pero bajo los parámetros considerados en esta estimación, se multiplica la erosión potencial estimada por el factor de vegetación C = 0.001 para la vegetación de matorral costero de este predio por lo que la erosión potencial en las condiciones actuales es de 0.048 ton/ha/año.

Al considerar que el periodo de exposición del suelo sin cobertura vegetal antes de iniciar las labores de nivelación y compactación de terraplenes para la vivienda será de hasta 30 días; tal como se ha mencionado la pérdida de suelo estimada corresponde a un periodo de un año, pero si consideramos que de los 365 días únicamente se expondrá el suelo 30 días que es el tiempo de duración de la exposición del suelo sin cobertura vegetal, ya que posteriormente se verterá sobre el suelo material pétreo y se iniciará con el proceso de nivelación y compactación de los terraplenes como parte proceso constructivo, y de conformación de los senderos y de la vivienda entonces tenemos que la pérdida efectiva es de 3.94 toneladas por hectárea por año; mientras que mediante la aplicación de las medidas de mitigación y prevención propuestas se podrá reducir la erosión a 0.44 ton/año en la superficie de cambio de uso del suelo que se solicita.

De manera complementaria si se realiza el desmonte durante los periodos de sequía, si se ejecutan las obras de ingeniería conforme al programa de obra y si se llevan a cabo las prácticas de conservación del suelo para favorecer la infiltración del agua pluvial en las áreas de conservación de este proyecto se espera que la tasa promedio de erosión se reduzca a menos de 10 ton/ha/año en todo el predio, que es el máximo permisible para México, por lo tanto bajo este supuesto la erosión estimada por el desarrollo del proyecto se puede mantener bajo control, siempre y cuando se apliquen en tiempo y forma las prácticas de ingeniería y de conservación de suelos, por lo que el proyecto se considera viable.

Con los resultados obtenidos, el proyecto y su cambio de uso de suelo en 0.11083 hectáreas en donde se retirará la vegetación de duna costera y se desplantará el proyecto, en dicha superficie actualmente cubierta de matorral costero se puede captar un volumen de 1175.56 m^3/año, los cuales se infiltran al suelo y subsuelo.

Al construirse en el predio una vivienda debido a la implementación del proyecto, esto provocará su disminución en la captación del volumen de agua pluvial a 1150.06 m^3/año, es decir se tendrá una reducción de 25.50 m^3 anuales de lo que teóricamente se captaría con la cobertura de la vegetación de matorral costero en la superficie de cambio de uso de suelo para este proyecto.

Sin embargo, como estrategia de mitigación se propone aprovechar la topografía del terreno donde se localiza el proyecto para que el agua captada sobre la superficie construida (casa y áreas de servicio techadas), estas se podrán dirigir estratégicamente sobre las áreas de conservación adyacentes que servirán como captadores del agua pluvial disminuyendo así la diferencia en la recarga del agua de lluvia al subsuelo.

Estimación del almacenamiento de carbono en el escenario 1 sin el proyecto. - Al considerar que la superficie forestal que se pretende afectar por el cambio de uso de suelo para el presente proyecto, es decir en las 0.11082 hectáreas que se solicitan para el CUSTF, se estima que en esta superficie existen 0.519 toneladas de Carbono que se encuentra almacenado en la porción aérea de la vegetación de matorral costero de este predio. Al considerar la contribución del carbono subterráneo de 84.9 Toneladas por hectárea se estima que en el suelo de las 0.11082 hectáreas que se solicitan para el CUSTF, se estima que existen 9.409 toneladas de Carbono orgánico subterráneo.

Estimación del almacenamiento de carbono en el escenario 2 con el proyecto. - Por las dimensiones del proyecto y su influencia en la microcuenca, se considera que el impacto sobre el servicio ambiental de almacenamiento de carbono en la vegetación será puntal y mínimo, siempre y cuando las medidas de mitigación sean ejecutadas de forma correcta. Por lo que la pérdida total estimada del carbono orgánico almacenado en la superficie de cambio de uso del suelo solicitada para este proyecto incluyendo el carbono áereo y subterráneo es de 9.927 toneladas de carbono calculado para el escenario con este proyecto, pero si no se aplican las medidas de mitigación propuestas.

Estimación del almacenamiento de carbono en el escenario 3 con las medidas de mitigación. – A continuación, se presentan las medidas de mitigación propuestas que contribuyen a la mitigación del almacenamiento de carbono en las áreas afectadas por el proyecto.

a) *Se mantendrán sin intervención como áreas de conservación 16,675.96 metros cuadrados con vegetación de matorral costero sobre sustrato arenoso que representa el 91.09 % de la superficie total del predio donde se continuarán los procesos naturales de desarrollo y evolución de la vegetación en condiciones naturales. Al mantener la vegetación de las áreas de conservación en una superficie de 1.667 hectáreas considerando una contribución al almacenamiento de carbono en la biomasa aérea del matorral costero de 4.680 toneladas de C por hectárea se podría contar con un coeficiente de almacenamiento de carbono integrado al proyecto* ***"Casa Habitación Zula"*** *de 7.80 toneladas de carbono.*

b) *Una parte del material vegetal residual, como troncos, ramas, tocones y hojas producto del desmonte del predio, será triturado y revuelto con la tierra negra y materia orgánica del despalme para generar composta y se utilizará en las áreas de conservación del proyecto. Considerando que el Volumen Total Árbol con corteza (1.920 m^3) que se estima en la superficie solicitada de cambio de uso de suelo y considerando los arbustos y árboles desde los 5 cm de DAP en adelante que están presentes en la vegetación de matorral costero de este predio. Si se incorpora al suelo de las áreas de conservación cuando menos el 90% de los residuos vegetales retirados de la superficie de desmonte luego de ser triturados se podría mantener almacenadas 0.467 toneladas de carbono adicionales en el suelo de las áreas de conservación de este proyecto.*

c) *Una parte de la tierra vegetal cribada se utilizará para el llenado de las bolsas en las labores de rescate de plantas nativas, así como en las labores de mantenimiento del vivero provisional. Otra parte se utilizará en la conformación de los jardines de la vivienda y en las áreas de conservación del proyecto. De igual manera una parte del material de despalme se utilizará en las labores de nivelación y conformación de las áreas permeables del proyecto. Si se considera un volumen de desperdicio del suelo con residuos orgánicos de aproximadamente el 20 % por las limitaciones del tipo de suelo y las características propias del sustrato, se podría estimar que se mantendrá en el sustrato del proyecto hasta el 80 % del carbono orgánico subterráneo. Por lo tanto, considerando que el contenido de carbono orgánico para el suelo*

Arenosol con Matorral costero es de 84.9 toneladas por hectárea se puede incorporar en el suelo de las áreas permeables del proyecto aproximadamente 7.527 toneladas de carbono

d) *Al ejecutar el programa de rescate y reubicación de vegetación forestal en el que se considera que el número de plantas que en total es factible rescatar en la superficie que se requiere para el cambio de uso del suelo de este proyecto es de 120 plantas nativas y/o los propágulos de cuando menos 7 especies de la vegetación de matorral costero según las estimaciones obtenidas durante la caracterización de la vegetación presente en la superficie de CUSTF de este proyecto; siendo la especie protegida Chiit (Thrinax radiata) a la que se le asignará el mayor esfuerzo de rescate. Como parte de este programa de rescate de flora se pretende llevar a cabo la reforestación en las áreas de conservación de este proyecto que serán reforestadas y acondicionadas para que continúen sus procesos naturales de desarrollo. Si consideramos que las 4.680 toneladas de carbono por hectárea almacenadas en la vegetación del matorral costero que corresponde a un rodal con una edad mayor de 50 años en una relación lineal se obtienen una tasa anual de captura de carbono de 0.0936 toneladas de carbono por año. Por lo tanto, suponiendo que se mantiene esta relación lineal en un periodo adicional de 50 años de la vida útil del proyecto* ***"Casa Habitación Zula"****, en las 1.667 hectáreas que comprenden las áreas de conservación de este predio se podrían capturar aproximadamente 7.80 toneladas de carbono que se acumularía en la biomasa aérea en los próximos 50 años de la vida útil del proyecto.*

El análisis de similitud de Sorensen indica que la similitud de la composición florística entre la vegetación de la microcuenca y de la superficie de CUSTF considerando la riqueza de especies presentadas en los listados florísticos de ambos sitios se demuestra que comparten el 70.5% del total de las especies registradas en ambos sitios. En consecuencia, el argumento que se sostiene es que la riqueza de las especies es similar, por lo que aun cuando tenga lugar el desmonte en el área del proyecto, la representatividad específica está garantizada en el área de influencia y en la microcuenca. Sobre todo, porque no existen en el predio del proyecto especies exclusivas o restringidas a sus limites.

La riqueza obtenida para los estratos arbóreo y arbustivo en los sitios de muestreo de la superficie de CUSTF y de la microcuenca son en general bajos y varian de 4 a 5 especies mientras que el índice de diversidad ambos grupos y de manera general según el método utilizado de Shannon-Wiener se considera bajo, con valores de H= 1.1 a 1.7, esto nos indica que en el área solicitada para CUSTF, se desarrolla una comunidad vegetal con predominancia de palmas con limitada riqueza de especies.

Los índices de diversidad biológica por estrato tanto en la superficie de CUSTF del proyecto como en la microcuenca son más bajos que los reportados para otras zonas con matorral costero de la península de Yucatán. Los valores de H son ligeramente superiores en el estrato arbustivo que en

el estrato arbóreo en ambos sitios. Pero el estrato herbáceo es el que presenta los valores con mayor variación entre los dos sitios.

En relación con los valores de importancia relativa como conclusión de la comparación de los resultados obtenidos en la superficie propuesta de CUSTF contra lo obtenido en la microcuenca, se pudo verificar que la mayoría de las especies registradas en el área de CUSTF se encuentran también dentro de la microcuenca. Asimismo, se observa que las especies con los valores de importancia relativa más altos se registraron en ambos sitios, siendo este el primer grupo. Este grupo de especies por ser abundantes y frecuentes son las que presentan menos riesgo de afectación por la remoción de la vegetación en el predio para este proyecto.

En el segundo grupo de especies se incluyen las que se registraron en la microcuenca pero que no fueron registradas en el predio, en este caso el razonamiento es que tampoco resulten en riesgo por la remoción de la vegetación. Mientras que en el tercer grupo se incluyen las especies que se registraron en las parcelas de muestreo de la superficie de CUSTF pero que no aparecieron en los sitios de muestreo de la microcuenca. En este caso como medida preventiva ante posibles riesgos de afectación por la remoción de la vegetación se han seleccionado las especies con los valores de importancia relativa más bajos que no se encontraron en ningún estrato de la microcuenca y se propone recolectar propágulos, reproducirlas en el vivero, para posteriormente incluirlas en el programa de reforestación de las áreas de conservación de este proyecto.

En el estrato arbóreo dos especies registradas en la superficie de cambio de uso del suelo no se registraron en los sitios de la microcuenca Chumpon la uva de mar y el xmuyche. En el caso del estrato arbustivo, el xmuyche se registró en la superficie de cambio de uso del suelo, pero no aparece en los sitios de la microcuenca Chumpon y en el estrato herbáceo lo mismo sucede con Ernodea litoralis y el jicaco. Sin embargo, al analizar la información de los listados florisiticos se reconoce que todas las especies registradas en la superficie de cambio de uso del suelo están representadas enla vegetación del matorral costero de la microcuenca Chumpon. Como parte de las medidas de mitigación se propone recolectar propágulos de estas especies y propagarlas en condiciones de vivero para su posterior reubicación en las áreas de conservación.

La eventual realización del CUSTF implica el retiro de ejemplares de flora correspondientes a especies de amplia distribución en la zona como son: (Thrinax radiata) Chiit, (Metopium brownei) Chechem, palma de coco (Cocus nucifera) y Uva de mar (Coccoloba uvifera) entre otras especies frecuentes en la vegetación del matorral costero de esta zona. La remoción de estas especies con amplia distribución no pone en peligro a sus poblaciones. De esta forma, la remoción de plantas de especies de amplia distribución y que son abundantes en la región, no representa un impacto grave, ni amenaza para el servicio ambiental que ofrece la biodiversidad. Por último, se observa que en los sitios de muestreo de la microcuenca y de la superficie de cambio de uso del suelo se registró una especie protegida la palma chiit.

La inversión requerida para la implementación del proyecto será de aproximadamente $9,900,000.00 de pesos M.N.; de los cuales se contempla para las actividades preliminares y la construcción de la casa unifamiliar, una inversión de $9,480,000.00 pesos M.N. y el monto restante de $ 420,000.00 pesos M.N para la ejecución de las medidas de mitigación propuestas. Esta inversión total se justifica por lo beneficios en conservación, calidad de la vida, y generación de empleo e ingresos que generará este proyecto, debido a la construcción de la ***"Casa Habitación Zula".***

Asimismo, de acuerdo con la perspectiva planteada en los instrumentos de planeación ambiental aplicables en este predio, en este estudio se demuestra que la remoción de la vegetación en una superficie de 0.11082 hectáreas para el desplante de este proyecto la biodiversidad se mantiene, la erosión de los suelos, el almacenamiento y captura de carbono, el deterioro de la calidad del agua y la disminución en su captación cuentan con medidas de mitigación y se reconoce que este proyecto genera beneficios sociales y es un uso alternativo más productivo a largo plazo que el uso actual de este terreno.

Con base en las características y condiciones de la vegetación presente se considera que el número de plantas que en total es factible rescatar en las 0.11082 hectáreas que requieren cambio de uso del suelo para este proyecto es de 120 plantas sanas y vigorosas con capacidad para soportar el trasplante de cuando menos 7 especies de la vegetación del matorral costero según las estimaciones obtenidas durante la caracterización de la vegetación presente en la superficie de CUSTF de este proyecto; siendo la especie protegida la palma chiit a la que se le asigna el mayor esfuerzo de rescate.

Se pretende que cuando menos el 10 % de las plantas rescatadas sean plantas de talla grande (mayores de 3 metros de altura), el 20 % deberá corresponder a plantas de talla mediana (mayores de un metro y menores de 3 metros de altura) y el porcentaje restante deberán ser plantas de talla chica (menores de un metro de altura).

El cumplimiento con la normatividad se enmarca en los lineamientos del Programa Nacional de Remediación de la *SEMARNAT 2024 – 2030*. La compensación indicada en la NOM-022-SEMARNAT 2003, se realizará en el área de vegetación de manglar del predio.

El Programa Integral de Manejo Ambiental contempla que en base a los términos del resolutivo en su momento se van a desarrollar a detalle y serán puestos a consideración de la autoridad los siguientes subprogramas: Subprograma de Rescate y Reubicación de Especies de la Vegetación Forestal, Subprograma de ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre, Subprograma Integral de Reducción, Separación y Disposición Final de Desechos, Subprograma de captación de agua pluvial, Subprograma de educación ambiental.

CAPITULO I

DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE

I.1 Datos Generales del proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto.

"Casa Habitación Zula"

I.1.2. Ubicación (dirección) del proyecto.

La ubicación del proyecto **"Casa Habitación Zula"** está en el predio con CLAVE CATASTRAL 109020000006013-102, que corresponde al predio rústico denominado "Paso de Juana", ubicado al norte del Canal de Boca Paila, Municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo, dentro de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an.

I.1.3. Duración del proyecto.

El proyecto **"Casa Habitación Zula"** considera que la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto abarcará un periodo de 36 meses, y que la operación del proyecto **"Casa Habitación Zula"** tendrá una vida útil de 50 años lo cual se logrará mediante la aplicación permanente y sistemática de un programa de mantenimiento que dé lugar al adecuado manejo de la infraestructura y un programa Integral de manejo Ambiental (PIMA).

I.2. Datos Generales del promovente

I.2.1 Nombre o Razón Social.

Nirvana Developments S.A. de C. V.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes.

RFC: NDE190528RJ5

I.2.3 Datos del Apoderado Legal.

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.

I.2.4 Dirección del Promovente para oír y recibir notificaciones.

Lacandonia Abogados Corporativos & Ambientales

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.

I.3. Responsable de la elaboración del documento técnico unificado

I.3.1 Nombre del responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental.

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.

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.

I.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.

Castillo Espadas, Prestador de Servicios Técnicos Forestales persona Física, con

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.

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. Información General

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto **"Casa Habitación Zula"** se plantea como un proyecto habitacional unifamiliar sostenible de mínimo impacto con uso de fuentes alternas de energía y aislamiento de las redes municipales de agua y alcantarillado.

El proyecto **"Casa Habitación Zula"** consiste en llevar a cabo la construcción y operación de una casa unifamiliar, la cual se inscribe dentro del Sector Económico Secundario de construcción de viviendas **(Ver ANEXO CARTOGRAFICO)**.

La construcción de bajo impacto se caracteriza por no utilizar recursos no renovables de la Reserva, para lo cual la maquinaria y los materiales de construcción provenientes se obtendrán de establecimientos que se localizan fuera de la Reserva de la Biosfera de Sian kaan.

A través de procesos industriales externos se producen y abastecen materiales de construcción como son, por ejemplo: varillas de fierro, cemento, arena, cal, madera, aluminio, etc. Este sector es muy importante en el desarrollo de un país ya que proporciona elementos de bienestar básicos en una sociedad al construir viviendas (www.inegi.org.mx).

Con criterios de bioclimatización contemporáneos, además el estilo arquitectónico y las fachadas del proyecto "**Casa Habitación Zula"** que se somete a una autorización en materia de impacto ambiental a través de la presentación del presente DTU-B, emplea diseños, acabados y colores que resultan en una excelente armonización con las características y materiales propios de la región Maya.

La **"Casa Habitación Zula"** se llevará a cabo en un predio cuya escritura pública indica que tiene un área de 25,492.82 m^2. Con base en el Certificado de Medidas y Colindancias expedido por la Tesorería Municipal del Municipio de Tulum en el Oficio TM/DC/0491/2024 del 11 de julio de 2024 el deslinde catastral corresponde con el área sujeta a evaluación es de 18,307.35 m^2.

La **"Casa Habitación Zula"** se llevará a cabo con un área construida en dos niveles con un total de 299.53 m^2, con una altura máxima de 8.00 metros.

El proyecto **"Casa Habitación Zula",** consiste en la construcción de una casa habitación unifamiliar sustentable, autónoma energéticamente, con optimización en el uso del agua que esta constituida por dos plantas y cuyos componentes son los siguientes:

PLANTA BAJA

Cuarto de máquinas de la casa y la alberca; Lavandería y blancos**;** Ducto de tuberías hidráulicas y eléctricas**;** Huella de columnas estructurales. Cuarto de servicio**;** ½ Baño del cuarto de servicio**;** Soportes retráctiles para protección de huracanes.**;** Escalera de acceso a la casa**;** Portón de acceso: Registros de aguas grises y negras: Tanque estacionario de gas LP, generador eléctrico, y tanque de diésel; Bodega de víveres; Torre del aerogenerador con tres anclas; Almacén temporal de residuos y Área para entrega de residuos hacia el exterior

PLANTA ALTA

Escalera Planta Alta –Azotea; Vestíbulo; Cocina; Estancia; Comedor; Recámara A (Principal); Baño A; Recámara B; Baño B; Recámara C; Baño C; Recámara D; Baño D; Recámara E: Recámara F y Cubierta de escalera (Planta Alta a Azotea).

Para efectuar las anteriores construcciones el proyecto **"Casa Habitación Zula"** en el diseño del proyecto se ha minimizado al absoluto mínimo posible las superficies de despalme y de desmonte y no se hará desmonte perimetral alrededor de la casa. Se resalta la importancia de que, en el proyecto, como estrategia de conservación y minimización de impactos ambientales a la microcuenca Chumpon, tanto en las áreas de despalme, como de desmonte se van a rescatar todos los elementos sanos y vigorosos de la vegetación que soporten el transplante y éstos serán reubicados en las Áreas de Conservación aledañas. También, los individuos vegetales que estén en el límite del área construida, en forma selectiva formarán parte del Programa de Rescate de Flora y Reforestación y serán replantados en cuando menos 232.48 m² dentro de las Áreas de Conservación, específicamente a los lados del camino de acceso y alrededor de la casa que son las zonas más vulnerables, en especial porque no habrá despalme ni desmonte alguno alrededor de la casa. En ambos casos se asegura una sobrevivencia superior al 80 %.

En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** siguiendo las indicaciones de la Delegación de SEMARNAT se adoptan las siguientes definiciones:

Superficie de desmonte: Remoción de la vegetación existente en las áreas destinadas a la instalación de una obra (NOM-130-ECOL-2000) (Definición obtenida del Glosario Ambiental de SEMARNAT).

Asimismo, es el área en que se lleva a cabo la remoción de vegetación menor conservando los elementos más importantes de la vegetación que en ellos se encuentren **(Ver Tabla 5).**

Superficie de despalme: Acción de extraer los primeros 20 cm de suelo con el fin de dejar un terreno libre de raíces de plantas herbáceas (NOM-117-SEMARNAT-2006). **(Ver Tabla 5).** (Definición obtenida del Glosario Ambiental de SEMARNAT).

Superficie de desplante: La superficie sobre la que se edifican las construcciones. También de denomina la huella o *foot-print*.

Área construida o área de construcción: *la suma de áreas cubiertas o techadas del inmueble, medidas a paños exteriores de los muros perimetrales y descontando los huecos verticales que estén descubiertos (Diario Oficial de la Federación del 12 de enero de 2009: Procedimiento Técnico PT-CAS para el cálculo de áreas y superficies en inmuebles).*

Superficie de conservación de las condiciones naturales del sitio: La superficie del predio en la que no tiene lugar el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales. Las superficies de conservación corresponden a las áreas sin intervención que resultan de descontar a la superficie total del predio en evaluación, la sumatoria de las superficies de despalme (que son iguales que las de desplante o huella ecológica) más las superficies de desmonte más la superficie del camino preexistente que va de Tulum a Boca Paila.

El proyecto "**Casa Habitación Zula"** tiene una casa habitación cuya huella o desplante es de 226.39 m^2. Si se suman las áreas construidas en los dos niveles de la casa con la construcción de infraestructura, se obtienen que el área total construida es de 299.53 m^2

Debe hacerse mención que la alberca en el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se considera como área construida ya que según la definición del Diario Oficial de la Federación del 12 de enero de 2009. D.O.F. procedimiento Técnico PT-CAS para el cálculo de áreas y superficies en inmuebles el área construida es la techada y la alberca no está techada.

Además, debe aclararse que, si se toma la definición del DOF antes mencionado de "área construida", en el área construida del proyecto **"Casa Habitación Zula"** no deberían contabilizarse: la alberca, el aerogenerador, el área de residuos, los biodigestores, la trampa de grasas, y los tanques de gas y de diésel, ni la puerta de acceso.

Aun así, para tomar una posición muy conservadora y estar en lo seguro, en el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** inclusive las instalaciones y servicios no techados se han considerado como parte del "área construida". Una razón adicional es que para el inicio de la obra se requiere de la Licencia de Construcción la cual tiene que estar en concordancia con el resolutivo del DTU-B y por esta razón también, aunque pudiera no hacerse según la definición de área construida del DOF, en el proyecto se considera como área construida aún algunas que según el Diario Oficial de la Federación multimencionado, podrían no incluirse como áreas construidas.

Tabla 1. Superficies de desmonte y despalme contempladas por el proyecto **"Casa Habitación Zula".**

Superficie	Superficie de despalme (m^2)
Área de desmonte perimetral al área de construcción de la casa	0.0
Área de desmonte de otras áreas reguladas en el POER (Puerta de acceso, Camino vehicular, áreas de acceso a la infraestructura, senderos peatonales	777.92
Área de despalme (Polígono de construcción de la casa, humedal, caseta de generador eléctrico de emergencia, tanque de diésel, torre del aerogenerador y anclas de sujeción. tanque de gas LP (1,000 litros.), almacén de residuos, biodigestores, trampa de grasas y biofiltro.	330.28
TOTAL	**1,108.20**

La definición que ha estado usando la SEMARNAT en diversos Resolutivos recientes se define **Área Construida** como sigue: Área *construida es la manifestada en la licencia de construcción más ampliaciones en su caso, o la que se obtenga de planos arquitectónicos aprobados por la autoridad competente. En su ausencia se calcula con la suma de áreas cubiertas o techadas del inmueble, medidas a paños exteriores de los muros perimetrales y descontando los huecos verticales que estén descubiertos Esta medición se realiza discriminando por tipos constructivos , de manera que la suma de las áreas construidas de cada tipo constructivo sea la misma que el total del área construida de todo el inmueble (Procedimiento técnico PT_CAS para el cálculo de áreas y superficies de inmuebles, publicado en el Diario oficial de la Federación el 12 de enero de 2009).*

Según el DOF se considera como área Construida la resultante de la siguiente fórmula Ace-Hvd y para su cálculo se deben seguir los siguientes pasos:

Paso 1

Se calcula el área construida:

a) *Se identifican por cada nivel o piso las áreas cubiertas o techadas y se miden a partir de los paños exteriores y con la configuración que tenga dicho nivel o piso.*

b) *Se identifican por cada nivel o piso los huecos verticales descubiertos, se calcula su área tomando mediciones a paños interiores del hueco.*

c) *Del área en metros cuadrados (m^2) obtenida en el numeral a) se resta el área concerniente al Numeral b).*

d) *Por último se suman todas las áreas construidas por nivel o piso para establecer el área construida del inmueble sujeto de estudio.*

e) *Las áreas construidas podrán ser de un mismo tipo o de diversos tipos constructivos, por lo que el valuador de bienes nacionales deberá señalarlo.*

Fórmula:

Área construida (Ac) = Ace Hvd

Paso 2

Se calcula el área de uso común por piso

a) *Se identifican por cada nivel o piso las áreas de uso común, se calcula su área tomando mediciones a paños interiores del área*

b) *Se calcula el área de uso común del edificio*

c) *Se identifican las áreas de uso común del edificio que son las áreas que proveen servicios a los inquilinos, tales como: vestíbulos principales, atrios a nivel de piso terminado, áreas de conserje, escritorios de seguridad, salones de conferencias, entre otros; se calcula su área tomando mediciones a paños interiores de muros*

Paso 3

Se calcula el área útil del edificio (Aue):

a) *Se identifican por cada nivel o piso las áreas cubiertas o techadas y se miden a partir de los paños interiores de la porción dominante de muros y con la configuración que tenga el nivel o piso*

b) *Se identifican por cada nivel o piso los huecos verticales descubiertos, se calcula su área tomando mediciones a paños interiores del hueco*

c) *Se identifican por cada nivel o piso los huecos verticales cubiertos, se calcula su área tomando mediciones a paños exteriores del hueco*

d) *Se identifican por cada nivel o piso las áreas comunes de ese piso, se calcula su área tomando mediciones a paños interiores*

e) *Se identifican las áreas comunes del edificio, se calcula su área tomando mediciones a paños interiores*

f) *Del área en m2 obtenida en el numeral a) se resta el área que arrojaron los numerales b) y c)*

g) *Por último se suman todas las áreas por nivel o piso calculadas en el numeral e) y se resta el área obtenida en el numeral d) para determinar el área útil.*

Por lo anterior el área construida (AC) del proyecto es la que se expresa en la **Tabla 2.**

Tabla 2. Área construida (AC) en metros cuadrados para cada uno de los dos niveles de la **"Casa Habitación Zula".**

ÁREA CONSTRUIDA	"CASA HABITACIÓN ZULA"
ÁREA CONSTRUIDA NIVEL 1 – PLANTA BAJA	**(m²)**
Cuarto de máquinas de la casa y la alberca	7.63
Lavandería y blancos	5.78
Ducto de tuberías hidráulicas y eléctricas	2.92
Huella de columnas estructurales	2.87
Cuarto de servicio	16.79
½ Baño del cuarto de servicio	4.63
Soportes retráctiles para protección de huracanes.	10.34
Escalera de acceso a la casa	7.07
Portón de acceso	0.42
Registros de aguas grises y negras	0.48
Tramapa de grasas	0.27
Tanque estacionario de gas LP, generador eléctrico, y tanque de diésel	6.98
Bodega de víveres	4.49
Torre del aerogenerador con tres anclas	0.07
Almacén temporal de residuos	5.06
Área para entrega de residuos hacia el exterior	2.08
SUB-TOTAL ÁREA CONSTRUIDA NIVEL 1	**77.88 m²**
ÁREA CONSTRUIDA NIVEL 2 – PLANTA ALTA	
Escalera Planta Alta –Azotea	5.53
Vestíbulo	51.19
Cocina	17.81
Estancia	15.38
Comedor	33.49
Recámara A (Principal)	16.62
Baño A	9.84
Recámara B	13.32
Baño B	6.56
Recámara C	13.31
Baño C	6.26
Recámara D	20.06
Baño D	6.75
Cubierta de escalera (Planta Alta a Azotea)	5.53
SUB-TOTAL ÁRA CONSTRUIDA NIVEL 2	**221.65**
ÁREA CONSTRUIDA TOTAL DE "CASA HABITACIÓN ZULA"	**299.53 m²**

Debe hacerse mención que la alberca en el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se debe considerar como área construida ya que según la definición de Diario Oficial antes mencionada la alberca no tiene: … *"cubiertas o techados", medidas a paños exteriores de los muros perimetrales y descontando los huecos verticales que estén descubiertos.*

Tabla 3. Superficies de campamento temporal.

Superficie de campamento temporal	Superficie (m^2)
Sanitarios móviles	2.00
Baños y sanitarios	16.00
Almacén techado para materiales de construcción, oficina y dormitorio en segundo piso	25.00
Almacén no techado para materiales de construcción	30.00
Almacenamiento temporal de residuos	9.00
Superficie para depósitos de agua en Rotoplas de 1,000 litros.	8.94
Cocina y comedor	12.00
Superficie de maquinarias con sascab	5.00
TOTAL	**107.94**

Tabla 4. Diversas áreas de duna, del camino Tulum-Boca Paila y del tercio medio.

Superficie	Superficie (m^2)
Superficie total del cordón de duna	2,602.80
Superficie del tercio medio del predio	6,106.61
Superficie del camino Tulum-Boca Paila	523.19

Nota: El área de duna considera todo el frente del predio, no solo el tercio medio.

Tabla 5. Área de despalme, desmonte, de conservación, del camino y total del predio.

Superficie	Superficie (m^2)
Área de despalme.	330.28
Área de desmonte	777.92
Área de conservación	16,675.96
Área del camino Tulum-Boca Paila	523.19
Área total del predio a ser evaluado	**18,307.35**



Figura 1. Perspectiva del proyecto **"Casa Habitación Zula".**

El proyecto **"Casa Habitación Zula"** desde la perspectiva de la Historia Ambiental, al igual que muchos otros en Sian Ka'an ha sido utilizado por muchos siglos. La zona en especial la cercana a la desembocadura de la laguna con el mar primero fue ocupada por los mayas, quienes construyeron canales de navegación en las lagunas, templos, pirámides, asentamientos humanos y que desde este sitio se embarcaban en importantes expediciones comerciales marinas. La zona en el siglo XIX y principio del siglo XX fue el refugio de la sublevación del pueblo Maya, denominada la Guerra de castas contra la explotación de los "hombres blancos" en la que la zona fue refugio de los revolucionarios. A mediados del siglo XX hubo una importante producción de aceite de palma hasta que a la zona le cayó el "amarillamiento letal de la palma de coco" que hizo sucumbir a las plantaciones comerciales de copra. Posteriormente se han instalado múltiples campamentos de pescadores y más recientemente de viviendas unifamiliares quienes disfrutan de la maravilla del Mar Caribe desde propiedades privadas en Sian Ka'an. Así mismo, en la región en que se enclava el proyecto **"Casa Habitación Zula"** se ha detectado la creciente presencia de incendios de origen antrópico.

El mar por su parte, ha generado también impactos ambientales notables cuyo origen son tanto por los huracanes y tormentas tropicales con sus importantes impactos naturales sobre la vegetación así como por la arribazón ancestral de basura Como si fuera poco, en el predio del proyecto **"Casa Habitación Zula"** en fechas recientes la zona ha sido infestada por el ácaro rojo cuya presencia se ha demostrado en varios puntos del predio así como de la demoledora presencia del sargazo que no sólo afecta las playas de anidación de tortugas, sino que también ha tenido un severo impacto en el ecoturismo.

En resumen, la zona ha acumulado algunos impactos ambientales naturales, aunque los más severos son principalmente antrópicos, y esto ha sido así por milenios. Los impactos ambientales se pueden observar en las playas y entre las dunas en forma de basura acumulada y la presencia de áreas abiertas. La implicación de una visión de Historia Ambiental en el proyecto **"Casa Habitación Zula"** es doble: por un lado la necesidad de restaurar la zona de los impactos del pasado y por otra, que dada la presencia de acahuales y áreas sin vegetación sin tener que desmontar superficies adicionales, es posible encontrar áreas desprovistas de las especies características de la duna costera, las cuales permiten la instalación de infraestructura y el trazo de brechas y el camino de acceso minimizando actividades de remoción y rescate de la vegetación del sitio.

El proyecto arquitectónico y las ingenierías en **"Casa Habitación Zula"** utilizaron un diseño sustentable que permitirá el cuidado integral de los ecosistemas presentes en la microcuenca Chumpon y la dinámica del medio ambiente y a la vez alterar al mínimo las condiciones naturales del predio en el que se desarrolla. Este diseño permite que la vegetación se mantenga prácticamente inalterada en la mayor parte del predio, ya que únicamente pretende llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) de una superficie de 1,108.20m^2 que corresponde al 6.05% de la superficie total del predio.

Tabla 6. Áreas de aprovechamiento y conservación del predio del proyecto **"Casa Habitación Zula".**

Superficie		**Superficie (m²)**	**Porcentaje (%)**	**Superficie (m²)**	**Porcentaje (%)**	
Aprovecha-miento	Superficie de despalme y desmonte (CUSTF)	1,108.20	6.05	1,631.38	8.91	
	Camino de Tulum-Boca Paila	523.19	2.86			
Conservación	Superficie de conservación	16,675.96	91.09	16,675.96	91.09	
Superficie total del área sujeta a evaluación		18,307.35	100.00	18,307.35[2]	100.00	

Dado que en el sitio del proyecto no se registra la presencia de servicios públicos municipales como son energía eléctrica, agua potable y alcantarillado, combustibles entre otros, la promovente será la responsable de proveer los servicios necesarios para la operación del proyecto de la siguiente manera:

- **Agua Potable:**

  En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** durante las Etapas de Preparación y de Construcción del proyecto el agua potable se abastecerá por medio de pipas que provendrán de sitios debidamente autorizados en Tulum y se almacenará en cisternas-tinaco prefabricadas tipo Rotoplas o similar.

  Durante la operación del proyecto **"Casa Habitación Zula"** se hará uso tanto de agua proveniente de pipas, así como, de un sistema de captación de agua pluvial. El agua potable para consumo humano se hará llegar al sitio del proyecto en garrafones de plástico de 20 litros.

- **Energía Eléctrica:**

  Para las etapas de preparación y construcción en el proyecto **"Casa Habitación Zula"** se dispondrá de una planta portátil de generación de energía, la cual funcionará a base de gasolina.

  El suministro de energía durante la etapa de operación será mediante un sistema híbrido de captación de energía solar y eólica a través de celdas fotovoltaicas y turbina eólica, respectivamente. Para emergencia se usará una planta a diésel.

  Los componentes del sistema de captación de energía solar serán: paneles o celdas solares fotovoltaicas (generadores solares), regulador (protector de batería contra descarga profunda y sobrecarga), inversor, moto generadora (funcionará cuando las baterías estén agotadas, suministrando energía a los consumidores y al mismo tiempo recargará las baterías, momento en el cual dejará de funcionar). El sistema fotovoltaico (FV) híbrido brinda una cierta cantidad de energía que puede incrementarse con el funcionamiento de la moto generadora. Esta energía extra es la denominada "energía pico". Debido a que el motor generador no funciona constantemente, su mantenimiento resulta relativamente de bajo costo.

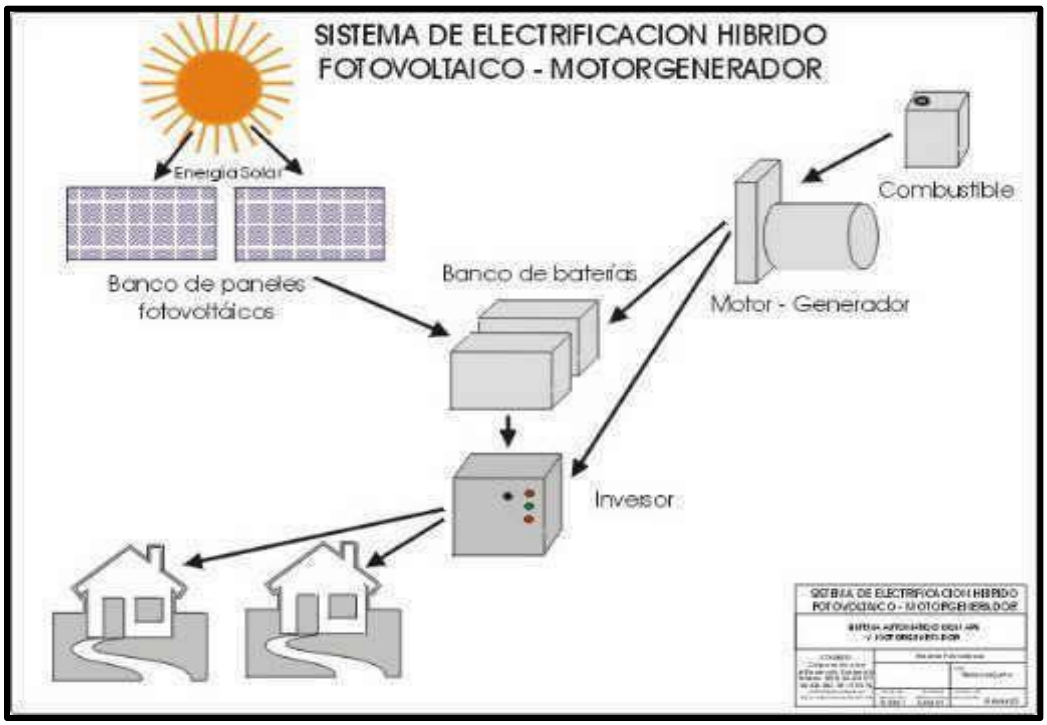

Figura 2. Descripción del sistema fotovoltaico híbrido.

El uso de electricidad solar presenta muchas ventajas, puesto que se trata de una fuente de energía limpia, silenciosa y confiable. En zonas remotas donde no hay conexión a la red de distribución pública, esta forma de energía solar es empleada para satisfacer la demanda de electricidad de los hogares y para alimentar bombas de agua y refrigeradores.

La segunda forma de generación de energía eléctrica es a través del viento con la utilización de una turbina eólica. La ocupación de suelo de la torre de la turbina eólica (aerogenerador) y sus anclas, ocupará una superficie total de 0.07 m^2. La torre será sostenida con tres cables anclados al suelo. Para la ubicación de dichos anclajes se buscarán claros naturales entre la vegetación.

La energía fotovoltaica y eólica producida será trasladada a un inversor que transformará la corriente continua a corriente alterna de 110 voltios. Esta energía transformada, será almacenada en baterías o acumuladores estacionarios, constituirán una reserva de energía que podrá consumirse, por ejemplo, durante la noche.

- **Combustibles:**

  En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** durante las etapas de preparación y construcción, del proyecto se usará para cocinar alimentos una estufa de gas con tanque de cilindro, y se usará gasolina y diésel según sea necesarios para las plantas de generación de electricidad y equipo de construcción serán adquiridos en la ciudad de Tulum, en la estación de servicio más cercana.

  Los combustibles serán adquiridos según sean requeridos y se trasladarán al sitio del proyecto en recipientes metálicos y/o plásticos cerrados herméticamente con tapa de rosca.

  Durante la operación del proyecto **"Casa Habitación Zula"** operará celdas fotovoltaicas, un aerogenerador y un sistema auxiliar o planta generadora de 7,500 watts, con su respectivo tanque de diésel de 400.00 litros. En la etapa de operación se contará con un tanque estacionario de gas LP de 1,000 litros ubicado en un sitio ventilado, que dotará de gas a la casa para el uso de la estufa y el calentador de agua para la regadera. Adicionalmente se contará con un calentador solar.

- **Disposición Residuos Líquidos:**

En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** al inicio de las etapas de preparación del proyecto, mientras se construye el humedal artificial para el tratamiento de aguas residuales, se colocarán sanitarios portátiles a razón de uno por cada 10 trabajadores y se les dará mantenimiento por una empresa debidamente autorizada.

Las aguas residuales durante la operación del proyecto **"Casa Habitación Zula"** se canalizarán hacia el sistema de tratamiento de aguas residuales que consta de separador de grasas y aceites, dos biodigestores prefabricados (Rotoplas Biodigestor Autolimpiable), humedal artificial (Sistema Wetland) y ultra filtrado y desinfección final del agua. Mediante este sistema avanzado de bio tratamiento con dos biodigestores, trampa de grasa, humedal artificial, bio filtro de alta eficiencia, cloración y cárcamos de bombeo las aguas residuales si van a recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo y cumplirán con NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales o las condiciones particulares de descarga de conformidad con la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento.

El sistema de tratamiento de aguas servidas contará con un mecanismo y dispositivos que permitan, que el peso seco de los lodos que ahí se generen sean menores a 180 g/m^3 de agua tratada y serán dispuestos por una empresa especializada fuera de la Reserva.

En caso de que se requiera la instalación de sistemas de riego, éste estará articulado a los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

- **Disposición Residuos Sólidos:**

En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** los residuos sólidos durante la construcción serán separados por tipo de materiales (fierro, plástico, madera, papel, cartón, cascajo, etc. y serán transportados al relleno sanitario para su reciclaje y/o disposición final en un sitio autorizado por el H Ayuntamiento de Tulum.

Durante la operación del proyecto **"Casa Habitación Zula"** los residuos que se generen se dividirán en orgánicos e inorgánicos y en la medida de lo posible los materiales residuales de plantas serán reciclados a través de la producción de composta y los inorgánicos serán trasladados fuera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an en bolsas plásticas resistentes y perfectamente cerradas para evitar su dispersión y posteriormente ser colocadas ya sea en centros de acopio autorizados por la autoridad competente o en el relleno sanitario.

El proyecto **"Casa Habitación Zula"** propone ser un modelo para la solución al problema de la generación de residuos de todo tipo al reducir la generación y al no mezclar, es decir, separar y manejar conforme a la normatividad vigente.

II.1.2 Objetivo del proyecto

El objetivo general del proyecto En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** es desarrollar una vivienda unifamiliar de bajo impacto que brinde a sus habitantes la oportunidad de convivencia con la naturaleza y el medio ambiente con los siguientes objetivos específicos:

- Conservar al máximo las condiciones naturales.
- Incorporar el proyecto a las características de la microcuenca Chumpon.
- Propiciar el uso sostenible de los recursos naturales.
- Generar empleos temporales y permanentes, mediante la ejecución de las tres etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción y operación).
- Cumplir estrictamente con toda la normatividad ambiental vigente para la zona donde se pretende el desarrollo del proyecto.

II.1.3 Ubicación física

El predio donde se pretende llevar a cabo el cambio de uso de suelo del proyecto **"Casa Habitación Zula"** corresponde al LOTE 013-102 del predio rústico denominado "Paso de Juana" ubicado al norte del Canal de Boca Paila, Municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo, dentro de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an (**Fig. 3**).

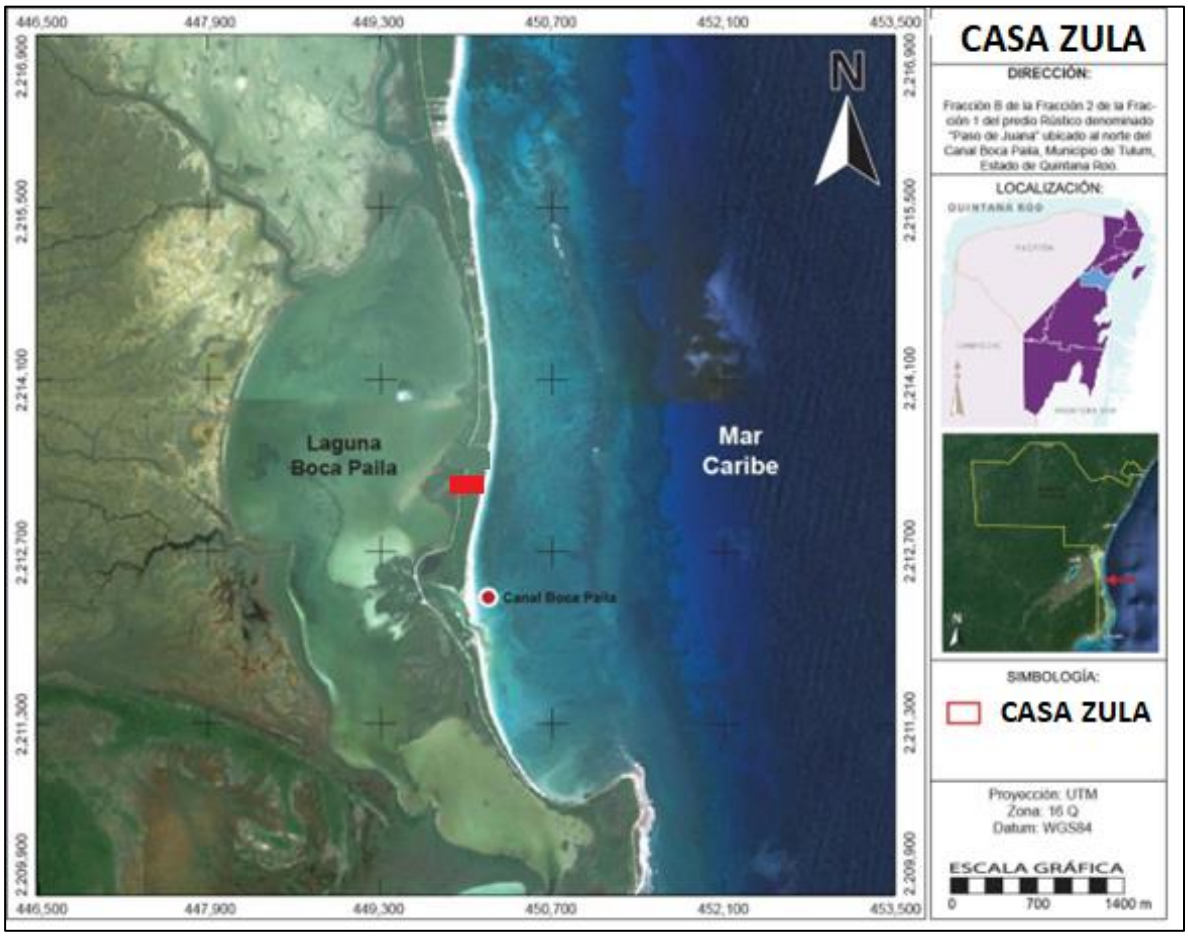

Figura 3. Localización del sitio del proyecto **"Casa Habitación Zula".**

Con base en la Escritura Pública No. P. A. 4174 (CUATRO MIL CIENTO SETENTA Y CUATRO), expedida en la Ciudad de Playa del Carmen, con fecha de 18 de julio del 2022 por el Licenciado JAVIER JESUS CARDENAS RIVERO, notario titular de la notaria publica numero NOVENTA Y UNO del Estado de Quintana Roo. En base al Certificado de Medidas y Colindancias expedida por la Tesoreria Municipal en el Oficio TM/DC/0408/2023 del 4 de mayo de 2023, el área sujeta a evaluación es de 18,307.35 m² y está delimitado por las siguientes medidas y colindancias:

- Al Norte en 182.96 metros con Lote 013-10;
- Al Sur en 189.45 metros con Lote 013-110;

- Al Este en 100.00 metros con Zona Federal Marítimo Terrestre del Mar Caribe, y
- Al Oeste en 100.66 metros con Zona Federal Marítimo Terrestre de la Laguna de Boca Paila.

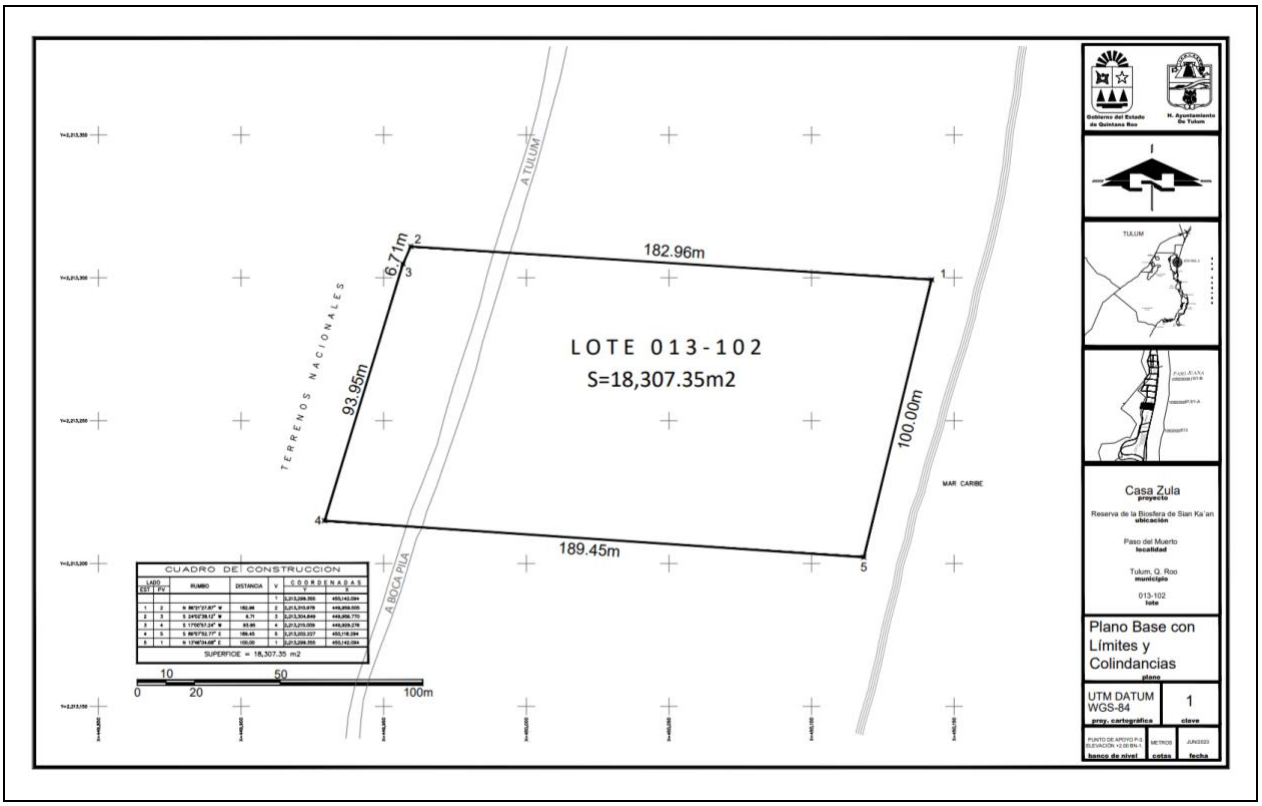

Figura 4. Poligonal del predio del proyecto **"Casa Habitación Zula"** el cual tiene 18,307.35 m^2 que son los evaluados en el DTU.

Este predio se encuentra delimitado por las coordenadas extremas UTM Datum WGS84 Zona 16 Norte que se presentan en la **Tabla 7**.

Tabla 7. Coordenadas extremas del predio del proyecto **"Casa Habitación Zula".**

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DEL PREDIO						
LADO		*RUMBO*	*DISTANCIA*	*V*	*COORDENADAS UTM*	
EST	*PV*				*Y*	*X*
				1	*2,213,299.355*	*450,142.094*
1	*2*	*S 13' 46' 04,68" W*	*182.96*	*2*	*2,213,310.978*	*449,959.505*
2	*3*	*S 24' 02' 38.12 W*	*6.71*	*3*	*2,213,304.849*	*449,956.770*
3	*4*	*S 17' 00' 57.24" W*	*93.95*	*4*	*2,213,215.009*	*449,929.276*
4	*5*	*S 86' 07' 52.77" E*	*189.45*	*5*	*2,213,202.227*	*450,118.294*
5	*1*	*N 13' 46' 04.68" W*	*100.00*	*1*	*2,213,299.355*	*450,142.094*
SUPERFICIE = 18,307.35 m²						

II.1.4 Urbanización del área circundante.

En relación con las vías de acceso, el acceso principal es a través del camino rural de terracería que comunica a la ciudad de Tulum con el poblado de Punta Allen. Dicho camino tiene aproximadamente entre 4.5 y 5 metros de ancho y este mismo se articula con la Carretera Federal 307 que conecta Cancún y Chetumal. Asimismo, se puede acceder por vía marina a través del Mar Caribe o la Laguna Boca Paila (**Fig. 5**).

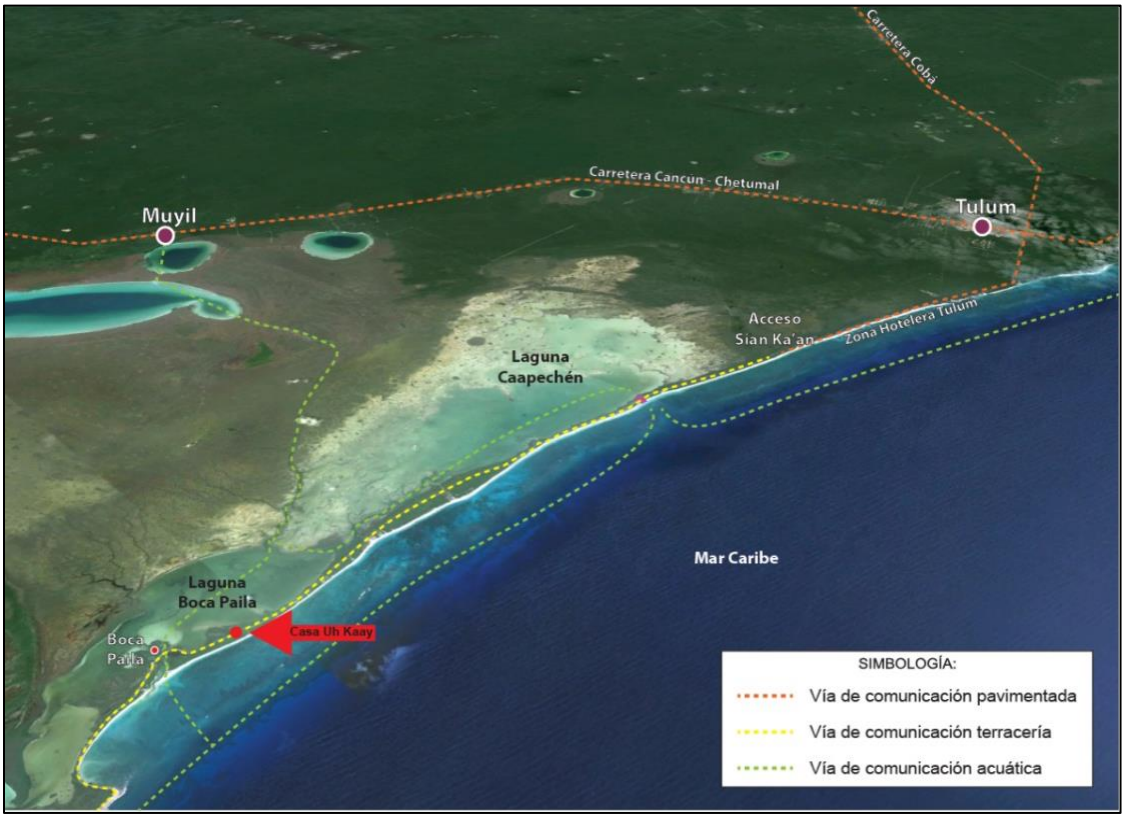

Figura 5. Vías de comunicación al sitio del proyecto.

En la zona del proyecto, no se cuenta con servicios públicos básicos por tratarse de un Área Natural Protegida y no cuenta con servicios municipales de agua potable y alcantarillado. Por lo antes citado, la promovente será la responsable de proveer los servicios necesarios durante las diferentes etapas del proyecto entre los que se encuentran energía eléctrica (solar y eólica), agua potable (captación pluvial), alcantarillado (biodigestores Rotoplas Autolimpiable con humedal artificial), y combustibles (gas LP).

II.1.5 Inversión requerida

El monto de inversión estimado para la realización del proyecto es de aproximadamente de $9, 900,000.00 de pesos (Nueve millones novecientos mil pesos) siendo el costo de la construcción de un monto de $9,480,000 pesos (Nueve millones cuatro cientos ochenta mil pesos).

Se ha estimado en Total un gasto de $420,000 pesos (Cuatrocientos veinte mil pesos M.N.) como gastos de las medidas de mitigación, compensación y prevención del proyecto dirigidos hacia la conservación de la zona del proyecto localizado en la microcuenca Chumpon (Ver **Tabla 8**).

Tabla 8. Costos para aplicar las medidas de mitigación, compensación y prevención del proyecto.

Medidas de mitigación	Monto en pesos
Programa de rescate defFlora	$115,000.00
Programa de rescate de fauna	$25,000.00
Programa de compensación en beneficio de los humedales	$105,000.00
Programa de educación	$45,000.00
Programa de manejo de residuos sólidos y líquidos	$ 75,000.00
Programa de captación de agua pluvial	$30,000.00
Programa de tortuga marina	$25,000.00
TOTAL	**$420,000.00**

II.2. Características particulares del Proyecto

II.2.1 Dimensiones del proyecto

El área para la cual se solicita evaluación por ser donde se pretende llevar a cabo la construcción del proyecto **"Casa Habitación Zula"**, en base al Certificado de Medidas y Colindancias expedida por la Tesoreria Municipal en el Oficio TM/DC/0408/2023 del 4 de mayo de 2023, el área sujeta a evaluación es de 18,307.35 m².

La autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) solicitada es para una superficie de aprovechamiento de 1,108.20 m² (0.11082 Has) que corresponde al 6.05 % de la superficie a ser evaluada **(Tabla 9).**

Se afirma que tanto en las áreas de despalme como de desmonte se harán las observaciones y se tomarán las decisiones necesarias para conservar los elementos sanos y vigorosos de la vegetación que soporten el transplante. Los individuos que vayan a ser removidos forman parte del programa de Rescate y serán replantados en las Áreas de Conservación dentro del predio, asegurando una sobrevivencia superior al 80 %.

Tabla 9. Superficie de desmonte y despalme, de conservación y total del predio.

Superficie		Superficie (m²)	Porcentaje (%)
Aprovechamiento	Superficie de desmonte y despalme.	1,108.20	6.05
	Superficie del camino Tulum-Boca Paila.	523.19	2.86
Conservación	Superficie de conservación.	16,675.96	91.09
Superficie total del predio a ser evaluado.		**18,307.35 m²**	**100.00 %**

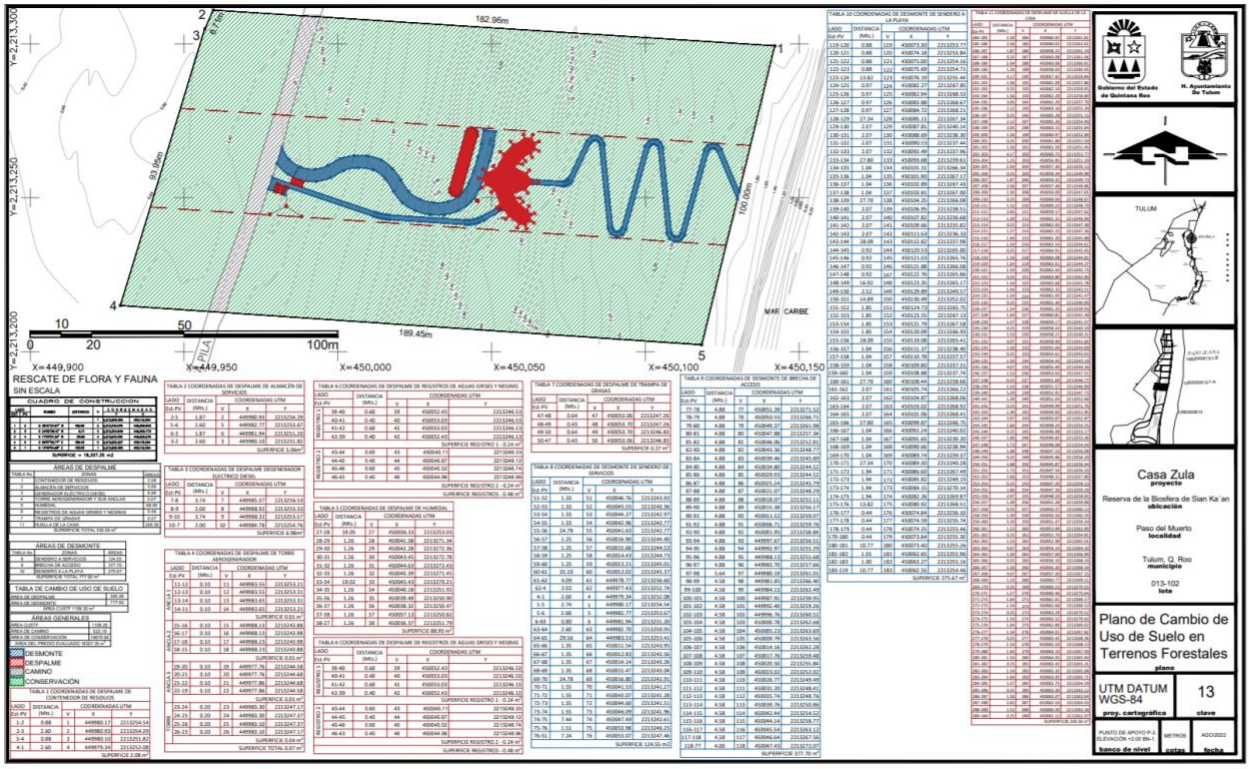

Figura 6. Plano georreferenciado de la superficie de CUSTF para el proyecto **"Casa Habitación Zula".** Para una mejor apreciación consultar el **Anexo cartográfico.**

Todas las áreas que no sean construcción serán de conservación y además tanto en las áreas de despalme como desmonte se tendrá el cuidado de conservar los elementos principales de la vegetación que no interfieran con el proyecto.

En la **Figura 6** se representan en color azul las superficies de desmonte y en color rojo las superficies de despalme que en conjunto se proponen para el cambio de uso del suelo en terrenos forestal dentro de los límites del predio y en el tercio medio del mismo. En su totalidad la superficie que se solicita se localiza en la parte este del predio desde camino de terracería hacia el Mar Caribe.

De la **Tabla 10** a la **Tabla 20** se presentan los cuadros de construcción de los diferentes polígonos que representan esta superficie, así como su resumen en las **Tablas 21** a la **23.**

Tabla 10. Coordenadas de Despalme de Contenedor de Residuos

TABLA 1 COORDENADAS DE DESPALME DE CONTENEDOR DE RESIDUOS				
LADO	**DISTANCIA (Mts.)**	**COORDENADAS UTM**		
Est-PV		**V**	**X**	**Y**
1-2	0.88	1	449980.17	2213254.54
2-3	2.60	2	449980.93	2213254.29
3-4	0.88	3	449980.1	2213251.82
4-1	2.60	4	449979.34	2213252.08
SUPERFICIE 2.08 m²				

Tabla 11. Coordenadas de Despalme de Almacén de Servicios

TABLA 2 COORDENADAS DE DESPALME DE ALMACÉN DE SERVICIOS				
LADO	**DISTANCIA (Mts.)**	**COORDENADAS UTM**		
Est-PV		**V**	**X**	**Y**
2-5	1.87	2	449980.93	2213254.29
5-6	2.60	5	449982.77	2213253.67
6-3	1.87	6	449981.94	2213251.2
3-2	2.60	3	449980.1	2213251.82
SUPERFICIE 5.06 m²				

Tabla 12. Coordenadas de Despalme de Generador Eléctrico Diésel

TABLA 3 COORDENADAS DE DESPALME DEGENERADOR ELECTRICO DIESEL				
LADO	DISTANCIA (Mts.)	COORDENADAS UTM		
Est-PV		V	X	Y
7-8	3.74	7	449985.37	2213256.53
8-9	2.00	8	449988.92	2213255.33
9-10	3.74	9	449988.32	2213253.57
10-7	2.00	10	449984.78	2213254.76
SUPERFICIE 6.98m²				

Tabla 13. Coordenadas de Despalme de Torre Aerogenerador

TABLA 4 COORDENADAS DE DESPALME DE TORRE AEROGENERADOR					
LADO		**DISTANCIA (Mts.)**	**COORDENADAS UTM**		
Est-PV			**V**	**X**	**Y**
ANCLA 1	11-12	0.1	11	449983.55	2213253.21
	12-13	0.1	12	449983.55	2213253.31
	13-14	0.1	13	449983.65	2213253.31
	14-11	0.1	14	449983.65	2213253.21
	SUPERFICIE 0.01 m²				
ANCLA 2	15-16	0.1	15	449988.13	2213243.88
	16-17	0.1	16	449988.13	2213243.98
	17-18	0.1	17	449988.23	2213243.98
	18-15	0.1	18	449988.23	2213243.88
	SUPERFICIE 0.01 m²				
ANCLA 3	19-20	0.1	19	449977.76	2213244.58
	20-21	0.1	20	449977.76	2213244.68
	21-22	0.1	21	449977.86	2213244.68
	22-19	0.1	22	449977.86	2213244.58
	SUPERFICIE 0.01 m²				
TORRE	23-24	0.2	23	449983.30	2213247.17
	24-25	0.2	24	449983.30	2213247.37
	25-26	0.2	25	449983.10	2213247.37
	26-23	0.2	26	449983.10	2213247.17
	SUPERFICIE 0.04 m²				
SUPERFICIE TOTAL 0.07 m²					

Tabla 14. Coordenadas de Despalme de Humedal de Aguas Negras

TABLA 5 COORDENADAS DE DESPALME DE HUMEDAL				
LADO	DISTANCIA (Mts.)	COORDENADAS UTM		
Est-PV		V	X	Y
27-28	19.05	27	450036.33	2213253.03
28-29	1.26	28	450041.58	2213271.34
29-30	1.26	29	450042.28	2213272.36
30-31	1.26	30	450043.45	2213272.78
31-32	1.26	31	450044.63	2213272.43
32-33	1.26	32	450045.39	2213271.45
33-34	19.02	33	450045.43	2213270.21
34-35	1.26	34	450040.18	2213251.92
35-36	1.26	35	450039.49	2213250.90
36-37	1.26	36	450038.32	2213250.47
37-38	1.26	37	450037.13	2213250.82
38-27	1.26	38	450036.37	2213251.79
SUPERFICIE 88.95 m²				

Tabla 15. Coordenadas de despalme de registros de aguas grises y negras.

TABLA 6 COORDENADAS DE DESPALME DE REGISTROS DE AGUAS GRISES Y NEGRAS					
LADO		DISTANCIA (Mts.)	COORDENADAS UTM		
Est-PV			V	X	Y
	39-40	0.6	39	450052.43	2213246.53
	40-41	0.4	40	450053.03	2213246.53
	41-42	0.6	41	450053.03	2213246.13
REGISTRO 1	42-39	0.4	42	450052.43	2213246.13
SUPERFICIE REGISTRO 1 - 0.24 m²					
	43-44	0.6	43	450045.11	2213249.33
	44-45	0.4	44	450045.67	2213249.12
	45-46	0.6	45	450045.52	2213248.74
REGISTRO 2	46-43	0.4	46	450044.96	2213248.96
SUPERFICIE REGISTRO 2 - 0.24 m²					
SUPERFICIE REGISTROS - 0.48 m²					

Tabla 16. Coordenadas de despalme de trampa de grasas.

TABLA 7 COORDENADAS DE DESPALME DE TRAMPA DE GRASAS				
LADO	DISTANCIA (Mts.)	COORDENADAS UTM		
Est-PV		V	X	Y
47-48	0.64	47	450053.06	2213247.26
48-49	0.43	48	450053.7	2213247.26
49-50	0.64	49	450053.7	2213246.83
50-47	0.43	50	450053.06	2213246.83
SUPERFICIE 0.27 m²				

Tabla 17. Coordenadas de Desmonte del Sendero a Servicios.

TABLA 8 COORDENADAS DE DESMONTE DE SENDERO DE SERVICIOS				
LADO	DISTANCIA (Mts.)	COORDENADAS UTM		
Est-PV		V	X	Y
51-52	1.33	51	450046.76	2213243.92
52-53	1.33	52	450045.55	2213243.36
53-54	1.33	53	450044.27	2213242.97
54-55	1.33	54	450042.96	2213242.77
55-56	24.78	55	450041.63	2213242.77
56-57	1.25	56	450016.9	2213244.4
57-58	1.25	57	450015.66	2213244.53
58-59	1.25	58	450014.43	2213244.73
59-60	1.25	59	450013.21	2213245.01
60-61	35.1	60	450012.02	2213245.37
61-62	4.09	61	449978.77	2213256.6
62-4	2.02	62	449977.43	2213252.74
4-1	2.6	4	449979.34	2213252.08
1-5	2.74	1	449980.17	2213254.54
5-6	2.6	5	449982.77	2213253.67
6-63	0.8	6	449981.94	2213251.2
63-64	2.6	63	449982.7	2213250.95
64-65	29.56	64	449983.53	2213253.41
65-66	1.35	65	450011.54	2213243.95
66-67	1.35	66	450012.83	2213243.56
67-68	1.35	67	450014.14	2213243.26
68-69	1.35	68	450015.47	2213243.04
69-70	24.78	69	450016.8	2213242.91
70-71	1.55	70	450041.53	2213241.27
71-72	1.55	71	450043.07	2213241.28

TABLA 8 COORDENADAS DE DESMONTE DE SENDERO DE SERVICIOS				
LADO	DISTANCIA (Mts.)	COORDENADAS UTM		
Est-PV		V	X	Y
72-73	1.55	72	450044.6	2213241.51
73-74	1.55	73	450046.09	2213241.96
74-75	7.44	74	450047.49	2213242.61
75-76	1.51	75	450053.98	2213246.25
76-51	7.24	76	450053.07	2213247.46
SUPERFICIE 124.55 m²				

Tabla 18. Coordenadas de Desmonte de Sendero de acceso.

TABLA 9 COORDENADAS DE DESMONTE DE BRECHA DE ACCESO				
LADO	DISTANCIA (Mts.)	COORDENADAS UTM		
Est-PV		V	X	Y
77-78	4.88	77	450051.39	2213271.52
78-79	4.88	78	450050.55	2213266.71
79-80	4.88	79	450049.37	2213261.98
80-81	4.88	80	450047.88	2213257.34
81-82	4.88	81	450046.06	2213252.81
82-83	4.88	82	450043.36	2213248.77
83-84	4.88	83	450039.46	2213245.89
84-85	4.88	84	450034.8	2213244.52
85-86	4.88	85	450029.93	2213244.52
86-87	4.88	86	450025.24	2213245.79
87-88	4.88	87	450021.07	2213248.29
88-89	4.88	88	450018.07	2213252.11
89-90	4.88	89	450015.38	2213256.17
90-91	4.88	90	450011.52	2213259.07
91-92	4.88	91	450006.71	2213259.76
92-93	4.88	92	450001.95	2213258.84
93-94	4.88	93	449997.67	2213256.51
94-95	4.88	94	449992.97	2213255.29
95-96	4.88	95	449988.13	2213255.68
96-97	4.88	96	449983.7	2213257.66
97-98	5.64	97	449980.19	2213261.01
98-99	4.58	98	449981.85	2213266.4
99-100	4.58	99	449984.15	2213262.49
100-101	4.58	100	449987.91	2213259.95

TABLA 9 COORDENADAS DE DESMONTE DE BRECHA DE ACCESO				
LADO	DISTANCIA (Mts.)	COORDENADAS UTM		
Est-PV		V	X	Y
101-102	4.58	101	449992.4	2213259.26
102-103	4.58	102	449996.76	2213260.52
103-104	4.58	103	450000.78	2213262.68
104-105	4.58	104	450005.23	2213263.69
105-106	4.58	105	450009.79	2213263.56
106-107	4.58	106	450014.16	2213262.28
107-108	4.58	107	450017.76	2213259.48
108-109	4.58	108	450020.5	2213255.84
109-110	4.58	109	450023.02	2213252.02
110-111	4.58	110	450026.77	2213249.49
111-112	4.58	111	450031.2	2213248.41
112-113	4.58	112	450035.74	2213248.76
113-114	4.58	113	450039.76	2213250.86
114-115	4.58	114	450042.44	2213254.52
115-116	4.58	115	450044.14	2213258.77
116-117	4.58	116	450045.54	2213263.12
117-118	4.58	117	450046.64	2213267.56
118-77	4	118	450047.43	2213272.07
SUPERFICIE 377.70 m²				

Tabla 19. Coordenadas de Desmonte de Sendero a la playa.

TABLA 10 COORDENADAS DE DESMONTE DE SENDERO A LA PLAYA				
LADO	DISTANCIA (Mts.)	COORDENADAS UTM		
Est-PV		V	X	Y
119-120	0.88	119	450073.3	2213253.77
120-121	0.88	120	450074.18	2213253.84
121-122	0.88	121	450075	2213254.16
122-123	0.88	122	450075.69	2213254.71
123-124	13.82	123	450076.19	2213255.44
124-125	0.97	124	450082.27	2213267.85
125-126	0.97	125	450082.94	2213268.53
126-127	0.97	126	450083.88	2213268.67
127-128	0.97	127	450084.72	2213268.21
128-129	27.34	128	450085.11	2213267.34
129-130	2.07	129	450087.81	2213240.14
130-131	2.07	130	450088.69	2213238.3

TABLA 10 COORDENADAS DE DESMONTE DE SENDERO A LA PLAYA				
LADO	DISTANCIA (Mts.)	COORDENADAS UTM		
Est-PV		V	X	Y
131-132	2.07	131	450090.53	2213237.44
132-133	2.07	132	450092.49	2213237.96
133-134	27.8	133	450093.68	2213239.61
134-135	1.04	134	450101.31	2213266.34
135-136	1.04	135	450101.9	2213267.17
136-137	1.04	136	450102.89	2213267.43
137-138	1.04	137	450103.81	2213267
138-139	27.7	138	450104.25	2213266.08
139-140	2.07	139	450106.95	2213238.51
140-141	2.07	140	450107.82	2213236.68
141-142	2.07	141	450109.66	2213235.82
142-143	2.07	142	450111.63	2213236.33
143-144	28.09	143	450112.82	2213237.98
144-145	0.92	144	450120.53	2213265
145-146	0.92	145	450121.03	2213265.76
146-147	0.92	146	450121.88	2213266.08
147-148	0.92	147	450122.76	2213265.86
148-149	16.92	148	450123.35	2213265.17
149-150	2.52	149	450129.89	2213249.57
150-151	14.89	150	450130.49	2213252.02
151-152	1.85	151	450124.73	2213265.75
152-153	1.85	152	450123.55	2213267.13
153-154	1.85	153	450121.79	2213267.58
154-155	1.85	154	450120.09	2213266.93
155-156	28.09	155	450119.08	2213265.41
156-157	1.04	156	450111.37	2213238.4
157-158	1.04	157	450110.78	2213237.57
158-159	1.04	158	450109.8	2213237.31
159-160	1.04	159	450108.88	2213237.74
160-161	27.7	160	450108.44	2213238.66
161-162	2.07	161	450105.74	2213266.22
162-163	2.07	162	450104.87	2213268.06
163-164	2.07	163	450103.02	2213268.92
164-165	2.07	164	450101.06	2213268.41
165-166	27.8	165	450099.87	2213266.75
166-167	1.04	166	450092.24	2213240.02
167-168	1.04	167	450091.65	2213239.2

TABLA 10 COORDENADAS DE DESMONTE DE SENDERO A LA PLAYA				
LADO	DISTANCIA (Mts.)	COORDENADAS UTM		
Est-PV		V	X	Y
168-169	1.04	168	450090.66	2213238.94
169-170	1.04	169	450089.74	2213239.37
170-171	27.34	170	450089.3	2213240.28
171-172	1.94	171	450086.6	2213267.49
172-173	1.94	172	450085.82	2213269.23
173-174	1.94	173	450084.15	2213270.14
174-175	1.94	174	450082.26	2213269.87
175-176	13.82	175	450080.92	2213268.51
176-177	0.44	176	450074.84	2213256.1
177-178	0.44	177	450074.59	2213255.74
178-179	0.44	178	450074.25	2213255.46
179-180	0.44	179	450073.84	2213255.3
180-181	10.77	180	450073.4	2213255.26
181-182	1.01	181	450062.65	2213255.96
182-183	1	182	450063.27	2213255.16
183-119	10.77	183	450062.55	2213254.46
SUPERFICIE 275.67 m²				

Tabla 20. Coordenadas de despalme de la huella de la casa.

TABLA 11 COORDENADAS DE DESPLAME DE HUELLA DE LA CASA				
LADO	DISTANCIA (Mts.)	COORDENADAS UTM		
Est-PV		V	X	Y
184-185	1.5	184	450060.92	2213261.81
185-186	2.56	185	450060.02	2213263.01
186-187	1.87	186	450058.22	2213261.19
187-188	0.25	187	450060.08	2213261.06
188-189	2.04	188	450060.06	2213260.81
189-190	1.26	189	450058.03	2213260.95
190-191	4.17	190	450057.42	2213259.84
191-192	1.56	191	450061.09	2213257.86
192-193	0.25	192	450062.1	2213259.05
193-194	1.56	193	450062.29	2213258.89
194-195	3.05	194	450061.29	2213257.7
195-196	2.12	195	450063.16	2213255.29
196-197	0.25	196	450065.28	2213255.15
197-198	2.12	197	450065.26	2213254.9

TABLA 11 COORDENADAS DE DESPLAME DE HUELLA DE LA CASA				
LADO	DISTANCIA (Mts.)	COORDENADAS UTM		
Est-PV		V	X	Y
198-199	3.05	198	450063.15	2213255.04
199-200	1.56	199	450060.97	2213252.9
200-201	0.25	200	450061.8	2213251.59
201-202	1.56	201	450061.59	2213251.45
202-203	4.17	202	450060.75	2213252.77
203-204	1.25	203	450056.85	2213251.29
204-205	2.04	204	450057.3	2213250.13
205-206	0.25	205	450059.34	2213249.98
206-207	1.87	206	450059.32	2213249.73
207-208	2.56	207	450057.46	2213249.86
208-209	1.5	208	450059	2213247.81
209-210	0.25	209	450060.06	2213248.87
210-211	1.52	210	450060.23	2213248.7
211-212	2.65	211	450059.17	2213247.62
212-213	1.5	212	450061.31	2213246.06
213-214	0.25	213	450062.03	2213247.38
214-215	1.57	214	450062.25	2213247.26
215-216	1.64	215	450061.5	2213245.88
216-217	1.54	216	450062.54	2213244.61
217-218	0.25	217	450064.01	2213245.05
218-219	1.54	218	450064.08	2213244.81
219-220	1.64	219	450062.61	2213244.37
220-221	1.54	220	450062.44	2213242.73
221-222	0.25	221	450063.8	2213242
222-223	1.54	222	450063.68	2213241.78
223-224	1.64	223	450062.32	2213242.51
224-225	1.54	224	450061.05	2213241.47
225-226	0.25	225	450061.49	2213240
226-227	1.54	226	450061.25	2213239.93
227-228	1.64	227	450060.81	2213241.4
228-229	1.57	228	450059.17	2213241.57
229-230	0.25	229	450058.43	2213240.19
230-231	1.53	230	450058.21	2213240.31
231-232	4.07	231	450058.94	2213241.66
232-233	1.5	232	450055.66	2213244.09
233-234	0.25	233	450054.61	2213243.02
234-235	1.5	234	450054.43	2213243.19

TABLA 11 COORDENADAS DE DESPLAME DE HUELLA DE LA CASA				
LADO	DISTANCIA (Mts.)	COORDENADAS UTM		
Est-PV		V	X	Y
235-236	4.07	235	450055.49	2213244.26
236-237	1.53	236	450053.03	2213247.51
237-238	0.25	237	450051.69	2213246.77
238-239	1.53	238	450051.57	2213246.99
239-240	5.29	239	450052.91	2213247.73
240-241	1.39	240	450051.03	2213252.68
241-242	0.25	241	450049.99	2213251.76
242-243	1.39	242	450049.83	2213251.95
243-244	2.97	243	450050.87	2213252.87
244-245	1.66	244	450048.24	2213254.25
245-246	0.25	245	450046.98	2213253.17
246-247	1.66	246	450046.82	2213253.36
247-248	1.73	247	450048.08	2213254.44
248-249	1.68	248	450047.53	2213256.08
249-250	0.25	249	450045.86	2213256.2
250-251	1.68	250	450045.87	2213256.44
251-252	1.73	251	450047.54	2213256.33
252-253	1.66	252	450048.31	2213257.89
253-254	0.25	253	450047.2	2213259.13
254-255	1.66	254	450047.39	2213259.29
255-256	2.97	255	450048.5	2213258.05
256-257	1.39	256	450051.28	2213259.08
257-258	0.25	257	450050.37	2213260.13
258-259	1.39	258	450050.56	2213260.29
259-260	5.29	259	450051.47	2213259.24
260-261	1.53	260	450053.99	2213263.9
261-262	0.25	261	450052.76	2213264.81
262-263	1.53	262	450052.9	2213265.01
263-264	4.07	263	450054.14	2213264.1
264-265	1.5	264	450057	2213266.99
265-266	0.25	265	450056.1	2213268.19
266-267	1.5	266	450056.3	2213268.34
267-268	4.07	267	450057.2	2213267.15
268-269	1.53	268	450060.77	2213269.11
269-270	0.25	269	450060.23	2213270.55
270-271	1.57	270	450060.46	2213270.64
271-272	1.64	271	450061.01	2213269.17

TABLA 11 COORDENADAS DE DESPLAME DE HUELLA DE LA CASA				
LADO	DISTANCIA (Mts.)	COORDENADAS UTM		
Est-PV		V	X	Y
272-273	1.54	272	450062.66	2213269.12
273-274	0.25	273	450063.29	2213270.52
274-275	1.54	274	450063.52	2213270.42
275-276	1.64	275	450062.89	2213269.02
276-277	1.54	276	450064.01	2213267.82
277-278	0.25	277	450065.45	2213268.36
278-279	1.54	278	450065.54	2213268.13
279-280	1.64	279	450064.1	2213267.59
280-281	1.54	280	450064.05	2213265.94
281-282	0.25	281	450065.45	2213265.31
282-283	1.54	282	450065.35	2213265.08
283-284	1.64	283	450063.95	2213265.71
284-285	1.57	284	450062.75	2213264.59
285-286	0.25	285	450063.3	2213263.12
286-287	1.5	286	450063.07	2213263.04
287-288	2.65	287	450062.54	2213264.43
288-289	1.52	288	450060.2	2213263.18
289-184	0.25	289	450061.12	2213261.97
SUPERFICIE 226.39 m²				

La suma del área de los polígonos con coordenadas por desmonte y despalme, da un total de 1,108.20 metros cuadrados.

En la **Tabla 21** a la **Tabla 23** se presenta el resumen de las diferentes áreas de CUSTF que componen el proyecto.

Tabla 21. Áreas de despalme.

ÁREAS DE DESPALME	m²
Área para entrega de residuos al exterior	2.08
Almacén de servicios	5.06
Tanque estacionario de gas lp, generador eléctrico, y tanque de diesel	6.98
Torre aerogenerador y sus anclas	0.07
Humedal de aguas negras y grises	88.95
Registros de aguas grises y negras	0.48
Trampa de grasas	0.27
Huella de la casa	226.39
SUPERFICIE TOTAL 330.28 m²	

Tabla 22. Áreas de desmonte

ÁREAS DE DESMONTE	m²
Sendero a servicios	124.55
Brecha de acceso	377.70
Sendero a la playa	275.67
SUPERFICIE TOTAL 777.92 m²	

Tabla 23. Áreas de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF).

CUSTF	m²
Despalme	330.28
Desmonte	777.92
Área CUSTF	1, 108.20
Área de camino	523.19
Sub total de Aprovechamiento	1, 631.39
Área de conservación	16,675.96
Total de área del predio a ser evaluada	**18,307.35**

Área total de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) = 1,108.20 m²

Del total de la superficie de cambio de uso de suelo, únicamente 226.39 m² corresponderán a la huella de la casa y presentarán acciones de despalme mismas en las cuales se tendrá el cuidado de conservar los elementos principales de la vegetación del predio del proyecto **"Casa Habitación Zula"** (Ver **Tablas 21 y 22 y Figura 6**).

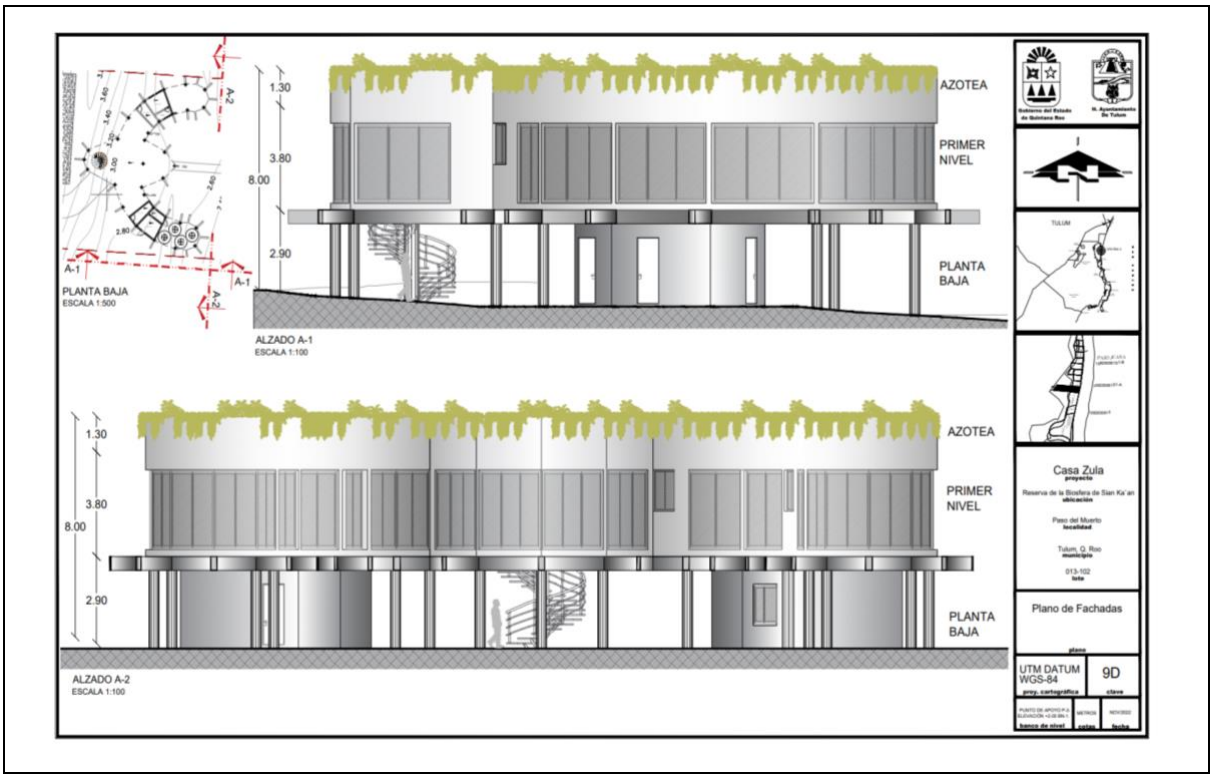

Figura 7. Perspectivas del proyecto **"Casa Habitación Zula"** correspondiente a la principal obra permanente. Para una mejor apreciación del proyecto arquitectónico consultar el **Anexo cartográfico**

II.2.2 Representación gráfica regional

El sitio del proyecto **"Casa Habitación Zula"**se localiza en la Región Hidrológica Número 33 (Yucatán Este) dentro de la Microcuenca Chupón, la cual forma parte de la Cuenca Hidrológica conocida como "Cuencas Cerradas B" y de la subcuenca hidrológica "Chunyaxche – Santa Amalia (**Fig. 8**).

Una parte de esta microcuenca se halla en parte del territorio que ocupa la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Presenta cuerpos de agua perennes con coeficientes de escurrimiento de 0 a 5%, 10 a 20% y 20 a 30%. Esta microcuenca en la franja de humedales presenta material consolidado con posibilidades bajas (rocas metamórficas, sedimentarias y extrusivas que por su origen, escaso fracturamiento y baja porosidad limitan en alto grado la circulación del agua), áreas con material consolidado con posibilidades altas en las áreas mas elevadas y ocupadas con selvas sobre sustratos rocosos que, por su fracturamiento intenso y alta porosidad intercomunicada, permiten el flujo del agua y áreas de material no consolidado con posibilidades bajas en la franja costera con depósitos de material con granulometría variada y alto porcentaje de arenas, arcilla y limo que los hacen casi impermeables, para convertirse en un acuífero.

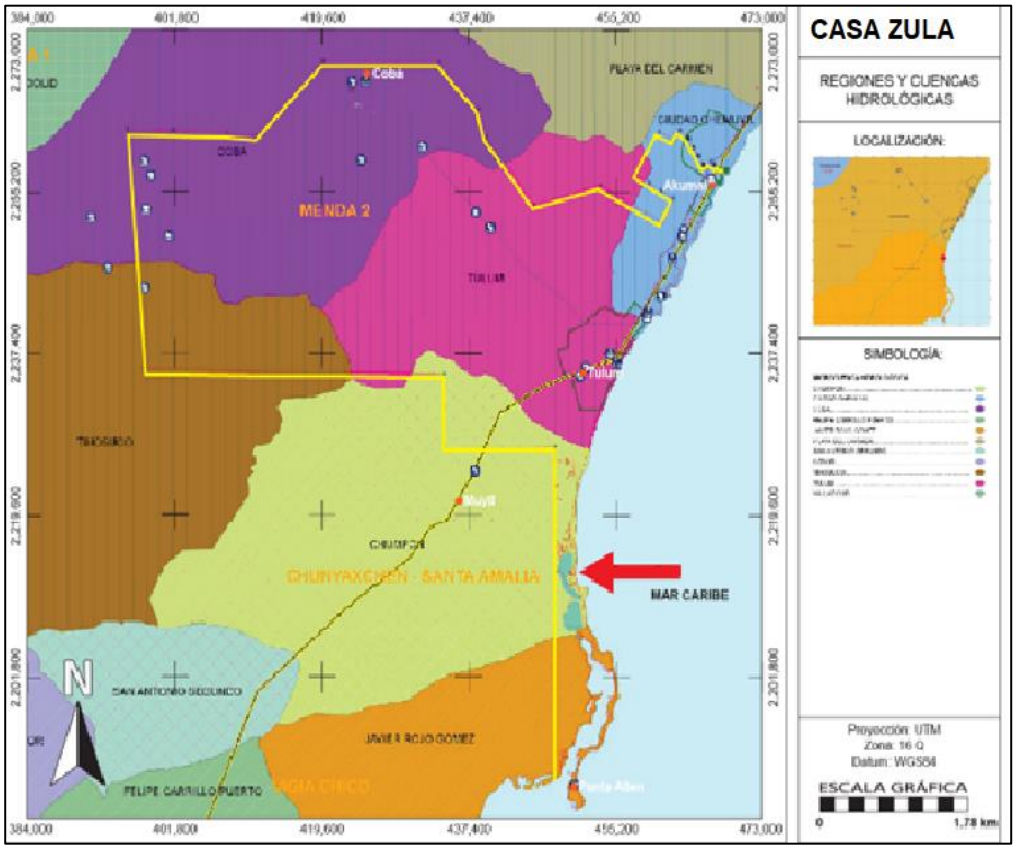

Figura 8. Representación gráfica regional del sitio del proyecto **"Casa Habitación Zula"**.
Fuente: Caracterización Ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Tulum.

II.2.3 Representación gráfica local

El sitio del proyecto **"Casa Habitación Zula"**se localiza en el lote 013-102 ubicado al norte del canal de Boca Paila, Municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo, dentro de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an. Cuenta con una superficie a ser evaluada de 18,307.35 m², de la cual únicamente se solicita el cambio de uso de suelo en terrenos forestales de una superficie de 1,108.20 m² de vegetación de matorral costero, lo que representa el 6.05 % de la superficie total del predio (**Fig. 9**).



Figura 9. Representación gráfica local del sitio del proyecto **"Casa Habitación Zula"**.

II.2.4 Preparación del Sitio y Construcción

- **Preparación del Sitio**

El diseño del proyecto **"Casa Habitación Zula"** se integra al modelo de sustentabilidad y viabilidad ambiental mediante el uso sostenible de los recursos del terreno y acorde con la conservación. Para lograr lo previamente citado, previo al diseño del proyecto se efectuó un reconocimiento de campo en el cual participaron arquitectos, ingenieros y biólogos, con el objetivo de ubicar el proyecto en los sitios más adecuados dentro del predio de acuerdo a la presencia de vegetación y su importancia. Este análisis permitió establecer que sólo los ejemplares sanos y vigorosos que se encuentren ubicados en la zona de desplante de la **"Casa Habitación Zula"**, serán rescatados y posteriormente serán trasplantados en la superficie de conservación alrededor de la casa, de acuerdo con el Programa de Rescate y Reforestación con 120 individuos que es la cantidad correspondiente a proyecto.

Una vez que se obtengan los permisos y autorizaciones correspondientes, y previo a las actividades de preparación del sitio se procederá a la ubicación de las instalaciones provisionales, las cuales se localizarán dentro de la zona de CUSTF del proyecto.

Aunado a lo anterior, de forma previa a las actividades de preparación del sitio se llevará a cabo el rescate selectivo de las especies de flora que se encuentren en la superficie a aprovechar y que sean susceptibles de pasar por este proceso. Dichas plantas se ubicarán en el almacén provisional de plantas, en donde se les ofrecerá el mantenimiento adecuado hasta que sean reutilizadas en

la reforestación y enriquecimiento de una superficie global de 1,200.00 metros cuadrados de conservación dentro de la microcuenca Chumpon.

La preparación del sitio consiste en desmontar o eliminar la vegetación de la superficie de desplante (árboles, arbustos y herbáceas) y realizar el despalme. El producto vegetal del desmonte se transportará al área destinada al almacén temporal, donde será triturado y acopiado hasta que sea reutilizado en las actividades de reforestación y enriquecimiento del suelo en las áreas de conservación.

El desmonte se realizará de manera manual con herramienta menor como machetes, hachas y motosierras hasta donde sea posible, y mecánica en su caso (maquinaria menor: bobcat), cuando sea necesario remover árboles de tamaño mayor. Las actividades de remoción de la vegetación se llevarán a cabo de manera paulatina, de forma tal que las especies de fauna que pudieran encontrarse en el sitio del proyecto se desplacen hacia zonas más seguras, como las ubicadas en los predios aledaños y las áreas de conservación del mismo predio.

El despalme se efectúa retirando el primer estrato de suelo para encontrar terreno de mejor calidad donde construir la infraestructura.

Se afirma que tanto en las áreas de despalme como de desmonte se han realizado las observaciones en el sitio y se tomaron las decisiones necesarias para conservar los elementos principales de la vegetación. Los individuos menores que vayan a ser removidos forman parte del programa de Rescate y serán replantados en las Áreas de Conservación dentro del mismo predio, asegurando una sobrevivencia superior al 80 %.

De forma posterior al despalme se procederá a iniciar la perforación para la construcción de las zapatas que formarán los cimientos de la casa. El producto de las excavaciones será valorado, para determinar su posible uso en otras actividades dentro de la obra. Si no es posible su reutilización, será dispuesto donde lo determinen las autoridades municipales.

- **Construcción**

Una vez concluidas las excavaciones se colocarán los dados y se iniciará con la colocación de las columnas. El proceso constructivo continuará con el levantamiento de paredes, colado de techos y colocación de pisos.

Los trabajos de albañilería se traslaparán con los de instalaciones eléctricas, sanitarias e hidráulicas que se describen al final de este apartado, y posteriormente con la fase de acabados en donde se incluyen las siguientes actividades: aplicación de pintura, colocación de puertas y ventanas, colocación de cancelería de vidrio y carpintería fina.

- **Instalaciones**

Instalación eléctrica: Los conductos serán de tipo TW, de alambre de cobre con aislamiento plástico. Los interruptores de seguridad serán de palanca con fusibles de cartucho. Se utilizarán soquets de baquelita en todas las salidas del centro y los apagadores, de baquelita intercambiable, tendrán placas de dos o tres unidades.

Instalación hidráulica: La instalación hidráulica estará constituida por tubería de PVC rígido con codos en las uniones y pegada con cemento especial para este tipo de material. Toda la instalación será subterránea.

Instalación sanitaria: Tanto las tuberías como las conexiones serán de PVC rígido con registros cada 6.0 m, de forma tal que se garantice el buen funcionamiento del sistema. Al final del último registro domiciliario el sistema se conectará a los biodigestores y al humedal artificial.

II.2.5 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Dentro del concepto de obras provisionales se tiene contemplado llevar a cabo las obras provisionales o temporales citadas en la **Tabla 22**. Es importante señalar que para su ubicación se utilizará la superficie de desmonte autorizada y en la misma superficie de desplante de las construcciones del proyecto, por lo que no se requerirá superficie adicional para obras provisionales.

Tabla 24. Superficie de la infraestructura temporal para el campamento del proyecto **"Casa Habitación Zula".**

Áreas de infraestructura temporal	Superficie (m^2)	Porcentaje %
Sanitarios móviles	3.00	2.10
Baños y sanitarios	16.00	11.59
Almacén techado para materiales de construcción, oficina de obra y dormitorio en segundo piso	24.50	17.75
Almacén no techado para materiales de construcción	40.00	28.98
Almacenamiento temporal de residuos	12.00	8.79
Áreas para depósitos de agua en Rotoplast de 1,000 litros.	7.00	5.08
Cocina y comedor	9.50	6.88
Area temporal de plantas	20.00	14.49
Área de maquinarias con sascab	6.00	4.34
TOTAL	**138.00**	**100.00**

De manera detallada, a continuación, se describen cada una de las obras provisionales previamente citadas:

- Cocina y comedor: La instalación del comedor en una superficie de 9.5 m^2 será de madera traída de fuera de la Reserva y láminas de cartón (materiales que son fácilmente removibles) y se elegirá un área específica para la ingestión de alimentos dentro del predio. Los alimentos de todo el personal serán transportados al predio ya elaborados y estará estrictamente prohibido prender fogatas o el uso del fuego con cualquier fin. No se usará leña sino una estufa de gas con tanque de cilindro de 20 litros.
- Almacén temporal de plantas rescatadas: Se destinará un área de 20.0 m^2 para el almacén temporal que acopiará las plantas producto del rescate. Se colocará malla sombra para la

protección de las plantas y un contenedor de depósito de agua. La distribución de las plantas será a través de platabandas para facilitar su mantenimiento.

- Depósitos de agua de 10,000 litros: Se instalarán tinacos Rotoplas, en un área de 7.0 m^2 cuales se colocarán sobre el suelo natural nivelado.
- Almacén techado para materiales de construcción: Se construirá en una superficie de 24.5 m^2 una bodega provisional de obra la cual será construida con una estructura de madera y láminas de cartón, y será destinada al almacenamiento de herramienta y materiales de construcción que requieren de protección ante las inclemencias del tiempo (cemento, cal, etc.). De requerirse el almacenamiento de combustibles, se acondicionará una superficie dentro de esta bodega, con piso de concreto, impermeable y con un borde de 15 cm para contención en caso de derrames. En esta área en su caso se colocarán los bidones plásticos con el combustible, perfectamente tapados y en posición vertical. Esta unidad temporal incluye la oficina de obra en la planta baja y el dormitorio en la planta alta, los cuales serán construidos con materiales de madera y cartón. Se construirá una obra provisional con escritorio, habrá un archivero y en esta oficina se guardarán las herramientas pequeñas.
- Sanitarios: Al inicio de la etapa de preparación y durante la construcción del proyecto en una superficie de 3.0 m^2, se colocarán sanitarios portátiles a razón de uno por cada 10 trabajadores y se les dará mantenimiento por una empresa autorizada. Posteriormente, a partir del segundo mes de labores aproximadamente, serán instalados baños y sanitarios conectados al humedal en un área de 16 m^2 anexos al humedal. Las aguas residuales generadas se canalizarán hacia un sistema de tratamiento de aguas residuales que incluye trampa de grasas, fosas sépticas prefabricada (biodigestores), humedal artificial, filtro, cloración y dispersor.
- Almacén no techado para materiales de construcción: Consiste en una superficie de 40 m^2 en la que en forma ordenada y separada se almacenará piedra, madera, varillas, vigas y otros materiales que no se ven afectados por estar a la intemperie.
- Almacenamiento temporal de residuos: Se destinará una superficie de 12 m^2 para el almacenamiento de los residuos generados por los trabajos y actividades realizados en el proyecto, esta superficie estará al aire libre. Los residuos se manejarán por separado según se trate de residuos urbanos, residuos de manejo especial o residuos peligrosos. El almacén temporal de residuos se localizará en el área a la casa del camino de acceso.

Medidas a seguir y materiales requeridos para el manejo de derramas de materiales peligrosos. En las etapas de preparación del sitio y construcción de la **"Casa Habitación Zula"**, la gasolina el diésel y el gas LP necesarios serán adquiridos en la ciudad de Tulum, en la estación de servicio más cercana. Los combustibles serán adquiridos según sean requeridos y se trasladarán al área del proyecto en recipientes plásticos cerrados con tapa de rosca.

En la etapa de operación será necesario el uso de combustibles para la planta generadora de electricidad de emergencia, la cocina y el agua caliente. Como ha sido mencionado, se contará con un tanque estacionario de gas LP ubicado en un sitio ventilado, que dotará de gas a la casa para el uso de la estufa y el calentador de agua para la regadera. Adicionalmente se contará con un calentador solar.

Para evitar la generación de aceites residuales en todo momento estará prohibido realizar reparaciones o mantenimientos a la maquinaria de construcción en el sitio del proyecto. Estas actividades se llevarán a cabo en talleres ubicados en la ciudad de Tulum.

II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto

El proyecto no contempla obras asociadas, salvo las obras provisionales que han sido ya descritas.

II.2.7 Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo.

Las materias primas forestales, de acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en el Artículo 7 inciso XXXVII, señala como Materias primas forestales: Los productos del aprovechamiento de los recursos forestales que no han sufrido procesos de transformación. En este caso para la estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo propuesto, se obtuvo el cálculo del Volumen Total Árbol (VTA) considerando la madera en rollo con corteza de los árboles en pie, el cual se calcula con base en el área basal (AB) y la altura total (AT) de los individuos registrados en los sitios de muestreo.

Para la estimación del volumen por especie de materias primas derivadas de CUSTF del sitio del proyecto, los puntos de muestreo fueron distribuidos sistemáticamente dentro de la zona de vegetación de duna costera (matorral costero), ya que en esta área se solicita el CUSTF. Dada la homogeneidad de la vegetación de duna costera, la generación de sesgo por fuentes de variación se considera mínima, por lo que se establecieron 3 sitios de muestreo en la superficie que se solicita para cambio de uso del suelo en este predio.

El Área Basal (AB) es la superficie de la sección transversal del tallo de un árbol a la altura del pecho y se calcula mediante el diámetro a 1.30 metros del suelo o también llamada a la altura del pecho (DAP), según la siguiente fórmula:

$$A.B.= D^2 * ¼\pi \ y$$

En donde:

AB = Área basal

D² = Diámetro a la altura del pecho (en metros) al cuadrado

¼ π = Un cuarto de Pi = (3.1416)/4

El Área Basal de una especie, de una categoría diamétrica o bien de un estrato, ya sea por hectárea o de todo el predio es igual a la suma de lasáreas basales de todos los árboles considerados en cada caso.

Una vez determinada el AB, el volumen de cada individuo se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\textbf{VT especie} = \sum_{a=1}^{n} \textbf{AB especie * AT * CM}$$

En donde:

AB = Área basal (m^2)

AT = altura total del árbol en metros

***CM** = coeficiente mórfico = 0.5 para diámetros menores a 25 cm. (Fuente: García-Cuevas, 01-09-2014, comunicación personal.).

$$\textbf{VTA especie} = \sum_{a=1}^{n} \textbf{VT especie * RP}$$

***RP** = 1.2 coeficiente adicional para integrar la contribución de ramas y puntas. (Fuente: García-Cuevas, 01-09-2014, comunicación personal.)

En la **Tabla 25**, se presenta el número de individuos, Área basal y volumen total árbol estimados a partir de los registros obtenidos en los tres sitios de muestreo (300 m^2) y en la **Tabla 26** se presenta la extrapolación de estos valores por hectárea (10,000 m^2), de cada especie considerando únicamente el arbolado desde 5 cm de DAP en adelante.

Los resultados obtenidos nos permiten estimar que existen en promedio 20 individuos en los sitios de muestreo de cuatro especies arbóreas; con respecto al Área Basal, se estima que existen 0.20 m^2, siendo el Chechem, la especie que contribuye más al Área Basal. En cuanto al volumen total árbol se estima que existen 0.520 m^3 en los sitios de muestreo ubicados en el matorral costero y que corresponden a la superficie de cambio de uso de suelo que se solicita considerando el arbolado desde 5 cm de DAP en adelante.

Tabla 25. Número de individuos (n), Área Basal (AB m^2) y Volumen Total Árbol (VTA) en metros cúbicos por especie del estrato arbóreo en los 3 sitios de muestreo que representan la superficie de cambio de suo del suelo que se solicita para este proyecto.

Nombre científico	Nombre común	Individuos	AB m^2	VTA m^3
Sideroxylon americanum	Xmuyche	2	0.01	0.035
Metopium brownei	Chechem	12	0.14	0.367
Chrysobalanus icaco	Jicaco	3	0.02	0.048
Coccoloba uvifera	Uva de mar	3	0.03	0.071
	Total	20	0.20	0.520

Los resultados obtenidos nos permiten estimar que existen aproximadamente 667 individuos por hectárea de cuatro especies arbóreas; con respecto al Área Basal, se estima que existen en promedio 6.66 m^2 por hectárea, siendo el Chechém, la especie que contribuye más al Área Basal en este predio. En cuanto al volumen total árbol se estima que existen 17.334 m^3 por hectárea considerando el arbolado desde 5 cm de DAP en adelante.

Tabla 26. Estimaciones del número total de individuos (Ind/Ha), Área Basal (AB/Ha) en metros cuadrados y volumen total árbol (VTA/HA) en metros cúbicos de cada especie por hectárea del estrato arbóreo.

Nombre científico	Nombre común	Individuos	AB m^2	VTA m^3
Sideroxylon americanum	Xmuyche	67	0.37	1.159
Metopium brownei	Chechem	400	4.78	12.217
Chrysobalanus icaco	Jicaco	100	0.62	1.593
Coccoloba uvifera	Uva de mar	100	0.88	2.364
		667	6.66	17.334

Los resultados obtenidos nos permiten estimar que existen aproximadamente 74 individuos en la superficie de cambio de uso de suelo propuesta que corresponden a cuatro especies arbóreas; con respecto al Área Basal, se estima que existen en promedio 0.74 m^2 en la superficie de cambio de uso de suelo propuesta.

El volumen total árbol estimado que se pudiera encontrar en la superficie solicitada de cambio de uso de suelo (en los 1,108.20 m^2) es de apenas 1.921 m^3, siendo la especie que contribuye más en este volumen el Chechem (*Metopium brownei*) (**Tabla 27.)**

Tabla 27. Concentrado del número total de individuos vivos (IND/CUSTF), Área Basal en metros cuadrados (AB/CUSTF) y volumen total árbol en metros cúbicos (VTA/CUSTF) por la superficie sujeta a CUSTF de las especies identificadas en el terreno forestal para el proyecto **"Casa Habitación Zula".**

Nombre científico	Nombre común	Individuos/ CUSTF	AB/CUSTF m²	VTA/CUSTF m³
Sideroxylon americanum	Xmuyche	7	0.04	0.128
Metopium brownei	Chechem	44	0.53	1.354
Chrysobalanus icaco	Jicaco	11	0.07	0.177
Coccoloba uvifera	Uva de mar	11	0.10	0.262
		74	0.74	1.921

Los resultados del inventario forestal nos permiten concluir que en el área destinada para CUSTF de este proyecto, por la composición de especies y las características dasométricas de la vegetación, demuestran que no existen volúmenes aprovechables de madera en rollo para escuadría ni para palizada, aun con el volumen total árbol estimado el volumen es mínimo, por lo que el impacto sobre los recursos forestales por la eliminación de la vegetación en los 1,108.20 m² es poco significativa. Además, con la ejecución del Programa de Rescate de Vegetación y Reforestación con plantas nativas, al reincorporar los ejemplares sobrevivientes del trasplante y los traídos de UMA's certificadas para reforestar una superficie de 232.48 metros cuadrados del proyecto, se reducen de manera significativa los impactos potenciales sobre la vegetación. Sin dejar de mencionar que se mantendrán como áreas de conservación el 91.09 % de la superficie total del predio.

II.2.8 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo

La estimación económica de los recursos biológicos forestales que se encuentran dentro del área sujeta a CUSTF de este proyecto, incluyendo flora y fauna, y de acuerdo con lo que se establece en el Artículo 7 de la LGDFS ndica en el inciso *XLVI.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;* por lo que a continuación, se presenta una alternativa de valoración económica de los recursos biológico forestales que pudieran tener un valor económico:

Los recursos biológicos forestales presentes en la vegetación de este predio son de naturaleza diversa, tales como plantas, animales y microorganismos y sus partes: frutos, cortezas, hojas, tallos, bulbos, resinas, pieles, fibras, humus, etc. Los cuáles, aunque no sean aprovechados de forma comercial, por su potencial uso doméstico y debido a que son de apropiación libre, para su valoración económica se requiere de criterios distintos a los monetarios convencionales.

Con la finalidad de realizar la estimación económica de los recursos biológicos forestales presentes en el área del proyecto, la estrategia aplicada en este estudio parte de la valoración de los recursos forestales que tienen un precio de mercado en la región, las cuales se agrupan por similitud y se consideran como productos forestales sustitutos. Estas materias primas se clasifican en maderables y no maderables.

La superficie del predio que se solicita para realizar el CUSTF es de los 1,108.20 m^2, (0.11082 Ha) que albergan vegetación de duna costera específicamente del tipo matorral costero. En total se estimó un Área Basal promedio de 6.66 m^2/ha. y volumen total árbol de 17.334 m^3/ha, al considerar la madera en rollo con corteza del arbolado en pie.

Las estimaciones económicas obtenidas para este proyecto son hipotéticas, ya que no existe intención de hacer un aprovechamiento comercial de los productos forestales que existen en el área donde se pretende la remoción de la vegetación.

- **Valoración económica directa.**

El valor de uso directo de los recursos forestales resulta ser el medio más accesible en su concepción para la estimación económica de los recursos biológicos forestales, debido a que se reconoce de manera inmediata a través del consumo de los mismos.

Para el área de CUSTF del proyecto, se estima un valor global de **$ 31,395.35 pesos (Tabla 28)** de conformidad con el desglose de las estimaciones que se presentan a continuación.

Tabla 28. Valoración económica directa de los recursos forestales del área de CUSTF.

Valoración Económica Directa	Monto
a) Madera para aserrío	$2,030.88 pesos
b) Madera para leña, elaboración de carbón y triturado.	$249.47 pesos
c) Plantas de ornato	$ 6,950.00 pesos
d) Materia orgánica (tierra vegetal).	$22,165.00 pesos
Total	**$** 31,395.35 **pesos**

a) Madera para aserrío.

En la **Tabla 29** se presenta el desglose de la estimación económica de la madera que se pudiera aprovechar si presentara características adecuadas, y que podría utilizarse como madera en rollo para aserrío de segunda mano de cortas dimensiones y diámetros mínimos menores a 25 cm de DAP. En los sitios de muestreo de este predio solo se registró una especie que pudiera ser aprovechable con este uso. Considerando que el precio de la madera de *Metopium brownei* (Chechem) promedio para aserrío en el mercado local es de $1,500/$m^3$ en rollo.

De acuerdo con el cuadro siguiente, el valor total económico estimado de las materias primas forestales con potencial aprovechamiento para aserrío en el área propuesta para CUSTF, según las existencias volumétricas totales estimadas y contabilizando la contribución de los individuos vivos de Chechem que se encuentran en pie, a partir de los 5 cm de diámetro y mayores, por un volumen total árbol de 1.354 m^3 de madera en rollo con corteza se podría obtener la cantidad de $2,030.88 pesos M.N.

Tabla 29. Estimación económica del volumen de la especie de Chechem por hectárea y en la superficie de cambio de uso del suelo para este proyecto.

Materia prima	Nombre común	VTA m^3/Ha	VTA (m^3/0.11082 ha)	Valor $ /ha	Valor $ / 0.11082 Ha
Aserrío	Chechem negro	12.217	1.354	$18,325.95	$2,030.88

b) Madera para leña, elaboración de carbón y triturado.

Entre los recursos forestales maderables que carecen de valor de mercado, se encuentran los troncos retorcidos, sámago, bifurcado o dañados de las especies arbóreas y arbustivas, susceptibles de ser aprovechados por medios alternativos, de acuerdo con sus dimensiones.

En el estrato arbóreo, se incluyen los individuos de 5.0 cm de diámetro y mayores, de los cuales se considera que el 10% podría utilizarse como varas y estacas, 30% como leña y para elaborar carbón vegetal y el 60% restante como material para su trituración.

En la **Tabla 30**, se presenta el desglose de la estimación económica de los porcentajes volumétricos por hectárea y por la superficie de cambio de uso del suelo que podría utilizarse para leña y carbón, estacas y varas o bien como material triturado residual.

Se contabiliza el 100% del volumen total árbol del estrato arbóreo luego de descontar el volumen considerado en la madera para aserrío, y se tiene contemplado un precio unitario de campo de $ 350 pesos por metro cúbico para la leña y carbón, así como, para las varas y estacas. En el caso del material triturado el precio del metro cúbico se estima para este estudio en $ 500 pesos.

Tabla 30. Estimación económica de la madera para leña y carbón, varas y estacas y material triturado, con valor comercial de acuerdo con la estimación volumétrica del inventario forestal.

Materia Prima	% de Aprovecha-miento	Volumen Total/ha	Volumen total 0.1108 ha	Precio unitario $/$m^3$	Valor Económico/ha	Valor Económico /0.1108 ha
Leña y carbón	10%	0.512	0.057	$350.00	$179.07	$19.84
Varas y estacas	30%	1.535	0.170	$350.00	$537.21	$59.53
Material triturado	60%	3.070	0.340	$500.00	$1,534.88	$170.10
Total	100%	5.116	0.567		$2,251.16	$249.47

Por lo tanto, considerando el potencial aprovechamiento del estrato arbóreo, puede decirse que el valor total estimado de los productos forestales maderables complementarios que pudieran tener un valor comercial en el área de desplante de este proyecto es de **$ 249.47** pesos considerando los ejemplares del estrato arbóreo en una superficie de 0.11082 hectáreas.

c) Plantas de ornato.

Los recursos forestales no maderables con potencial valor comercial que existen en la superficie de desmonte de este proyecto, según el inventario forestal realizado los constituyen prácticamente los individuos de la especie de palma Chit (*Thrinax radiata*), las cuales pueden ser utilizadas como plantas de ornato.

La producción y comercialización de las especies protegidas poco a poco va encontrando valor en el mercado a través del esquema de regulación llamado Unidades de Manejo Ambiental para Flora y Fauna Silvestre (UMA's), establecido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Considerando el número de palmas Chit susceptibles de rescate en la superficie de CUSTF, a continuación, se presenta un desglose del valor económico de esta especie como uso ornamental.

Debe hacerse mención que como estrategia de conservación y minimización de impactos ambiental a la microcuenca Chumpon, tanto en las áreas de despalme, como de desmonte se van a conservar todos los elementos principales de la vegetación, y éstos serán removidos a las Áreas de Conservación aledañas.

También, los individuos vegetales que estén en el límite de área construida, en forma selectiva formarán parte del Programa de Rescate de Flora y Reforestación y serán replantados en las Áreas de Conservación. En ambos casos se, asegura una sobrevivencia superior al 80 %.

Tabla 31. Valor económico y número de plantas ornamentales estimados en la superficie de cambio de uso de suelo forestal del proyecto.

Nombre común	Precio unitario $ por planta	No. de plantas (0.11082 ha)	Valor Económico (0.11082 ha)
Palma Chit	$ 70 (chica)	50	$3,500.00
Palma Chit	$ 150 (mediana)	17	$2,550.00
Palma Chit	$ 300 (grande)	3	$900.00
Total		70	$6,950.00

Por lo tanto, la estimación del valor de los productos forestales no maderables considerando las plantas que pudieran tener un uso ornamental para el área de desplante de este proyecto es de **$6,950.00 pesos.**

d) Materia orgánica (tierra vegetal).

En el suelo de los terrenos forestales existe un amplio grupo de micro-organismos que a pesar de ser menos conspicuos, son abundantes en casi todos los ambientes, donde cohabitan con plantas y animales superiores. En la tierra forestal, estos micro-organismos son los responsables de la descomposición de la materia orgánica y la formación del humus, el cuál juega un papel fundamental en la fertilidad del suelo y la retención de agua del suelo. Aquí podemos encontrar bacterias, hongos, protozoarios, nematodos, anélidos, platelmintos, oligoquetos, micro artrópodos, macro artrópodos y moluscos.

Se estima que, en ambientes tropicales, este conjunto de organismos descompone entre 5.5 a 15.5 toneladas/ha/año de materia orgánica muerta que en selvas secas y vegetación de tierras bajas; se estima que en caso de no existir dicho grupo de organismos, éstos desechos incrementarían su altura en 120 cm/año. Una vez concluido el proceso de descomposición (a una tasa de transformación de 2.2:1), llegan acumularse en el suelo forestal de 1.7 a 2.45 ton/ha de humus que absorben agua en proporción de 6 veces su peso, previenen la erosión del suelo y se mineralizan, para poner a disposición de las plantas los nutrientes que requieren para crecer.

En esta región donde los suelos son limitantes para la actividad agrícola, la escasez de tierra fértil es un recurso forestal no maderable muy apreciado y con alto valor de mercado, que con frecuencia se desperdicia al utilizarlo como material de relleno. Su valoración es un indicador de la contribución de la biodiversidad de este componente dentro del funcionamiento de los ecosistemas. Al considerar que la tierra negra o tierra de monte es muy apreciada y se utiliza extensamente en jardinería; por lo que alcanza precios aproximados de $ 500.00 por m^3.

En el predio existen superficies en las que se acumula en forma natural un sustrato arenoso rico en materia orgánica, por lo que se estima que en la superficie de 0.11082 hectáreas que se proponen para el desarrollo del proyecto; se consideró una capa de suelo de 4 centímetros y se deduce que el potencial de tierra de monte es de 44.33 m^3, por lo tanto, se estima un monto de aproximadamente **$22,165.00 pesos**, por la venta de tierra, en caso de que se realizara esta actividad.

- **Valoración económica indirecta.**

Para la estimación del valor de uso indirecto se realizó con base en la estimación del pago por servicios ambientales que maneja el Programa Pronafor de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), la cual indica que entre los servicios ambientales se encuentran los productos forestales maderables y no maderables, alimentos, plantas medicinales, vida silvestre, entre otros; los de regulación, que incluyen el agua en cantidad y calidad, regulación asociada a la biodiversidad, regulación de la erosión del suelo, regulación del clima y calidad del aire, regulación de la respuesta a eventos naturales extremos; los culturales, que pueden ser tangibles o intangibles, pero que dependen fuertemente del contexto sociocultural; y los de sustento, que son los procesos ecológicos básicos (CONAFOR, Reglas de operación 2021).

En la **Tabla 32**, se presenta la estimación económica indirecta (servicios ambientales) del costo de los recursos biológicos derivados por el CUSTF. Dicha estimación se basó en los montos que ofrece la CONAFOR como pago por servicios ambientales, y de acuerdo con la clasificación de montos de la misma, a la cual le corresponde el monto de $ 1100.00 pesos por hectárea por año para conservación de la biodiversidad.

Tabla 32. Valoración económica por año. Valoración económica indirecta a partir del valor de los servicios ambientales que presta la vegetación que se desarrolla al interior del predio.

Concepto	Costo Unitario ($)	Unidad	Superficie de afectación por el CUS (ha)	Costo total del recurso biológico por año ($)	Costo total del recurso biológico por 50 años ($)
Servicios ambientales	$1100.00	hectárea	0.11082	$121.90	$ 6,095.00

La estimación indirecta indica que por conservar la vegetación de la superficie de cambio de uso del suelo propuesta en este estudio se podría percibir $ 121.90 pesos por año y $ 6,095.00 pesos durante 50 años de vida útil.

II.2.9 Operación y mantenimiento

La etapa de operación del proyecto consistirá en mantener en buen estado las instalaciones, para lo cual se contará con un programa preventivo de acciones que lo garanticen. Adicionalmente, se implementarán acciones de mantenimiento correctivo en caso de que se requiera. En esta etapa, la actividad fundamental consistirá en el correcto manejo y operación del sistema de tratamiento de las aguas residuales que incluye la trampa para grasas y los biodigestores los cuales requieren limpieza cada seis meses y del humedal, asegurando en este último, el adecuado crecimiento de las plantas que absorben la materia orgánica y en su caso la plantación de nuevos individuos.

Otro aspecto importante de la operación, es la lubricación del aerogenerador y el mantenimiento de los niveles de agua oxigenada en los acumuladores de electricidad.

Dado que el proyecto se ubica dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, se implementará también un Programa de Educación Ambiental que garantizará que las actividades contempladas se realicen dentro del marco de protección ambiental deseado.

II.2.10 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

El proyecto no contempla la etapa de desmantelamiento y abandono del sitio ya que la vida útil se considera de 50 años que se volverá permanente mediante un Programa de Mantenimiento adecuado. En caso de decidir abandonar el proyecto, se presentará un programa de abandono del sitio y restauración para validación de la autoridad competente, bajo los lineamientos ambientales vigentes en el momento del abandono.

II.2.11 Programa de trabajo

De acuerdo con las expectativas del promovente, la etapa de preparación de sitio y construcción del proyecto se realizará en 36 meses de acuerdo con el programa de trabajo siguiente (**Tabla 33**).

Tabla 33. Programa de trabajo del proyecto **"Casa Habitación Zula".**

Trimestres / Actividades		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Trazo y delimitación física de las áreas		■											
Acondicionamiento del alamcén temporal de plantas		■											
Rescate de las Especies de Vegetación Forestal		■											
Rescate y Ahuyentamiento de Fauna		■											
Desmonte y Despalme (CUSTF)		■											
Almacenamiento y trituración de residuos vegetales		■											
Clasificación y reutilización de material de despalme		■											
Nivelación y Compactación			■	■									
Excavación y cimentación	Excavación para pilares o columnas		■	■									
	Excavación para acometidas sanitarias		■	■	■								
	Cimentación de pilares		■	■	■								
	Entierro tanque de agua y digestor		■	■	■								
Construcción, Instalaciones y Acabados	Construcción de estructura y muros de block y concreto		■	■	■	■	■						
	Construcción de techos y lozas			■	■	■	■						
	Instalación eléctrica, sanitaria e hidráulica			■	■	■	■	■	■	■			
	Cancelería y carpintería			■	■	■	■	■	■	■			
	Acabados e instalación de accesorios									■	■	■	
Estacionamiento y área de servicios											■	■	
Reubicación de las Especies de Vegetación Forestal											■	■	
Operación y Mantenimiento	Limpieza biodigestor											■	■
	Limpieza de trampas de grasa en cocina											■	■
	Mantenimiento de aerogenerador y baterías												■
	Mantenimiento de humedal.												■

- **Requerimiento de Mano de Obra**

El proyecto generará en sus etapas de preparación del sitio y construcción un total aproximado de 22 empleos máximo durante un periodo de 36 meses, los cuales se describen a continuación:

Tabla 34. Requerimiento de mano de obra temporal para la construcción del proyecto.

Categoría	Obra Civil-Exterior	Instalación Eléctrica	Instalación Hidrosanitaria	Total
Contratistas	1	1	1	3
Oficial	4	2	1	7
Ayudante general	8	3	1	12
Total	13	6	3	**22**

Nota: Todo el personal será contratado de la región.

Durante la operación del proyecto, se generarán 4 empleos permanentes directos y 10 indirectos durante la Etapa de Operación.

- **Requerimiento de Maquinaria**

Para la construcción de la **"Casa Habitación Zula"** se utilizará la maquinaria y equipo enlistado en la **Tabla 35.**

Tabla 35. Maquinaria y equipo para la construcción del proyecto.

Equipo	Cantidad
Camión pipa de 10,000 L.	1
Camiones de volteo	1
Mini cargador	1
Retroexcavadora	1
Planta de electricidad	1
Maquinaria para mecánica de suelo y construcción de zapatas	1
Revolvedoras de concreto	1
Equipo para hincar cimientos	1
Grúas	1
Otros varios	1

Para los detalles de los materiales y equipo Ver **Anexos.**

- **Materiales y sustancias que serán utilizadas**

El agua potable para el consumo de los trabajadores se hará llegar al frente de trabajo en garrafones de plástico de 20 litros.

El agua durante la preparación del sitio y construcción del proyecto se abastecerá por medio de pipas que provendrán de sitios debidamente autorizados en Tulum, y se almacenará en dos

tanques tinacos de 5,000 litros. La eficiente utilización de este vital líquido será una de las prioridades en la ejecución del proyecto.

El cálculo del consumo de agua previsto nos arroja que el volumen de agua fluctuará dependiendo del calendario de los trabajos (**Tabla 36**).

Tabla 36. Consumo de agua en el sitio del proyecto en sus diferentes etapas.

Etapa	Agua	Consumo Ordinario			Consumo Excepcional			
		Volumen	*Origen*	*Duración*	*Volumen*	*Origen*	Periodo	Duración
Preparación del sitio	Potable	200 l/día	Pipa tinaco	2 semanas	----	-----	-----	-----
Construcción	Potable	500 l/día	Pipa tinaco	23 meses	--------	------	-----	-----
Operación	Potable	200 l/día	Tinaco	Permanente	1,200 l/día	Tinaco	2 veces al año	14 días

En relación con los combustibles, durante la construcción se requiere de gasolina para la operación de la planta de generación de energía eléctrica, cuyo consumo es de 20 litros por cada 8 horas de trabajo es decir 120 litros a la semana y de acuerdo al cronograma de trabajo.

Los materiales de construcción y la cantidad aproximada a utilizar son los siguientes (**Tabla 37**), los cuales provendrán de sitios de venta autorizados.

Tabla 37. Materiales generales de construcción requeridos para la obra de la **"Casa Habitación Zula"**.

Recurso material transformado o materiales	Etapa	Unidad	Cantidad	Lugar de obtención
Block de 15 x 20 x 40	Construcción	pza.	24,675	Comercio local
Bovedilla	Construcción	pza.	7,927	Comercio local
Cal	Construcción	saco	839	Comercio local
Cemento	Construcción	ton	324	Comercio local
Vigueta	Construcción	ml	2090	Comercio local
Piedra	Construcción	m^3	318	Comercio local
Grava	Construcción	viajes	75	Comercio local
Polvo	Construcción	viajes	101	Comercio local
Relleno rojo	Construcción	viajes	45	Comercio local
Armex 15 x 20	Construcción	pza.	204	Comercio local
Armex 15 x 15	Construcción	pza.	331	Comercio local
Alambre recocido	Construcción	Kg	815	Comercio local
Varilla de 3/8"	Construcción	ton	18	Comercio local
Varilla de 1/2"	Construcción	ton	20	Comercio local
Alambrón	Construcción	Kg	762	Comercio local
Polín	Construcción	pza.	590	Comercio local
Tablones de 30 cm (cimbra)	Construcción	pza.	127	Comercio local
Clavo.	Construcción	cajas	30	Comercio local
Segueta	Construcción	Pza.	204	Comercio local
Poliducto	Construcción	rollo 100 m	36	Comercio local

Recurso material transformado o materiales	Etapa	Unidad	Cantidad	Lugar de obtención
Sikalite	Construcción	cubeta 25 kg	65	Comercio local
Cimbraplay	Construcción	pza	204	Comercio local
Malla.	Construcción	Rollo de 100 m².	23	Comercio local
Cabo marino.	Construcción	ml	366	Comercio local
Cepillo alambre.	Construcción	pza.	96	Comercio local
Pintura	Construcción	cubeta	96	Comercio local
Metal desplegado	Construcción	rollo	51	Comercio local
Rollizos de 10 a 12.5 cm de diámetro de madera dura	Construcción	pza.	350	Comercio local
Rollizos de 10 a 15 cm de diámetro de madera dura.	Construcción	pza .	208	Comercio local
Tablones de 20 cm X 1" de madera dura de la región	Construcción	pza.	978	Comercio local
Tablones de 20 cm X 2" de madera dura de la región	Construcción	pza.	683	Comercio local
Concreto premezclado	Construcción	m^3	81	Comercio local
Cemento blanco	Construcción	Ton	30	Comercio local
Pisos y recubrimientos	Construcción	m^2	1321	Comercio local
Material para sistema de tratamiento de aguas (Geomembrana –Neoweb)	Construcción	m2	50	Comercio local
Tinacos, tuberías y juntas	Construcción	unidades	Varios	Comercio local
Impermeabilizantes y aditivos	Construcción	cubeta	81	Comercio local

Para un mayor detalle de los materiales de construcción ver **Anexos.**

- **Combustibles**

En las etapas de preparación del sitio y construcción de la **"Casa Habitación Zula"**, la gasolina el diésel y el gas LP necesarios serán adquiridos en la ciudad de Tulum, en la estación de servicio más cercana. Los combustibles serán adquiridos según sean requeridos y se trasladarán al área del proyecto en recipientes plásticos cerrados con tapa de rosca.

En la etapa de operación será necesario el uso de combustibles para la planta generadora de electricidad de emergencia, la cocina y el agua caliente. Como ha sido mencionado, se contará con un tanque estacionario de gas LP ubicado en un sitio ventilado, que dotará de gas a la casa para el uso de la estufa y el calentador de agua para la regadera. Adicionalmente se contará con un calentador solar.

Para evitar la generación de aceites residuales en todo momento estará prohibido realizar reparaciones o mantenimientos a la maquinaria de construcción en el sitio del proyecto. Estas actividades se llevarán a cabo en talleres ubicados en la ciudad de Tulum.

II.2.12 Generación de residuos

La implementación del proyecto en sus diferentes etapas conllevará la generación de los siguientes residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera (**Tabla 38**).

Tabla 38. Generación de residuos durante las diferentes etapas del proyecto.

Clasificación de Residuos		Etapas del Proyecto		
		Preparación del sitio	**Construcción**	**Operación y Mantenimiento**
Peligrosos		• Lubricantes • Aceites, grasas y estopas	• Lubricantes • Aceites, grasas y estopas • Pinturas • Solventes • Productos químicos	• Lubricantes • Pinturas • Solventes • Productos químicos
Manejo Especial			• Residuos de Excavación • Residuos de Construcción	• Lodos biodigestor • Pilas y baterías • Medicinas caducas
Residuos Sólidos Urbanos	**Orgánicos**	• Residuos Vegetales Desmonte • Restos de Alimentos	• Restos de Alimentos	• Restos de Alimentos
	Inorgánicos	• Plásticos, papel, cartón, latas, vasos, vidrio, empaques de unicel, aluminio	• Plásticos, papel, cartón, latas, vasos, vidrio, empaques de unicel, aluminio	• Plásticos, papel, cartón, latas, vasos, vidrio, empaques de unicel, aluminio
	Cortantes			• Rastrillos • Navajas
	Sanitarios	• Aguas Residuales Domésticas	• Aguas Residuales Domésticas	• Aguas Residuales Domésticas • Toallas sanitarias • Productos de limpieza
Emisiones a la Atmósfera		• Gases de combustión maquinaria y vehículos • Partículas en suspensión • Altos niveles sonoros por circulación de maquinaria	• Gases de combustión maquinaria y vehículos • Partículas en suspensión • Altos niveles sonoros por circulación de maquinaria	• Gases de combustión vehículos

Como el proyecto consiste en una vivienda unifamiliar de bajo impacto, se estima que la producción anual de residuos sólidos y líquidos, y emisiones a la atmósfera que se generen será muy baja.

II.2.13 Manejo de residuos

De acuerdo con el Artículo 56 de la Ley para la prevención y la gestión integral de residuos del Estado de Quintana Roo, *son de competencia Federal los Residuos Peligrosos, de competencia*

estatal los Residuos de Manejo Especial y de competencia de los Municipios los Residuos Sólidos Urbanos. El proyecto **"Casa Habitación Zula"** propone ser parte de la solución al problema de la generación de residuos de todo tipo al reducir la generación y al no mezclar, es decir, separar y manejar conforme a la normatividad vigente (**Tabla 39**).

Tabla 39. Manejo de residuos en el proyecto **"Casa Habitación Zula".**

Clase Residuos	Residuos "Casa Habitación Zula"	P	C	O	Manejo	Disposición Final
Peligrosos **NO SE GENERAN EN LA CASA HABITACION ZULA**	Derrames de Hidrocarburos	**X**	**X**	**X**	Acopio temporal	Sitio autorizado federal
	Lubricantes	**X**	**X**	**X**	Acopio temporal	Sitio autorizado federal
	Aceites, grasas y estopas	**X**	**X**	**X**	Acopio temporal	Sitio autorizado federal
	Pinturas		**X**	**X**	Acopio temporal	Sitio autorizado federal
	Solventes		**X**	**X**	Acopio temporal	Sitio autorizado federal
	Productos químicos		**X**	**X**	Acopio temporal	Sitio autorizado federal
Manejo Especial	Residuos de Excavación		**X**		Acopio temporal	Sitio autorizado estatal
	Residuos de Construcción		**X**		Acopio temporal	Sitio autorizado estatal
	Lodos biodigestor			**X**	Biodigestor Rotoplas Autolimpiable con humedal artificial	Empresa acreditada
	Pilas y baterías			**X**	Acopio temporal	Sitio autorizado estatal
	Medicinas caducas			**X**	Acopio temporal	Sitio autorizado estatal
R.S.U. Orgánicos	Residuos Vegetales del desmonte	**X**			Trituración y utilización en actividades de reforestación	**"Casa Habitación Zula"**
	Restos de alimentos	**X**	**X**	**X**	Composta	**"Casa Habitación Zula"**
R.S.U. Inorgánicos	Plásticos, papel, cartón, latas, vasos, vidrio, empaques de unicel, aluminio	**X**	**X**	**X**	Separación de residuos transportados en bolsas tres veces por semana	Relleno Sanitario o Reciclado
R.S.U. Cortantes	Rastrillos y navajas			**X**	Separación de residuos transportados en bolsas tres veces por semana	Relleno Sanitario o Reciclado
R.S.U. Sanitarios	Aguas Residuales Domésticas	**X**	**X**		Instalación de sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 10 trabajadores.	Empresa acreditada
	Aguas Residuales Domésticas			**X**	Humedal artificial con planta de tratamiento	**"Casa Habitación Zula"**

Clase Residuos	Residuos "Casa Habitación Zula"	P	C	O	Manejo	Disposición Final
	Toallas sanitarias			**X**	Separación de residuos transportados en bolsas tres veces por semana	Relleno Sanitario o Reciclado
	Productos de limpieza			**X**	Biodigestor Rotoplas Autolimpiable con humedal artificial	**"Casa Habitación Zula"**
Emisiones a la atmósfera	Gases de combustión maquinaria y vehículos	**X**	**X**	**X**	Maquinaria y vehículos en buenas condiciones mecánicas	Emisión no significativa, dispersión vientos
	Partículas en suspensión	**X**	**X**		Vehículos de materiales pétreos con lonas	Humedecer superficies
	Altos niveles sonoros por circulación de maquinaria	**X**	**X**		Maquinaria y vehículos en buenas condiciones mecánicas	Emisión no significativa, dispersión vientos

Como el proyecto consiste en **"Casa Habitación Zula"** para uso unifamiliar, se estima que la producción anual de residuos sólidos y líquidos que se genere será muy bajo y estos residuos serán trasladados fuera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka´an en bolsas plásticas resistentes y perfectamente cerradas para evitar su dispersión y posteriormente ser colocadas ya sea en centros de acopio autorizados por la autoridad competente o en el relleno sanitario.

CAPITULO III

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

III.1. Ordenamientos Jurídicos Federales

El proyecto **"Casa Habitación Zula"** es una construcción de dos niveles con una altura máxima que no rebasa los 8.00 metros, y un área de construcción de 299.53 m^2, en un predo cuya superficie a ser evaluada es de 18,307.35 m^2 por el cual cruza el camino Tulum-Boca Paila ocupando un área de 523.19 m^2 y que tiene una superficie que será sujeta a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales para realizar el despalme y desmonte dde 1,108.20 m^2 dejando 16,675.79 m^2 de áreas de conservación, o sea, que el 91.09% del predio se dedicará a la conservación y sólo el 8.91% incluyendo el vamino existente Tulum-Boca paila será de aprovechamiento para una vivienda unifamiliar.

El proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple con la totalidad de los ordenamientos jurídicos vigentes, lo cual se demuestra a continuación.

El proyecto **"Casa Habitación Zula"** es como estrategia de conservación y minimización de impactos ambientales a la microcuenca Chumpon, durante todas las Etapas de preparación de Sitio, Construcción, Operación y Abandono.

El proyecto **"Casa Habitación Zula"** el Uso de suelo según el Programa de la Reserva es SAEC con Tu-1.

De acuerdo con la Constancia de Zonificación de Uso de Suelo al Proyecto **"Casa Habitación Zula"** le aplica la CLAVE DE USO DE SUELO Tu1 correspondiente a Turismo de Bajo Impacto, con una Política de uso condicionado para asentamientos humanos.

De acuerdo con dicho Programa de Manejo del Área Natural Protegida con el carácter de Reserva de la Biosfera Sian Ka'an el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** se encuentra en la SUBZONA DE APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES MARINA-COSTERA BOCA PAILA (SAEC) que es compatible con el Proyecto **"Casa Habitación Zula"**.

En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** tanto en las áreas de despalme, como de desmonte se van a rescatar todos los elementos viables de la vegetación, y éstos serán reubicados en las Áreas de Conservación aledañas. También, los individuos vegetales que estén en el límite de área construida, en forma selectiva formarán parte del Programa de Rescate de Flora y Reforestación y serán replantados en las Áreas de Conservación. En ambos casos se asegura una sobrevivencia superior al 80 %.

Por el hecho de que pretende ubicarse dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, al proyecto **"Casa Habitación Zula"** le aplican ordenamientos jurídicos en materia ambiental y de uso de suelo muy específicos por ser un ANP, los cuales están contenidos en múltiples ordenamientos legales, entre los cuales destaca el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.
Para el proyecto **"Casa Habitación Zula"** en este capítulo se realiza una revisión detallada que permite identificar, evaluar y demostrar el cumplimiento normativo a la vez de analizar el grado de concordancia y cumplimiento entre las características y alcances del proyecto propuesto, con respecto a los diferentes instrumentos normativos y de planeación aplicables al mismo.

En este sentido, el proyecto **"Casa Habitación Zula"** es sometido a la evaluación de la SEMARNAT con el fin de que la autoridad disponga de los elementos necesarios para evaluar el mismo en función del cumplimiento de las Leyes, Reglamentos y Normas, así como con los elementos contenidos en los planes y programas aplicables emitidos por los diferentes órdenes de gobierno.

Para un análisis congruente jurídicamente de vinculación del proyecto **"Casa Habitación Zula"** con la normatividad aplicable, éste se realiza considerando el orden de Jerarquía de Normas propuesto por Kelsen (1958), desde la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Leyes Federales y Locales, hasta los ordenamientos de carácter administrativo derivados de las mismas, así como el marco regulatorio expresado en Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas.

Concordancia jurídica con las Leyes Federales

Siguiendo la jerarquía de Kelsen, el cuerpo de Leyes de carácter Federal que inciden en el desarrollo del proyecto **"Casa Habitación Zula"**, se analizan a la luz de las particularidades de este, en relación con los lineamientos definidos en el articulado de cada una de ellas. El análisis que del cuerpo jurídico contenido en las leyes se hace en este apartado, permite determinar el grado de concordancia que el proyecto tiene con las mismas, de tal manera que se sustenta el principio jurídico *Indulta á jure beneficium non est alicui auferendum,* (a nadie puede quitarse el beneficio que le concede el derecho), sustentando con ello la viabilidad y soporte jurídico del propio proyecto.

A continuación, se analizan uno por uno el conjunto de artículos de cada una de las Leyes, Reglamentos, Normas y Acuerdos, que inciden en el proyecto, explicando de qué manera el proyecto cumple con lo estipulado en todos y cada uno de éstos.

Tabla 40. Vinculación del proyecto **"Casa Habitación Zula"** con las Leyes federales aplicables.

Leyes Federales	Que dice	Relación con el proyecto
Ley de Planeación	**ARTICULO 2** La planeación deberá llevarse a cabo como un medio para el eficaz desempeño de la responsabilidad del Estado sobre el desarrollo integral del país y deberá tender a la consecución de los fines y objetivos políticos, sociales, culturales y económicos contenidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Para ello, estará basada en los siguientes principios: VI. El equilibrio de los factores de la producción, que proteja y promueva el empleo; en un marco de estabilidad económica y social.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple con este artículo pues promueve el adecuado desarrollo económico del país, así como el fomento de empleo al menos en la región donde se realizará, lo cual está establecido en las medidas que se tomarán derivadas del análisis del impacto ambiental.
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Tiene como propósito establecer los lineamientos para la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección al ambiente, y el de promover un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Dentro de los instrumentos establecidos por ésta Ley y el cual es aplicable al proyecto, se encuentra la Evaluación del Impacto Ambiental, instrumento a través del cual se podrán identificar los impactos ambientales que ocasionará la obra, las condiciones a que se sujetará la ejecución de cualquier obra y/o actividad que se ubiquen en la zona y que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites máximos permisibles y las condiciones establecidas en las normas aplicables a este proyecto, para conservar y proteger al medio ambiente.	**ARTICULO 1** La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para: I.- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar; V.- El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas;	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple con este artículo pues ya que, durante su desarrollo, instrumentación y operación, ha considerado establecer las medidas necesarias, que permitan un mínimo impacto al ambiente, así como estrategias para minimizar y compensar aquellos impactos que son propios de este tipo de obras. Es decir, se ha integrado aspectos que permitan la sustentabilidad de este en el corto y largo plazo y con ello contribuyendo así a garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano y adecuado para su desarrollo, salud y bienestar. Las actividades propuestas en el proyecto estarán sujetas a la normatividad ambiental a leyes y reglamentos y demás instrumentos aplicables que conforman el marco legal de operación del proyecto por ubicarse dentro de un área de alto régimen de protección y deberá existir compatibilidad entre las diferentes acciones a desarrollarse en esta propuesta respecto al medio ambiente, específicamente con el uso del suelo. Este proyecto cumple con este apartado del Artículo 1, ya que se plantea aplicar un diseño y que optimice el uso de energía que favorezca la protección ambiental. Con esto se hace compatible la obtención de beneficios económicos naturales y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas y la calidad ambiental.
	ARTICULO 5 Son facultades de la Federación:	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple con lo señalado en el artículo 5, al desarrollar los estudios conducentes para

Leyes Federales	Que dice	Relación con el proyecto
	X.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o Actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes	la integración del **Documento Técnico Unificado Modalidad B (DTU-B),** en un proyecto integral (incorporando en este estudio todas las partes que componen el proyecto) y presentar ésta a la consideración de la Autoridad competente para su dictamen y Resolución.
	ARTICULO 15 Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios: III.- Las autoridades y los particulares deben asumir la responsabilidad de la protección del equilibrio ecológico; XII.- Toda persona tiene derecho a disfrutar de un ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar. Las autoridades en los términos de esta y otras leyes, tomarán las medidas para garantizar ese derecho	El proyecto **"Casa Habitación Zula**" cumple con lo señalado en este artículo, ya que, con el objeto de asumir la responsabilidad que le corresponde para proteger el equilibrio ecológico, el promovente ha desarrollado los estudios necesarios para integrar **Documento Técnico Unificado Modalidad B (DTU-B),** a través de la identificación de los impactos ambientales propios del proyecto, y ha tomado las medidas de prevención, mitigación y compensación correspondiente, no solo aplicando la normatividad existente en el país, sino también observando las regulaciones mediante información y asistencia técnica aplicables al proyecto. Con estos elementos se favorece y garantiza que la población, disfrute de un ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar. Con la ejecución del Programa de Rescate y Reforestación en 1,200.00 m^2 se rescatarán 120 individuos y se reforestará con especies de plantas nativas autorizadas por CONANP provenientes de una UMA autorizada, la cantidad de 140 plantas adicionales con lo que se llegará a plantas con las que se incrementa con plantas nativas la densidad de plantas previa a la instrumentación del proyecto. Además como medida de compensación ambiental en beneficio de los humedales se van a restaurar 682.34 m^2 de mangle que se encuentran en la propiedad) *El cumplimiento con la normatividad se enmarca en los lineamientos del Programa Nacional de Remediación de la SEMARNAT 2024–2030. La compensación indicada en la NOM-022-SEMARNAT 2003, se realizará en el área de vegetación del mangle del predio.*
	ARTICULO 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	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple con lo señalado en el artículo 28 al desarrollar y presentar el dictamen técnico unificado correspondiente. De igual forma, en este DTU-B, se proponen las medidas conducentes para

Leyes Federales	Que dice	Relación con el proyecto
	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 del uso de suelo en terrenos forestales, así como en selvas y zonas áridas. IX.- Desarrollo inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros; XI.- Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la federación.	cumplir con lo establecido en las diversas disposiciones jurídicas aplicables, asumiendo el compromiso de atender su cumplimiento en todas y cada una de las etapas de desarrollo del proyecto.
	ARTÍCULO 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la Manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple con este artículo al elaborar y presentar ante la autoridad competente el DTU-B Ambiental, con ello se identifican los impactos ocasionados por el proyecto y se establecen las medidas propias de prevención y mitigación, correspondientes, de acuerdo con los instrumentos jurídicos vigentes aplicables. Con esto el promovente del proyecto **"Casa Habitación Zula"**, asume los compromisos de proteger el medio ambiente y favorecer el desarrollo sustentable.
	ARTÍCULO 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple con este artículo al elaborar y presentar ante la autoridad competente el DTU-B Ambiental, con ello se identifican los impactos ocasionados por el proyecto y se establecen las medidas propias de prevención y mitigación, correspondientes, de acuerdo con los instrumentos jurídicos vigentes aplicables. Con esto el promovente del proyecto **"Casa Habitación Zula"**, asume los compromisos de proteger el medio

	necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la Manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.	ambiente y favorecer el desarrollo sustentable.
	ARTICULO 117 Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios: I.- La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país; II.- Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; III.- El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas; IV.- Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; y V.- La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua.	El Proyecto **"Casa Habitación Zula"** propuesto se apega y cumple con lo establecido en este apartado de la Ley, al considerar el tratamiento de sus aguas residuales utilizando la tecnología más bien adaptada a las necesidades lo que ha resultado en un sistema de tratamiento de agua con separador de grasas, humedal artificial y planta de tratamiento de aguas, mismo que será implementado como parte del Programa de Manejo Integral de Residuos.

	ARTICULO 121 No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** se apega a lo considerado en el artículo 121, al conectarse las aguas residuales prefabricado, una trampa de grasas para luego pasar por el humedal artificia y a la planta de tratamiento de aguas residuales. Con lo anterior se logra evitar que se descargue o se infiltren, en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, El humedal está aislado del ecosistema con una geomembrana, con el propósito de no permitir la filtración al subsuelo.
	ARTICULO 134 Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios: I.- Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo; II.- Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos; III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su re uso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final Eficientes.	El Proyecto **"Casa Habitación Zula"** se apega a lo establecido en este precepto, al considerar en todo momento el manejo adecuado de los residuos que genere en todas sus etapas de desarrollo y operación.
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	**ARTICULO. 93.** La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, 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**.**	Para poder realizar el proyecto **"Casa Habitación Zula",** se requerirá realizar la remoción de vegetación en los sitios de desplante, y con el fin de no comprometer la biodiversidad del sitio, se llevaran a cabo el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación de los posibles impactos sobre la flora y fauna presentes en el predio, programas de rescate ecológico de flora y fauna señaladas en el DTU-B, para comprobar que en la realización de este proyecto **"Casa Habitación Zula"** se cuenta con las medidas de mitigación suficientes para no provocar erosión, ni deterioro de la calidad del agua, empleándose las mejores técnicas para su desarrollo.
	Artículo 60 TER. - Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** se desplantará y desarrollará en la porción Este del predio colindante con la zona federal del mar Caribe, fuera de la

Ley General de Vida Silvestre	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.	primera duna costera. Esta área se encuentra desprovista de especies de manglar, por lo que queda exenta de la aplicación de esta disposición. *El cumplimiento con la normatividad se enmarca en los lineamientos del Programa Nacional de Remediación de la SEMARNAT 2024–2030. La compensación indicada en la NOM-022-SEMARNAT 2003, se realizará en el área de vegetación del mangle del predio.*
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	**ARTÍCULO 27** Los planes de manejo se establecerán para los siguientes fines y objetivos: I. Promover la prevención de la generación y la valorización de los residuos, así como su manejo integral, a través de medidas que reduzcan los costos de su administración, faciliten y hagan más efectivos, desde la perspectiva ambiental, tecnológica, económica y social, los procedimientos para su manejo; II. Establecer modalidades de manejo que respondan a las particularidades de los residuos y de los materiales que los constituyan; III. Atender a las necesidades específicas de ciertos generadores que presentan características peculiares; IV. Establecer esquemas de manejo en los que aplique el principio de responsabilidad compartida de los distintos sectores involucrados, y V. Alentar la innovación de procesos, métodos y tecnologías, para lograr un manejo integral de los residuos, que sea económicamente factible.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple con este artículo, ya que se considera elaborar el Programa de Manejo Integral de Residuos correspondiente en cumplimiento a las condiciones de este artículo, con el objetivo de mitigar y prevenir impactos ambientales en la zona, así como el evitar que se generen residuos finales cuando aún pueden ser aprovechados en el proceso productivo. Esto se considera y plantea en el DTU-B. En este sentido se estable como medida de mitigación la obligación de desarrollar un programa de manejo integral de residuos.
Ley General de Cambio Climático		
Artículo 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:	**I.** Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que los integran;	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple con este principio en tanto que por su naturaleza fomenta el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que los integran;
Artículo 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:	**II.** Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad en general, en la realización de acciones para la mitigación y adaptación a los efectos adversos del cambio climático;	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple con este principio en tanto que por su naturaleza fomenta la corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad en general, en la realización de acciones para la mitigación y adaptación a los efectos adversos del cambio climático

Artículo 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:	**III.** Precaución, cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, la falta de total certidumbre científica no deberá utilizarse como razón para posponer las medidas de mitigación y adaptación para hacer frente a los efectos adversos del cambio climático.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple con este principio en tanto que por su naturaleza fomenta la aplicación del principio precautorio y en general la precaución, cuando haya amenaza de daño grave o irreversible.
Artículo 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:	**IV.** Prevención, considerando que ésta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático;	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple con este principio en tanto que por su naturaleza fomenta la prevención, considerando que ésta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático
Artículo 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:	**V.** Adopción de patrones de producción y consumo por parte de los sectores público, social y privado para transitar hacia una economía de bajas emisiones en carbono;	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple con este principio en tanto que por su naturaleza fomenta la adopción de patrones de producción y consumo por parte de los sectores público, social y privado para transitar hacia una economía de bajas emisiones en carbono
Artículo 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:	**VI.** Integralidad y transversalidad, adoptando un enfoque de coordinación y cooperación entre órdenes de gobierno, así como con los sectores social y privado para asegurar la instrumentación de la política nacional de cambio climático;	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple con este principio en tanto que por su naturaleza fomenta una visión sustentable en base a la Integralidad y transversalidad, adoptando un enfoque de coordinación y cooperación entre órdenes de gobierno, así como con los sectores social y privado para asegurar la instrumentación de la política nacional de cambio climático;
Artículo 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:	**VII.** Participación ciudadana, en la formulación, ejecución, monitoreo y evaluación de la Estrategia Nacional, planes y programas de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático;	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple con este principio en tanto que por su naturaleza fomenta desde la perspectiva ciudadana, de los turistas y de la Iniciativa privada una activa participación ciudadana, en la formulación, ejecución, monitoreo y evaluación de la Estrategia Nacional, planes y programas de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático;
Artículo 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:	**VIII.** Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause;	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple con este principio en tanto que siempre ha asumido liderazgo en cuanto a la responsabilidad ambiental, y como ente que realiza obras o actividades que de no hacerse bien podrían afectar al medio ambiente, se han tomado las medidas para prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause.

Artículo 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:	**IX.** El uso de instrumentos económicos en la mitigación, adaptación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático incentiva la protección, preservación y restauración del ambiente; el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, además de generar beneficios económicos a quienes los implementan;	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple con este principio en tanto que por su naturaleza fomenta a través de otorgar fianzas ambientales de cumplimiento ha dado uso de instrumentos económicos en la mitigación, adaptación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático incentiva la protección, preservación y restauración del ambiente; el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, además de generar beneficios económicos a quienes los implementan;
Artículo 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:	**X.** Transparencia, acceso a la información y a la justicia, considerando que los distintos órdenes de gobierno deben facilitar y fomentar la concientización de la población, poniendo a su disposición la información relativa al cambio climático y proporcionando acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos pertinentes atendiendo a las disposiciones jurídicas aplicables;	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple con este principio en tanto que siempre ha tenido una actitud de apertura, ha dispuesto de toda la documentación ambiental en las múltiples etapas con ello promoviendo la transparencia, acceso a la información y a la justicia, considerando que los distintos órdenes de gobierno deben facilitar y fomentar la concientización de la población, poniendo a su disposición la información relativa al cambio climático y proporcionando acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos pertinentes atendiendo a las disposiciones jurídicas aplicables;
Artículo 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:	**XI.** Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, dando prioridad a los humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras, que brindan servicios ambientales, fundamental para reducir la vulnerabilidad, y	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple con este principio en tanto que parte de su propuesta es la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad- En el proyecto se dará prioridad a los humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras, que brindan servicios ambientales, fundamental para reducir la vulnerabilidad, y
Artículo 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:	**XII.** Compromiso con la economía y el desarrollo económico nacional, para lograr la sustentabilidad sin vulnerar su competitividad frente a los mercados internacionales.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple con este principio en tanto que ha asumido un compromiso con la economía y el desarrollo económico nacional, para lograr la sustentabilidad sin vulnerar su competitividad frente a los mercados internacionales.

Por lo que se puede observar, las distintas leyes de injerencia Federal aquí citadas, establecen lineamientos y obligaciones, a que el particular debe sujetarse, cuando se trata del uso de los recursos naturales o bienes nacionales, esto con el objeto de garantizar un óptimo uso y evitar así una posible afectación. En este sentido, el análisis que se hace en este apartado, permitió determinar el grado de concordancia que el proyecto **"Casa Habitación Zula"** tiene, de tal manera que se sustenta el principio jurídico *Indulta á jure*

beneficium non est alicui auferendum, (a nadie puede quitarse el beneficio que le concede el derecho), sustentando así la viabilidad y soporte jurídico del propio proyecto.

Concordancia jurídica con los reglamentos de leyes federales.

Los reglamentos de las leyes de carácter federal que inciden en el desarrollo del proyecto, se analizan a la luz de las particularidades del mismo, en relación con los lineamientos definidos en el articulado de cada una de ellas. En este caso, también el análisis que se realiza del cuerpo jurídico contenido en las leyes permite determinar el grado de concordancia que el proyecto tiene con las mismas, sustentando con ello la viabilidad y soporte jurídico del propio proyecto. A continuación, se analizan particularmente los artículos de cada uno de los artículos que contemplan los distintos reglamentos de las Leyes que inciden en el proyecto **"Casa Habitación Zula"**, determinando de qué manera el proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple con lo estipulado en todos y cada uno de éstos.

Tabla 41. Reglamentos de las Leyes federales y su relación con el proyecto **"Casa Habitación Zula"**.

Reglamentos Leyes Federales	Que dice	Relación con el proyecto
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto ambiental	**Artículo 5** Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización la Secretaría en materia de impacto ambiental: Q) Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros e inciso. S) Obras en superficie en áreas naturales protegidas.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple con lo señalado en este artículo al desarrollar y presentar el Dictamen Técnico unificado Modalidad B correspondiente. De igual forma, en este DTU, se proponen las medidas conducentes para cumplir con lo establecido en las diversas disposiciones jurídicas aplicables, asumiendo el compromiso de atender su cumplimiento en todas y cada una de las etapas de desarrollo del proyecto **"Casa Habitación Zula"**. Con ello se identifican los impactos ocasionados por el proyecto y se establecen las medidas propias de prevención y mitigación, correspondientes, de acuerdo con los instrumentos jurídicos vigentes aplicables. Con esto el promovente del proyecto **"Casa Habitación Zula"**, asume los compromisos de proteger el medio ambiente y favorecer el desarrollo sustentable.
	ARTICULO 9 Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que	Este artículo se cumple mediante el presente documento, al presentar el documento técnico unificado modalidad B, tal y como lo solicita la autoridad.
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al	**ARTICULO 81**. En las superficies en Áreas Naturales Protegidas sólo se podrán realizar aprovechamientos de recursos naturales que generen beneficios a los pobladores que ahí habiten y que sean acordes con los esquemas de desarrollo sustentable, la declaratoria	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** se han integrado aspectos que permitan la sustentabilidad en el corto y largo plazo y con ello contribuyendo así a garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano y adecuado para su desarrollo, salud y bienestar. La actividades propuestas en este proyecto estarán sujetas a la normatividad ambiental a leyes y reglamentos y demás instrumentos aplicables que conforman el marco legal de operación del proyecto **"Casa Habitación Zula"** por ubicarse dentro de un área de alto régimen de

Reglamentos Leyes Federales	Que dice	Relación con el proyecto
Ambiente en Materia de Superficie Áreas Naturales Protegidas.	respectiva, su programa de manejo, los programas de ordenamiento ecológico, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales aplicables.	protección y deberá existir compatibilidad entre las diferentes acciones a desarrollarse en esta propuesta y el medio ambiente, específicamente con el uso del suelo.
	ARTICULO 88. Se requerirá de autorización por parte de la Secretaría para realizar dentro de las áreas naturales protegidas, atendiendo a las zonas establecidas y sin perjuicio de las disposiciones legales aplicables, las siguientes obras y actividades: VII. Obras que, en materia de impacto ambiental, requieran de autorización en los términos del artículo 28 de la Ley;	Para cumplir con todos los supuestos mencionados en este artículo, se establecerán los mecanismos de gestión para que sean solicitados los permisos y registros necesarios de cada una de las actividades asociadas al proyecto **"Casa Habitación Zula"**.
Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales	**ARTICULO 32.** Las solicitudes de concesión o asignación que se presenten para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales superficiales o del subsuelo, solo se acompañarán de los documentos a que se refieren las fracciones I a IV del Art. Anterior, cuando se trate de extracción de agua: I. exclusivamente para uso doméstico en zonas rurales; II. para cualquier uso cuyo volumen anual, para un solo solicitante, no sea mayor de 150 m^3.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumplirá con lo dispuesto en el reglamento, ya que no habrá pozo.
Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	**ARTICULO 120** Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple con lo señalado en este artículo al desarrollar y presentar el Dictamen Técnico Unificado Modalidad B correspondiente. De igual forma, en este DTU, se proponen las medidas conducentes para cumplir con lo establecido en las diversas disposiciones jurídicas aplicables.

Acuerdo de la SEMARNAT para presentar un DTU

El presente documento se acoge 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 (SEMARNAT) 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 (D.O.F. 22 de diciembre del 2010).
Documento técnico unificado, el que integra la manifestación de impacto ambiental, en sus modalidades regional o particular, señaladas en los artículos 12 y 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, con el estudio técnico justificativo señalado en el artículo 121 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y cuyo contenido se describe en los artículos Sexto y Séptimo del presente Acuerdo.

Con fecha 22 de diciembre de 2010 se publicó en el Diario Oficial de la Federación, 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. De acuerdo a las particularidades del proyecto en comento, le corresponde el trámite unificado modalidad B, que aplica para obras y actividades señaladas en la fracción VII más las descritas en cualquier otra fracción del artículo 28 de la LGEEPA.

Con base en lo señalado en el mismo D.O.F. artículo Séptimo, se elaboró el presente Documento Técnico Unificado, integrándolo con la información que prevé el Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, así como la indicada en el artículo 121, fracciones V, IX, X, XI, XIII y XIV, del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Vinculación con el Acuerdo para la solicitud de trámite único ante la SEMARNAT para la autorización en materia de impacto ambiental y CUSTF (D.O.F. 22-12-2010). Acuerdo por el que se expide 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 servidores públicos que se señalan.

PRIMERO. Se establecen los trámites unificados de aprovechamiento forestal y de cambio de uso de suelo forestal, este último en sus modalidades A y B, los cuales son opcionales para los interesados y, por lo tanto, no anulan o limitan el derecho de éstos para solicitar las autorizaciones de aprovechamiento de recursos forestales, de cambio de uso de suelo forestal y en materia de impacto ambiental de manera separada.

Propuesta de cumplimiento. El promovente con base en este D.O.F., decide solicitar la autorización en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo forestal, mediante el trámite unificado, elaborando y presentando el Documento Técnico Unificado modalidad B, que se integra con la información correspondiente a lo señalado en el Reglamento de la LGEEPA, en materia de Evaluación de Impacto Ambiental y del Reglamento de la LGDFS.

III.2. Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an (POER-SK).

El Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka´an (POER-SK), es el instrumento de política ambiental, cuyo objetivo es Alentar un desarrollo turístico e infraestructura de servicios, congruente a políticas ambientales que permitan la permanencia de sus recursos naturales sin llegar al conservacionismo extremo o a un desarrollo sin límites que provoque deterioro y pueda conducir a la destrucción de una de las regiones del Caribe Mexicano que aún conserva su belleza y valor ecológico.

Como antecedentes de este instrumento de planeación, tenemos que el día dos de agosto del año 2001 se instala el Comité Técnico del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka´an, integrado por representantes de los tres Órdenes de Gobierno. Después de un amplio proceso de análisis y discusión de la información y de los estudios por parte del Comité Técnico se logra la validación de la propuesta del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka´an.

El 14 de mayo de 2002, se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico que regula y reglamenta el desarrollo de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka´an, ubicada en los municipios de Felipe Carrillo Puerto y Solidaridad (ahora Tulum), Estado de Quintana Roo. La aplicación del Decreto compete al Ejecutivo Estatal, por conducto de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, sin perjuicio de las atribuciones de otras Dependencias del mismo y/o de las Autoridades Federales y Municipales en el ámbito de sus respectivas competencias.

La Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, del Gobierno del Estado de Quintana Roo deberá promover ante las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, Estatal y Municipal, que, en el otorgamiento de las concesiones, permisos, licencias, autorizaciones, dictámenes y resoluciones de su competencia, se respeten las políticas, los usos del suelo y los criterios ecológicos que en su caso apliquen.

A continuación, se presenta el cuadro de referencia de criterios ecológicos establecidos aplicable al POET de la Zona Costera de Sian Ka´an, donde se especifica la Unidad de Gestión Ambiental que le corresponde a la sección del predio en donde se desarrolla el proyecto **"Casa Habitación Zula"**, que en este caso es la Tu 1.

La abreviación Tu, corresponde a la definición de Turismo, y el Número 1 corresponde a la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 1. Ésta UGA Tu 1 posee una política de Conservación, con uso de suelo predominante de Turismo de bajo impacto, Usos compatibles de Flora y Fauna, Usos Condicionados, Infraestructura y Asentamientos humanos y pecuario, y como usos Incompatibles

presenta la industria, Centro de Población, Minería y agricultura. Los criterios ecológicos específicos aplicables se muestran en el siguiente cuadro:

En el presente estudio se describe a continuación cada criterio de la Unidad de Gestión Ambiental Tu1 y su forma de aplicación.

Tabla 42. Lineamientos para el aprovechamiento del territorio aplicables a las UGA Tu1.

Características	UGA Tu1
Política	Conservación
Uso predominante	Turismo de bajo impacto
Usos compatibles	Flora y Fauna
Usos condicionados	Asentamientos humanos, Infraestructura, Pecuario.
Usos incompatibles	Industria, Centro de población, Minería, Agricultura.
Criterios	**AC** 2, 3. **AG** 2, 3. **Ah** 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18. **C** 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11. **EI** 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 31, 33, 34. **Ff** 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22. **FO** 1, 2, 3, 4, 5. **I** 1, 2. **MAE** 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26. **P** 1, 2, 3, 4. **Tu** 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 35, 36, 37, 38.

De la superficie a ser evaluada de 18,307.35 m^2 el total del predio corresponde a la UGA Tu1, y de éstos, 523.19 m^2. corresponden al camino Tulum-Boca Paila.

Debe destacarse que la totalidad de la superficie de aprovechamiento en donde se pretende remover la vegetación para este proyecto se encuentra dentro de la UGA Tu1 y que la UGA M1 se dejará intacta.

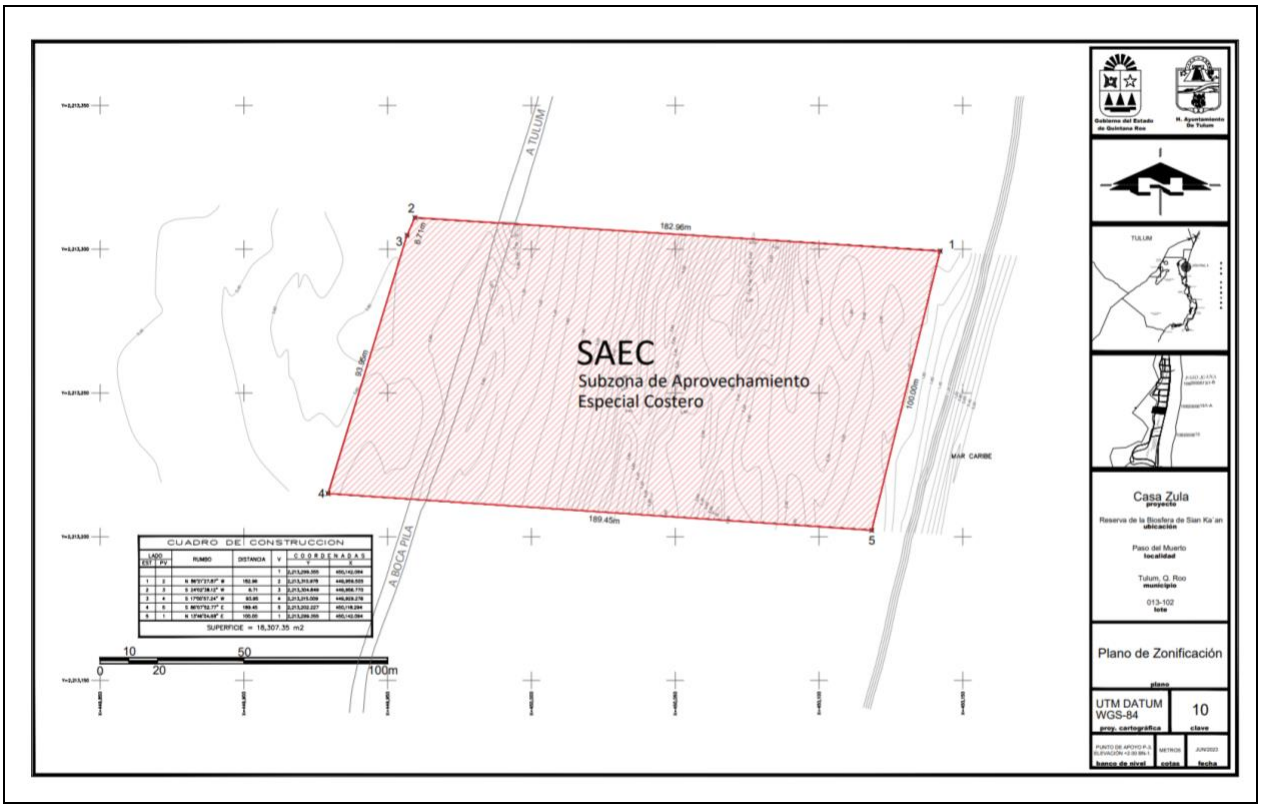

Figura 10. Ubicación del predio dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an (POERSK, 2002).

Tabla 43. Criterios específicos para la UGA Tu-1, del Programa de Ordenamiento Ecológico para la región costera de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.

CRITERIO	DESCRIPCION DEL CRITERIO	PROPUESTA DEL PROYECTO
ACUACULTURA		
AC 2	Sólo se permiten instalaciones de apoyo a proyectos de acuacultura con especies nativas, estos requerirán la presentación de un estudio de impacto ambiental en modalidad específica.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá instalaciones de apoyo a proyectos de acuacultura con especies nativas.
AC 3	La superficie de aguas nacionales utilizada para acuacultura por el promovente, no podrá superar la superficie de su(s) predio(s). En caso que se opte por este uso, los predios no podrán usar servidumbres voluntarias para ejercer densidades de construcción en tanto ocupen la superficie acuática en acuacultura.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá instalaciones de apoyo a proyectos de acuacultura con especies nativas.
AGRICULTURA		
AG 2	Sólo se permite la producción de hortalizas para consumo dentro del mismo predio.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se contempla la producción de hortalizas para consumo dentro del predio.
AG 3	El uso de fertilizantes y plaguicidas deberá ajustarse a las Normas Oficiales Mexicanas respectivas, además de la autorización de la CONANP. El uso de plaguicidas al interior de las viviendas, deberán de ser de baja permanencia en el ambiente.	En el caso que se requiera algún fertilizante o plaguicida para el mantenimiento de las plantas obtenidas del rescate se utilizarán las autorizadas, dando prioridad a los métodos orgánicos de fertilización y control de plagas.
ASENTAMIENTOS HUMANOS		
Ah 5	En los predios de menos de 50 m de frente al Mar Caribe, aquellos que no tengan frente a este o aquellos con menos de media hectárea, se podrá construir una casa habitación de hasta 75 m² de superficie construida y un máximo de 1.5 baños.	NO APLICA El predio donde se pretende realizar el proyecto **"Casa Habitación Zula"** cuenta con 100 m de frente de playa y una superficie a ser evaluada de 18,307.35 m².
Ah 6	Los predios de propiedad privada con un frente de playa de 50 m o mayor, y más de media hectárea sólo podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 100 m² de superficie construida y un máximo de 2.5 baños y una cocina.	NO APLICA El predio donde se pretende realizar el proyecto **"Casa Habitación Zula"** cuenta con 100 m de frente de playa y una superficie a ser evaluada de 18,307.35 m².
Ah 7	Los predios de propiedad privada con un frente de playa menor a 100 m y al menos una hectárea podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 200 m² de superficie construida y un máximo de 2.5 baños y una cocina.	NO APLICA El predio donde se pretende realizar el proyecto **"Casa Habitación Zula"** cuenta con 100 m de frente de playa y una superficie a ser evaluada de 18,307.35 m².
Ah 8	Los predios de propiedad privada con un frente de playa de 100 m o más y con menos de 1 ha podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 200 m² de superficie construida y un máximo de 3.5 baños y una cocina.	NO APLICA El predio donde se pretende realizar el proyecto **"Casa Habitación Zula"** cuenta con 100 m de frente de playa y una superficie a ser evaluada de 18,307.35 m².
Ah 9	Los predios de propiedad privada con un frente de playa de 100 m o más y entre 1 a 2 has podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 300 m² de superficie construida y un máximo de 4.5 baños y una cocina.	SI APLICA y este es el criterio rector para hacer una casa de 300 m² de construcción. El predio donde se pretende realizar el proyecto **"Casa Habitación Zula"** cuenta con 100 m de frente de playa y una superficie a ser evaluada de 18,307.35 m².

CRITERIO	DESCRIPCION DEL CRITERIO	PROPUESTA DEL PROYECTO
Ah 10	Los predios de propiedad privada con un frente de playa de 100 m o más y con más de 2 has podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 400.00 m² de superficie construida y un máximo de 4.5 baños y una cocina.	NO APLICA El diseño propuesto para el proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple estrictamente con lo establecido en este criterio. El predio cuenta con 100m de frente y una superficie a ser evaluada 18,307.35 m². El área construida de la **"Casa Habitación Zula"** de tipo unifamiliar, será de 299.53 m², y contará con, 4.5 baños y una cocina.
Ah 11	No se permitirán construcciones adicionales para servicio y resguardo de instalaciones (encargado o velador). En su caso, estas instalaciones deberán estar adosadas a la casa o construcción principal y sumarse en la superficie de construcción autorizada.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** contempla la construcción de la casa del cuidador la cual estará adosada a la construcción principal y cuya construcción se suma como área construida en la superficie total de construcción descrita en el Capítulo II de este DTU-B. Las funciones de servicio y resguardo se encuentran en el Nivel 1 y se identifican en el plano como Cuarto de servicio
Ah 12	La superficie de los predios libre de construcción, será destinada a la conservación de las condiciones naturales del sitio, para lo cual, previo a la autorización de la SEMARNAT para el desarrollo, el propietario firmará un contrato transaccional notariado en la que autoriza a la SEMARNAT o al Municipio correspondiente a demoler a costo del propietario, las construcciones que sobrepasen la densidad de construcción establecida. O bien podrá establecerse una servidumbre voluntaria en favor de la Reserva que favorezca la obtención de dicho objetivo.	La superficie de los predios libre de construcción será destinada exclusivamente a conservación. Se reitera que la promovente se encuentra en la mejor disposición de firmar el contrato transaccional notariado que menciona esta condicionante. Para ello, se solicita a la autoridad que establezca los términos bajo los cuales este documento deberá ser presentado, y adicionalmente indique quién será la persona facultada por parte de la SEMARNAT para firmar dicho contrato.
Ah 13	Queda prohibida la subdivisión de predios de propiedad privada cuando, por lo menos un lote resultante de ésta división, no cuente con un mínimo de 100 m de frente al Mar Caribe.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá subdivisión del predio.
Ah 14	No se autorizará construcción alguna en lotes subdivididos con fecha posterior a la entrada en vigor del presente instrumento, que no cuenten con las características arriba establecidas.	El predio adquirido no es resultado de una subdivisión con fecha posterior a la entrada en vigor del presente instrumento.
Ah 15	Sólo se permite la subdivisión de lotes menores de 100 metros de frente de playa, cuando la(s) superficie(s) menores de 100 m de frente de playa resultantes de la división, sea con fines de donación al patrimonio de la Reserva.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá subdivisión del predio
Ah 16	Las donaciones de superficies en favor del patrimonio de la Reserva, no afectarán las densidades o derechos de casa habitación, servicios o infraestructura turística otorgados a los predios en sus superficies originales.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá donaciones de superficies en favor del patrimonio de la Reserva y no se afectarán las densidades o derechos de casa habitación, servicios o infraestructura turística otorgados a los predios en sus superficies originales.
Ah 17	Se permite la fusión entre predios de propiedad privada.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá fusión de predios.

CRITERIO	DESCRIPCION DEL CRITERIO	PROPUESTA DEL PROYECTO
Ah 18	No se permite la construcción de viviendas, ni infraestructura permanente para hospedaje o servicios en la zona comprendida entre el litoral y el parteaguas de la duna ni entre el borde del sistema acuático y el límite de distribución de los manglares.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá construcción de viviendas, ni infraestructura permanente para hospedaje o servicios en la zona comprendida entre el litoral y el parteaguas de la duna ni entre el borde del sistema acuático y el límite de distribución de los manglares.
CONSTRUCCIÓN		
C 4	No se permite la utilización de explosivos.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se contempla la utilización de explosivos en ninguna etapa del proyecto.
C 5	Al finalizar la obra deberá removerse toda la infraestructura asociada al campamento y deberá presentar un programa de restauración de sitio.	Debido a la lejanía del predio con la ciudad de Tulum se establecerá un campamento, también se contempla una bodega, un área de comedor para la obra. Todas las instalaciones serán ubicadas en una zona que posteriormente formará parte del camino de acceso, por lo que una vez desmantelada, al finalizar la construcción, no será necesaria la presentación de un programa de restauración del sitio.
C 6	No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa.	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, los materiales derivados de la obra serán colocados en un área designada como centro de acopio temporal, mismo que estará debidamente señalizada y ubicada en una zona que posteriormente forme parte del desplante. Asimismo, serán colocados contenedores de basura con las leyendas "orgánico" e "inorgánico", para la recolección de los residuos sólidos generados por los trabajadores. Todos los residuos sólidos que no puedan ser reciclados serán trasladados a los sitios de disposición final autorizados por el municipio.
C 7	Deberán tomarse medidas preventivas para la eliminación de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruido provenientes de la maquinaria en uso en las etapas de preparación de sitio, construcción y operación.	Por las dimensiones y naturaleza del proyecto **"Casa Habitación Zula"**, la generación de este tipo de residuos será mínima. Sin embargo, no se usará maquinaria pesada mayor. El promovente se asegurará de que los equipos a utilizar se encuentren en excelentes condiciones mecánicas, de forma tal que las emisiones a la atmósfera, ruido y riesgos de derrames de aceites y combustibles sean mínimas. Para reducir al máximo los riesgos de derrames no se realizarán reparaciones de vehículos automotores dentro del predio, sino en talleres autorizados en la ciudad de Tulum.
C 8	El almacenamiento y manejo de materiales deberá evitar la dispersión de polvos.	Se tiene previsto el riego continuo de las zonas de obras para evitar la dispersión de polvos. Los camiones que ingresen al predio con materiales pétreos lo harán cubiertos con lonas.

CRITERIO	DESCRIPCION DEL CRITERIO	PROPUESTA DEL PROYECTO
C 9	Los permisos de construcción se otorgarán en dos fases. La primera será para las instalaciones dedicadas al manejo sanitario de las aguas servidas y solo una vez supervisado el cumplimiento de la normativa establecida por los criterios específicos se otorgará la autorización para iniciar la edificación de la construcción habitacional o de servicios.	Una vez que inicie la etapa de construcción las primeras obras serán las correspondientes al humedal artificial y la planta de tratamiento.
C 10	Toda obra pública o privada (incluyendo excavación, cimentación, demolición o construcción) en predios que cuenten con vestigios arqueológicos o adyacentes a estos, requieren adicionalmente la autorización del INAH.	En el predio no se localizan vestigios arqueológicos, por lo que no se requiere obtener autorización del INAH.
C 11	En el caso de las estructuras arqueológicas aisladas en predios de propiedad privada, las construcciones u obras autorizadas deberán contemplar una distancia de radio mínima de 10 m con centro alrededor de cada estructura.	En el predio no se localizan vestigios arqueológicos, por lo que este criterio no aplica.
EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA		
EI 1	La SEMARNAT y los municipios promoverán y asesorarán a los particulares sobre el uso de ecotécnias apropiadas para los desarrollos turísticos y residenciales e infraestructura de apoyo.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** contempla el uso de ecotecnias tales como humedal artificial y la planta de tratamiento, la captación de agua pluvial como fuente alternativa de abastecimiento de agua, y la generación de energía eléctrica con el uso de celdas fotovoltaicas y una torre eólica con aerogenerador.
EI 2	Toda obra pública o privada que se realice en la Reserva, requerirá autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental y de la Licencia de Construcción que otorgue la autoridad Municipal correspondiente.	Con la presentación del presente estudio, la promovente pretende obtener la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales y en materia de impacto ambiental. Adicionalmente se obtendrá la Licencia de Construcción que emiten las instancias municipales de Tulum.
EI 4	Los asentamientos humanos y desarrollos turísticos deberán contar con un programa integral de reducción, separación y disposición final de desechos sólidos.	Durante todas las etapas del proyecto **"Casa Habitación Zula"** se implementarán acciones para el manejo adecuado de los residuos sólidos. Durante las etapas de preparación y construcción, se colocarán contenedores de basura con las leyendas "orgánico" e inorgánico", de forma tal que se promueva la separación de los residuos. Se destinará un sitio del proyecto que forme parte del área de desplante para acopio temporal de los residuos de obra. Los residuos que no puedan ser reutilizados o reciclados se canalizarán a los sitios de disposición final municipales. Adicionalmente se contempla la colocación de letreros alusivos al manejo adecuado de los residuos. Durante la operación las acciones a tomar estarán encaminadas a la separación y reciclaje de la basura generada.
EI 5	Las casas vacacionales, los asentamientos humanos y los desarrollos turísticos deberán contar con un programa integral de reducción, separación y	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** cuenta con un programa integral de reducción, separación y

CRITERIO	DESCRIPCION DEL CRITERIO	PROPUESTA DEL PROYECTO
	disposición final de desechos sólidos inorgánicos fuera de la Reserva.	disposición final de desechos sólidos inorgánicos fuera de la Reserva.
EI 6	Las casas vacacionales, los desarrollos turísticos de hospedaje y servicios y los asentamientos humanos y en general cualquier edificación que genere aguas negras y grises, deberán contar con sistemas integrales de minimización, colecta, manejo, tratamiento y disposición de aguas residuales.	Al inicio de las etapas de preparación y construcción se usarán baños portátiles a razón de 1 por cada 10 trabajadores, y cuyo mantenimiento estará a cargo de la empresa contratada para ofrecer el servicio. En la fase de operación, se contará con un sistema mixto de tratamiento de aguas residuales, el cual consistirá en un humedal artificial y planta de tratamiento. Las aguas tratadas serán recirculadas para el riego de las plantas del humedal.
EI 7	Deberá incorporarse el uso de sistemas secos para el manejo y disposición final de excretas, con composteo y reaprovechamiento; o bien sistemas húmedos como los humedales artificiales, que cumplan con remociones mínimas del 90% tanto de Demanda Bioquímica Oxigeno (DBO5) como de Sólidos Suspendidos Totales (SST). En el caso de humedales o procesos de biofiltración, deberá contarse con un sistema de impermeabilización a base de geomembranas de manera que se garantice que no habrá percolación hacia el terreno o a los cuerpos de agua naturales aledaños. La superficie del terreno que requiera la instalación de humedales no se contabilizará en áreas de construcción autorizados en los criterios Ah.	Al inicio de las etapas de preparación y construcción se usarán baños portátiles a razón de 1 por cada 10 trabajadores, y cuyo mantenimiento estará a cargo de la empresa contratada para ofrecer el servicio. Desde el principio de la Etapa de Construcción y todo a lo largo de la Etapa de Operación, se contará con un sistema de tratamiento de aguas residuales, el cual consistirá en trampa de grasa para aguas grises, un humedal artificial y planta de tratamiento. Se instalarán sistemas de ahorro en el consumo de agua. La generación de aguas residuales se estima en 1,200 litros diario (8 personas por 150 litros de agua per cápita) y el sistema tiene un tiempo de residencia ampliado a 20 días aproximadamente. La eficiencia esperada es del 95 % en cuanto a la remoción de SST y de DBO. Como medida de seguridad sanitaria y ambiental del sistema de tratamiento cuenta con un tratamiento de somatización final de las tratadas. .
EI 8	Toda emisión de aguas residuales deberá cumplir con la NOM-ECOL-001-1996, la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento.	Las aguas residuales obtenidas del sistema de tratamiento de aguas residuales cumplirán con las normas aplicables y vigentes en la materia.
EI 9	Sólo en condiciones extraordinarias por razones de limitaciones de espacio, se permitirá el uso de fosas sépticas y cuando estas sean de tipo mejorado de concreto armado, de tres cámaras, con filtro inverso en la última cámara y pozo sellado hasta el manto salino de cuando menos 20 metros de profundidad. El agua proveniente de la fosa deberá mezclarse con un volumen de agua salina de mínimo el doble del volumen de agua dulce proveniente de la fosa, con el objeto de disminuir la flotabilidad del agua dulce dentro de la capa de agua salina en donde será descargada. Debido a la inestabilidad del terreno, no se permiten aquellas fosas construidas con tabique o block.	La propuesta del proyecto **"Casa Habitación Zula"** consiste en colocar una trampa de grasas y un humedal artificial de 40 $m^{2\,y}$ una planta de tratamiento final, que permite una descarga sin contaminantes fuera de norma. Por el sistema usado en base a aireación con grava en cada metro cuadrado de superficie del humedal artificial, se tienen aprox. 150 metros de superficie de grava con aireación. La planta de tratamiento dará una calidad aún mejor que la requerida por Ley y se usará para riego .

CRITERIO	DESCRIPCION DEL CRITERIO	PROPUESTA DEL PROYECTO
		El sistema ha sido diseñado para en todo momento operar sin olores y en cumplimiento de los criterios del POER-SK. Se usarán sistemas construidos con materiales de punta para garantizar una larga vida y un mínimo mantenimiento al sistema de tratamiento de aguas residuales.
EI 10	Las plantas de tratamiento de aguas servidas deberán contar con un sistema que permita, que el peso seco de los lodos que ahí se generen, sean menores a 180 gr/m^3 de agua tratada. Además, deberán contar con un programa operativo que considere la estabilización de los lodos, así como su disposición final fuera de la reserva.	Los lodos generados como parte del proceso de depuración en el sistema de tratamiento de aguas residuales serán menores de 180 gramos por metro cúbico. Los lodos que se generarán serán lodos orgánicos serán estabilizados en el proceso de digestión y serán y retirados, y transportados para su disposición final fuera de la reserva, por una empresa autorizada. Será la misma empresa que operan recogiendo los residuos de los excusados móviles Tipo Sanirent. La disposición final de los lodos será por empresas autorizadas en un sitio autorizado por SEMATRNAT..
EI 11	En caso de instalar sistemas de riego, deberán estar articulados a los sistemas de tratamiento de aguas residuales.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se contemplan sistemas de riego, por lo que este criterio no aplica.
EI 12	Se prohíbe la disposición de desechos en cualquier cuerpo de agua natural.	La totalidad de los desechos que se generen, y que no sean reutilizables o reciclables, serán dispuestos en los sitios de disposición final del Municipio de Tulum.
EI 13	Debido a la dirección de las corrientes subterráneas de agua dulce en la zona norte de la reserva, las instalaciones para el manejo de las aguas servidas serán instaladas al oriente del predio desde la entrada de la Reserva hasta el inicio de la Laguna Xamach y al poniente de este a partir de la Laguna Xamach hasta Punta Allen, esto con el fin de evitar su contaminación.	Dada la ubicación del predio al Norte de la Laguna Xamach, el humedal artificial y la planta de tratamiento serán instalados en la porción Este (Oriente) del predio, dando cumplimiento a este criterio.
EI 15	No se permite la pavimentación de los caminos costeros existentes. Se permite la construcción de 1 camino de acceso no pavimentado a cada 100 m a los predios de propiedad privada, con una amplitud máxima de 4 m. Si los caminos caen en manglares, se deberán hacer puentes.	El camino de acceso al predio no será pavimentado. El proyecto **"Casa Habitación Zula"** incluye un camino de acceso de 4 m de ancho que comunicará a la entrada de la casa con el camino vecinal Tulum – Boca Paila en el predio, no existe ningún otro camino de acceso a menos de 100 m de distancia tanto al Norte como al Sur del camino propuesto para **"Casa Habitación Zula"**.
EI 16	Cualquier modificación al trazo actual de los caminos requerirá la autorización de impacto ambiental de la SEMARNAT y del Gobierno del Estado.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se pretende realizar modificación alguna al camino existente.

CRITERIO	DESCRIPCION DEL CRITERIO	PROPUESTA DEL PROYECTO
EI 17	Todos los carteles deberán contar con la autorización de la Dirección de la Reserva y de las autoridades municipales correspondientes.	Los carteles indicativos y educativos de conservación y buen manejo tendrán autorización de la Dirección de la reserva.
EI 18	Sólo se permitirá un cartel publicitario por predio con una dimensión máxima de 1.2 x 0.6 m, que indique la razón social o el nombre comercial y los servicios que se ofrecen dentro del propio predio.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se tiene contemplada la instalación de ningún tipo de cartel ya que el proyecto constituye una casa habitación de uso particular que no requiere de carteles publicitarios.
EI 19	Los carteles deberán estar pintados con un fondo color café (o el color propio de la madera natural) y el texto o logotipos con letras amarillas.	Los carteles indicativos y educativos de conservación y buen manejo estarán pintados con un fondo color café (o el color propio de la madera natural) y el texto o logotipos con letras amarillas.
EI 20	Los predios de propiedad privada y los desarrollos turísticos permitirán el acceso a playas (servidumbre de paso) al menos cada 1,000 m en promedio con una amplitud mínima de 2.00 m y máxima de 3.00 m. Los propietarios en coordinación con las autoridades competentes evaluarán y determinarán la ubicación de estos. En la realización de cualquier obra o actividad deberá evitarse la obstrucción de los accesos actuales a dicha zona.	El predio tiene un frente de 100 m lineales paralelos a la costa, sin embargo, se acatará lo que la autoridad federal dicte al respecto.
EI 21	No se permitirá el estacionamiento de vehículos en los accesos a las playas.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá estacionamiento de vehículos en los accesos a la playa.
EI 22	No se permite la instalación de pistas aéreas, ni la reactivación o reinstalación de aquellas clausuradas o en desuso.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá pistas aéreas en este predio.
EI 23	No se permite la utilización de lagunas costeras, bahías o lagunas arrecifales para el acuatizaje de hidroaviones.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se pretende la utilización de lagunas costeras, bahías o lagunas arrecifales para ningún fin.
EI 24	No se permite la instalación de marinas.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** no contempla la instalación de marinas.
EI 26	La instalación de muelles o embarcaderos rústicos en las lagunas costeras, deberán guardar una distancia mínima de 300 metros entre ellos en la costa norte y 900 m en la costa centro y no incluirán la construcción de rampas o accesos para vehículos terrestres, por lo que el acceso será peatonal sobre pilotes hasta tierra firme y afectando al manglar en un ancho máximo de 2 m. Los propietarios de los predios en los que debido a esta restricción no se pueda construir un muelle, tendrán derecho (mediante servidumbres de paso u otros mecanismos) a usar el más cercano a la construcción principal del predio, siempre y cuando apoyen al dueño del predio en donde está construido en su mantenimiento.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** no contempla la instalación de muelles o embarcaderos rústicos en las lagunas costeras.
EI 27	La construcción de muelles o embarcaderos rústicos deberá garantizar el mantenimiento de los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** no contempla la instalación de muelles o embarcaderos.

CRITERIO	DESCRIPCION DEL CRITERIO	PROPUESTA DEL PROYECTO
EI 28	Se prohíbe el uso de creosota y otras substancias tóxicas en el tratamiento de la madera para los embarcaderos rústicos.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se utilizará creosota y otras substancias tóxicas en el tratamiento de la madera para embarcaderos rústicos
EI 29	La construcción de rampas para maniobras de remolques de lanchas en la zona lagunar, se podrán instalar de la siguiente forma: una en la laguna Caapechén, una en la Laguna Boca Paila, una en San Miguel – Xamach y dos en el río con una distancia promedio de 8 km entre ellas, y una en Laguna Pájaros. Los propietarios de los predios en los que debido a esta restricción no se pueda construir una rampa, tendrán derecho (mediante servidumbres de paso u otros mecanismos) a usar la rampa más cercana a la construcción principal del predio, siempre y cuando apoyen al dueño en su mantenimiento.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se tiene prevista la construcción de rampas para maniobras, ni ninguna otra obra en la zona de la laguna o el mar.
EI 31	La instalación de líneas de conducción de energía eléctrica y telefónica será subterránea, incluyendo al interior de los predios. Se recomienda el uso de telefonía por microondas.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** no incluye la instalación de líneas de conducción de energía eléctrica y de telefonía. Estos servicios se obtendrán por sistemas fotovoltaicos y eólicos, así como por telefonía celular.
EI 33	Se promoverá la instalación de fuentes alternativas de energía. Los generadores de combustión interna deberán estar protegidos del ambiente y cumplir con la Norma Oficial Mexicana de ruido.	El diseño del proyecto **"Casa Habitación Zula"** incluye un sistema de celdas fotovoltaicas y la instalación de una torre eólica con aerogenerador para el suministro de energía eléctrica durante la etapa de operación.
EI 34	La instalación de infraestructura telefónica y energía se debe hacer preferentemente sobre el derecho de vía de los caminos.	La energía eléctrica será suministrada por medio de celdas fotovoltaicas y la instalación de una torre eólica, y no requiere de instalaciones externas. En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se contempla tampoco la instalación de infraestructura telefónica.
EI 35	No se permitirán las instalaciones de infraestructura o almacenamiento de combustibles mayores a 2,000 l. (gas y diésel) y NOM.	Se contará con un tanque estacionario de gas LP de 1,000 litros ubicado en un sitio ventilado, que dotará de gas a la casa para el uso de la estufa y el calentador de agua para la regadera.
EI 36	Se prohíben los campos de golf.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** consiste en una casa habitación y no incluye campo de golf.
EI 37	La disposición de baterías y acumuladores, insecticidas, así como sus empaques y envase, deberá cumplir con lo dispuesto en la LEGEEPA en materia de recursos peligrosos.	La disposición de los residuos peligrosos se llevará cabo por una empresa autorizada en cumplimiento con lo dispuesto en la LEGEEPA en materia de recursos peligrosos.
EI 38	Sólo se permite el establecimiento de infraestructura destinada a la conservación, manejo y rescate de las zonas arqueológicas.	Dentro del predio no existen vestigios arqueológicos.
FLORA Y FAUNA		
Ff 1	El aprovechamiento de leña para uso doméstico deberá sujetarse a lo establecido en la NOM-	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se contempla el aprovechamiento de leña. El material

CRITERIO	DESCRIPCION DEL CRITERIO	PROPUESTA DEL PROYECTO
	RECNAT-012-1996 y se requerirá permiso de la Dirección de la Reserva.	vegetal obtenido de las actividades de desmonte será triturado y utilizado en el enriquecimiento de las áreas de conservación del predio.
Ff 2	Se prohíbe el aprovechamiento de leña para uso doméstico.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá aprovechamiento de leña para uso doméstico.
Ff 3	No se permite el dragado ni la remoción de pastos marinos.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se contemplan actividades de dragado ni la remoción de pastos marinos.
Ff 6	Durante el periodo de anidación de tortugas, se controlará el acceso a las playas tortugueras.	La promovente participará apoyando a las autoridades en las medidas que se establezcan durante la temporada de anidación de tortugas.
Ff 7	En playas tortugueras se prohíbe la iluminación directa al mar y la playa.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** no incluye iluminación al mar o a la playa.
Ff 8	En las áreas adyacentes a las playas tortugueras se manejará la inclinación y los colores de la iluminación artificial (preferentemente roja o amarilla), que garantice el arribazón de las tortugas.	La iluminación exterior que se pretende utilizar será de color ámbar y no se colocará en la zona de playa o hacia el mar, sino sobre el camino de acceso y los andadores.
Ff 9	Se prohíbe el tránsito vehicular sobre la playa y dunas, con la excepción a los previstos en el programa de manejo de tortugas y de los programas de vigilancia de la SEDENA, SEDEMAR y la SEMARNAT.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá tránsito vehicular sobre la playa y dunas, con la excepción a los previstos en el programa de manejo de tortugas y de los programas de vigilancia de la SEDENA, SEDEMAR y la SEMARNAT.
Ff 10	Se prohíbe la introducción de animales domésticos en las playas tortugueras durante la temporada de anidación (abril a septiembre).	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá animales domésticos en las playas tortugueras durante la temporada de anidación (abril a septiembre).
Ff 11	Se prohíbe encender fogatas en la Zona Federal Marítimo Terrestre y en las playas de anidación de tortugas.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá fogatas en la Zona Federal Marítimo Terrestre y en las playas de anidación de tortugas.
Ff 12	Se prohíbe el tránsito de ganado caballar y cualquier otra fauna doméstica o domesticada para transporte o recreación en las playas y dunas de la Reserva.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá tránsito de ganado caballar y cualquier otra fauna doméstica o domesticada para transporte o recreación en las playas y dunas de la Reserva.
Ff 13	El establecimiento de viveros, invernaderos y criaderos de especies nativas, así como de Unidades de Manejo de Vida Silvestre requieren autorización de la SEMARNAT.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** consiste en una **"Casa Habitación Zula"** y **no** se considera ningún vivero, solamente se considera el establecimiento de un área para el almacén provisional de plantas durante la etapa de cambio de uso de suelo forestal para albergar las plantas provenientes del rescate, en tanto son reubicadas dentro de las áreas verdes.
Ff 14	Se requiere permiso de la SEMARNAT para el aprovechamiento de las hojas de las palmas *Thrinax radiata y Cocothrinax readii*.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se pretende el aprovechamiento de ningunas especies de flora silvestre.
Ff 16	Se prohíbe la introducción y manutención de gatos domésticos (*Felis catus*).	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá introducción y manutención de gatos domésticos (*Felis catus*).

CRITERIO	DESCRIPCION DEL CRITERIO	PROPUESTA DEL PROYECTO
Ff 17	Se promoverá la erradicación del pino de mar *Casuarina equisetifolia* y el restablecimiento de la flora nativa.	En el predio no se observaron ejemplares de esta especie.
Ff 18	En las áreas jardinadas se emplearán preferentemente plantas nativas y el uso de especies exóticas se restringirá a aquellas especies cuya capacidad de propagación esté suprimida.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** solo se usará plantas nativas.
Ff 19	La recolección de plantas para uso ornamental y sus subproductos (semillas, esquejes, acodos, brotes, yemas, propágulos, etc.), podrá realizarse por el propietario dentro del mismo predio en donde serán utilizadas, o en otros predios mediante permiso de la Dirección de la Reserva.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se pretende la recolección de plantas ni dentro del predio, ni en predios aledaños.
Ff 20	Se prohíbe la construcción de arrecifes artificiales promotores de playa.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** no incluye construcción de arrecifes artificiales promotores de playa.
Ff 21	Se prohíben los dragados, apertura de canales, bocas y cualquier obra o acción que afecte a la comunidad coralina.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** no incluye dragados, apertura de canales, bocas y cualquier obra o acción que afecte a la comunidad coralina.
Ff 22	No se permite la desecación de humedales, tala y relleno del manglar, con la excepción de las podas autorizadas por la SEMARNAT para la instalación de infraestructura menor que se requiera tales como accesos peatonales, senderos y muelles rústicos.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá ninguna desecación de humedales, tala y relleno del manglar. Se respetará íntegramente la superficie ocupada por manglar dentro del predio, la cual está entre el camino a Punta Allen y a Laguna Caapachen incluyéndola en el área de conservación.
FORESTALES		
FO 1	Se permite la reforestación con palma de coco hasta en un 50% del frente de mar de cada predio sin seccionarse.	En el predio donde se pretende el desarrollo del proyecto **"Casa Habitación Zula"** existen ejemplares de palma de coco únicamente en el frente de playa. No se considera el uso de esta especie en las actividades de reforestación del proyecto. La reforestación en 1,200.00 m². se llevará a cabo tanto con las 120 plantas provenientes del rescate de vegetación, más 140 plantas de UMA autorizada, dando un total de 260 plantas para la reforestación.
FO 2	En las áreas con presencia de palma de coco no podrá eliminarse la vegetación herbácea y arbustiva.	No se eliminará la vegetación herbácea y arbustiva fuera de la superficie de desplante de la obra con presencia de palma de coco.
FO 3	Queda prohibido el uso del fuego para desmontes, para la quema de basura y para la reducción de desechos vegetales y para el manejo de áreas de crecimiento de palma de coco.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se contempla el uso del fuego para el desmonte, para la quema de basura y para la reducción de desechos vegetales y para el manejo de las áreas de crecimiento de palma de coco.
FO 4	No se permite el uso de maquinaria pesada para desmontes.	El desmonte se realizará de manera manual. En caso de ejemplares que no puedan ser retirados de forma manual se realizará utilizando maquinaria menor (bobcat).
FO 5	Queda prohibida la reforestación o plantación de las especies: Casuarina o Pino de Playa (*Casuarina* sp.), Pirú Brasileño (*Schinus terebinthifolius*), Meleleuca (*Meleleuca quininervia*), Almendro (*Terminalia* sp) y	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se usarán para la reforestación o plantación de las especies: Casuarina o Pino de Playa (*Casuarina* sp.), Pirú Brasileño (*Schinus terebinthifolius*), Meleleuca (*Meleleuca quininervia)*, Almendro (*Terminalia* sp) y

CRITERIO	DESCRIPCION DEL CRITERIO	PROPUESTA DEL PROYECTO
	Columbrina (*Columbrina asiática*), Eucaliptos (*Eucalipto sp)* y flamboyán *(Delonix regia).*	Columbrina (*Columbrina asiática)*, Eucaliptos (*Eucalipto sp)* y flamboyán *(Delonix regia).*
INDUSTRIA		
I 1	No se permite la instalación de industrias.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá industrias.
I 2	Sólo se permitirá la instalación de talleres para la actividad artesanal de bajo impacto que no genere humos, niveles elevados de ruidos, desechos químicos, polvos ni olores, de bajo consumo de agua, altamente eficiente en el consumo de energía.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se instalarán de talleres para la actividad artesanal de bajo impacto que no genere humos, niveles elevados de ruidos, desechos químicos, polvos ni olores, de bajo consumo de agua, altamente eficiente en el consumo de energía.
MANEJO DE ECOSISTEMAS		
MAE 1	Los estudios o manifestaciones de impacto ambiental que se requieran deberán poner especial atención al recurso agua y presentar las medidas de prevención de contaminación al manto freático.	El promovente contempla llevar a cabo las siguientes medidas que evitarán la contaminación del manto freático: instalación de sanitarios portátiles al inicio de las actividades, el tratamiento de las aguas residuales durante la operación a través de un sistema que incluye: una trampa de grasas y un humedal y planta de tratamiento y sin descarga contaminante fuera de Norma al medio ambiente, con lo cual se evita la contaminación al manto freático.
MAE 3	Las obras de acceso a los cuerpos de agua deberán ser evaluadas y aprobadas por la correspondiente manifestación de impacto ambiental.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá obras para la apertura de acceso a cuerpos de agua.
MAE 4	Sólo se permitirá un pozo por predio con vivienda unifamiliar.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá pozo, el proyecto pretende abastecerse por medio de pipas de agua y a través de un sistema de captación de agua pluvial.
MAE 5	La autorización para la construcción de pozos y su funcionamiento requiere de autorización de la CNA y el visto bueno de la Dirección de la Reserva, así como de la factibilidad derivada de estudios específicos y monitoreo constante de la conductividad del agua para evitar la sobreexplotación (intrusión salina).	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá pozo, el proyecto pretende abastecerse por medio de pipas de agua y a través de un sistema de captación de agua pluvial.
MAE 6	El aprovechamiento de aguas subterráneas no deberá rebasar el 15% del volumen de recarga del acuífero y garantizar la no intrusión salina.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá aprovechamiento de aguas subterráneas.
MAE 7	Se promoverá la instalación de sistemas domésticos de captación de agua de lluvia *in situ*.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** contará con un sistema de captación de aguas pluviales. El agua pluvial proveniente de los techos será canalizada hacia los tinacos que se ubicarán debajo de la planta baja de la casa. Esta agua será utilizada para las labores de mantenimiento y limpieza, y riego, de ser necesario.
MAE 8	Se prohíbe la obstrucción y modificación de escurrimientos pluviales.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** no implica la modificación ni obstrucción de escurrimientos pluviales, ya que la construcción de la casa será piloteada.

CRITERIO	DESCRIPCION DEL CRITERIO	PROPUESTA DEL PROYECTO
MAE 9	Se prohíbe la extracción de agua de cenotes.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá extracción de agua de cenotes.
MAE 10	No se permite modificar o alterar física y/o escénicamente dolinas, cenotes y cavernas.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se modificará o alterará física y/o escénicamente dolinas, cenotes y cavernas.
MAE 11	No se permitirá el dragado, relleno, excavaciones, ampliaciones de los cenotes ni la remoción de la vegetación acuática.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá dragado, relleno, excavaciones, ampliaciones de los cenotes ni la remoción de la vegetación acuática
MAE 12	Se prohíbe el desmonte, despalme y modificaciones a la topografía en un radio no menor de 50 m., alrededor de los cenotes, dolinas y/o cavernas.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá desmonte, despalme y modificaciones a la topografía en un radio no menor de 50 m., alrededor de los cenotes, dolinas y/o cavernas.
MAE 13	Los desechos orgánicos podrán procesarse dentro de los propios predios en la Reserva, siempre y cuando se garantice que los lixiviados no tengan contacto con los cuerpos de agua naturales.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** prevé la disposición final de los desechos orgánicos en base al programa integral de manejo de residuos
MAE 14	Quedan prohibidas las quemas de vegetación, la aplicación de herbicidas y defoliantes para el desmonte y mantenimiento de derechos de vía.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá quemas de vegetación, la aplicación de herbicidas y defoliantes para el desmonte y mantenimiento de derechos de vía.
MAE 15	No se permite la quema de corral o de traspatio de desechos sólidos.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá quema de corral o de traspatio de desechos sólidos.
MAE 16	Los senderos o accesos peatonales que se autoricen sobre manglares deberán de realizarse de forma elevada sobre pilotes o tocones.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá ningún sendero ni acceso sobre mangle, ni habrá ninguna obra sobre manglar.
MAE 17	Al interior de los predios, no se permite la remoción de la vegetación natural en el cordón de duna, con la excepción de la apertura de senderos peatonales menores de 1.5 m de ancho, paralelos a la costa, o en forma de zig zag si son perpendiculares a la costa. Se permiten los andadores elevados.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** incluye un sendero peatonal en forma de zig zag que cuenta con 275.67m² y menor de 1.5 m de ancho, que debe su forma a los claros naturales de la vegetación.
MAE 18	Solo se permitirá desmontar la cobertura vegetal necesaria para la restauración y mantenimiento de los sitios arqueológicos.	En el predio no existen sitios arqueológicos.
MAE 19	El desarrollo de la infraestructura turística o habitacional solamente podrá efectuarse en el tercio medio del predio del sentido norte - sur, dejando los extremos o colindancias con otros predios sin construir. Asimismo, se conservarán los elementos más importantes de la vegetación.	Todas las obras y toda construcción de la infraestructura habitacional vinculada al proyecto habitacional **"Casa Habitación Zula"** se ubican exclusivamente en el tercio medio del predio. Existen zonas de despalme fuera del tercio medio como por ejemplo alrededor de la casa, pero en ellas no tiene lugar ninguna construcción, sino solo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, para lo cual se pide la autorización del presente DTU-B.
MAE 20	Sólo la superficie de construcción y hasta 10 metros perimetrales, podrá ser despalmada totalmente.	Con fines de conservación de la microcuenca Chumpon el proyecto **"Casa Habitación Zula"** se acoge a la regla 33 de las reglas de Operación de la reserva y no, al criterio MAE 20 del POERZC-SK. No habrá despalme ni desmonte perimetral a la casa.

CRITERIO	DESCRIPCION DEL CRITERIO	PROPUESTA DEL PROYECTO
		Sólo la superficie de construcción será despalmada totalmente. Debe hacerse mención que como estrategia de conservación y minimización de impactos ambientales a la microcuenca Chumpon, tanto en las áreas de despalme, como de desmonte se van a conservar todos los elementos principales de la vegetación, y éstos serán removidos a las Áreas de Conservación aledañas. También, los individuos vegetales que estén en el límite de área construida, en forma selectiva formarán parte del Programa de Rescate de Flora y Reforestación y serán replantados en una superficie de 232.48 m^2 correspondiente al área de reforestación. En ambos casos se, asegura una sobrevivencia superior al 80 %.
MAE 21	Durante las actividades de construcción sólo podrá removerse suelo en el sitio del desplante del predio.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** sólo se removerá el suelo en la superficie de desplante del proyecto. Lo anterior quiere decir que para almacenar materiales y usarán las superficies autorizadas de despalme. Para la infraestructura temporal se usará la superficie de la casa, del camino de los senderos peatonales, y de los servicios. Se afirma de nuevo que tanto en las áreas de despalme, como de desmonte se van a conservar todos los elementos principales de la vegetación, y éstos serán removidos a las Áreas de Conservación aledañas. También, los individuos vegetales que estén en el límite de área construida, en forma selectiva formarán parte del Programa de Rescate de Flora y Reforestación y serán replantados en 1,200.00 m^2 dentro de las áreas de conservación en el predio. En ambos casos se, asegura una sobrevivencia superior al 80 %.
MAE 22	Con la excepción de la palma de coco (*Cocas nucifera*), no se permite la utilización de los troncos de otras especies de palma como material de construcción	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se pretende la utilización del material obtenido del cambio de uso de suelo en terrenos forestales. La totalidad del material vegetal producto del desmonte será triturado y reintegrado l área de conservación del predio.
MAE 23	Queda prohibida la extracción de recursos minerales y la remoción de arena de las playas y dunas, así como el uso o aprovechamiento de lajas de la zona rocosa intermareal.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá extracción de recursos minerales y la remoción de arena de las playas y dunas, así como el uso o aprovechamiento de lajas de la zona rocosa intermareal.
MAE 24	La edificación de cercas y los proyectos para desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación natural entre predios colindantes para la movilización de la fauna silvestre. Con el objeto de evitar diferencias en la interpretación, los	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** pondrá cercas que garanticen la conectividad de la vegetación natural entre predios colindantes para la movilización de la fauna silvestre. Se seguirán los criterios de CONANP para la instalación de cercas.

CRITERIO	DESCRIPCION DEL CRITERIO	PROPUESTA DEL PROYECTO
	interesados deberán contar con el visto bueno del tipo de cercado de la CONANP.	
MAE 26	En las playas arenosas solo se permite la construcción de estructuras temporales como palapas de madera de un poste y hoja de palma o pasto, siempre y cuando no sea un área de anidación de tortugas.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se contempla la construcción de estructuras temporales o permanentes en la zona de playa.
PECUARIO		
P 1	No se permite la ganadería de traspatio.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** no contempla la ganadería de traspatio.
P 2	Se permite la avicultura de traspatio siempre y cuando esta se encuentre en encierro permanente.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá avicultura de traspatio.
P 3	Solo se permite la ganadería vacuna y caballar de tipo estabulado con una superficie máxima de ocupación del predio del 10%, en la cual se dé un manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos, a través de su depositación en sitios autorizados o el uso de biodigestores.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá ganadería vacuna y caballar de tipo estabulado.
P 4	No se permite la ganadería ovina, caprina ni porcícola.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá ganadería ovina, caprina ni porcícola.
TURISMO		
Tu 1	La prestación de servicios recreativos basados en el uso de recursos naturales al interior de los predios de propiedad privada, requieren permiso de la SEMARNAT y en el caso de zonas arqueológicas, adicionalmente del INAH.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá servicios recreativos basados en el uso de recursos naturales al interior del predio.
Tu 2	La prestación de servicios recreativos al interior de la Reserva que requieran del uso de vehículos o artefactos terrestres o acuáticos, en aguas nacionales, terrenos federales, estará en función de la capacidad de carga de los ecosistemas y requiere permiso expreso de la SEMARNAT.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá prestación de servicios recreativos, al interior de la Reserva que requieran del uso de vehículos o artefactos terrestres o acuáticos, en aguas nacionales, terrenos federales. .
Tu 3	Los predios de propiedad privada que cuenten con más de 100 m de frente de playa y menos de 600 podrán ejercer una densidad de 0.5 cuartos tipo hotelero/ha, en otros predios de la misma región, mediante el uso de servidumbres voluntarias.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá cuartos hoteleros.
Tu 4	Los predios de propiedad privada que cuenten con más de 100 m de frente de playa y menos de 600 podrán ejercer una densidad de 0.35 cuartos tipo hotelero/ha, en otros predios de la misma región, mediante el uso de servidumbres voluntarias.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá cuartos hoteleros
Tu 5	El lote mínimo para instalar y ofertar servicios comerciales de playa o de campamento es de 350 m de frente de playa.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá servicios comerciales de playa o de campamento.
Tu 6	Los predios que desarrollen servicios comerciales o de playa, no podrán ejercer densidades de cuartos tipo hotelero mediante el uso de servidumbres voluntarias, ni instalar en el predio infraestructura habitacional, con la excepción de una casa habitación	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá servicios comerciales o de playa.

CRITERIO	DESCRIPCION DEL CRITERIO	PROPUESTA DEL PROYECTO
	para la permanencia de personal asignado a la vigilancia.	
Tu 7	Sólo los predios con un frente de playa mayor de 150 m podrán instalar y ofertar el uso comercial de servicios de playa o de campamento cuando, al establecer servidumbres voluntarias, estos resulten los predios dominantes donde se ubicarán las construcciones, y los predios sirvientes que queden libres de construcciones tengan un mínimo de 250 m de frente de playa, estén ubicados en la misma región y en su totalidad en una UGA de Protección o Restauración.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá servicios comerciales de playa o de campamento.
Tu 8	El lote mínimo para instalar y ofertar servicios comerciales de cuartos tipo hotelero es de 600 m de frente de playa.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá servicios comerciales de cuarto tipo hotelero.
Tu 9	Los predios que desarrollen servicios comerciales de cuartos tipo hotelero, no podrán instalar de forma adicional o separada servicios de playa o de campamento, o instalar infraestructura habitacional, con la excepción de las instalaciones necesarias para el servicio del personal.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá servicios comerciales de cuarto tipo hotelero.
Tu 10	Sólo los predios con un frente de playa mayor de 200 m podrán instalar y ofertar el uso comercial de cuartos tipo hotelero cuando, al establecer servidumbres voluntarias estos resulten los predios dominantes en los que se ubicarán las construcciones, y los predios sirvientes que queden libres de construcciones tengan un mínimo de 500 m de frente de playa, estén ubicados en su totalidad en la misma región y en una UGA de Protección o Restauración.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá servicios comerciales de cuarto tipo hotelero.
Tu 11	Los predios con 600 m de frente de playa pueden instalar y ofertar servicios comerciales de cuartos tipo hotelero en función de 0.5 cuartos por hectárea.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá servicios comerciales de cuarto tipo hotelero.
Tu 13	Los predios con 600 m de playa podrán incrementar su densidad de cuartos tipo hotelero, mediante el uso de servidumbres voluntarias con predios de la misma región o mediante la fusión con predios vecinos.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá servicios comerciales de cuarto tipo hotelero.
Tu 14	Los predios de propiedad privada que cuenten con 600 m de frente de playa o más y cuenten con 10 ha o más se les asignará de forma adicional 0.2 cuartos tipo hotelero por hectárea a partir de la undécima.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá servicios comerciales de cuarto tipo hotelero.
Tu 15	En el uso de servidumbres voluntarias, los predios dominantes podrán instalar hasta 3 veces más su densidad original permitida. Se exceptuarán aquellos predios dominantes que reciban la densidad total de los predios sirvientes cuando estos últimos se ubiquen en una UGA de Protección o Restauración.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá servidumbres voluntarias.
Tu 20	El Municipio correspondiente y la CONANP a través de la Dirección de la Reserva, en el ámbito de sus respectivas competencias instalarán el registro y control de las servidumbres que con motivo del POET	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá servidumbres voluntarias.

CRITERIO	DESCRIPCION DEL CRITERIO	PROPUESTA DEL PROYECTO
	se lleven a cabo entre los particulares que voluntariamente así lo determinen. Dichas servidumbres deberán constar por escrito y se establecerán *ad perpetum* y de manera irrevocable. En el registro de servidumbres se especificarán los datos correspondientes a la inscripción del gravamen en los Registros Públicos de la Propiedad, así como las demás características, medidas y colindancias de los predios destinados para tal fin.	
Tu 21	Una vez establecida la servidumbre voluntaria, la autoridad Municipal otorgará la Licencia de Uso del Suelo resultante y definitiva, tanto al predio dominante como al predio sirviente, misma que será inscrita en el registro de servidumbres. Este trámite deberá ser realizado previo a la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental y el trámite de la Licencia de Construcción.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá servidumbres voluntarias.
Tu 22	Se permite la instalación de infraestructura de apoyo para actividades de turismo contemplativo, tales como senderos de interpretación de la naturaleza, miradores, torres para observación de aves, etc.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá actividades de turismo contemplativo.
Tu 23	Se permite la instalación de servicios públicos, que requiera la administración de la Reserva	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se contempla la instalación de servicios públicos.
Tu 24	Las casas habitación e infraestructura para hospedaje turístico, no excederán los 2 niveles hasta 8 m de altura.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** contará con dos niveles y no excederá los 8 m de altura, ya que tiene exactamente 8.00 metros de altura máxima, tal como se observa en los cortes arquitectónicos
Tu 26	No se permite el uso de plataformas flotantes, uso de embarcaciones fijas para recreación, la instalación de palafitos o embarcaciones para la prestación de servicios de hospedaje en toda la zona lagunar, bahías y zona marina de la Reserva.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá uso de plataformas flotantes, uso de embarcaciones fijas para recreación, la instalación de palafitos o embarcaciones para la prestación de servicios de hospedaje en toda la zona lagunar, bahías y zona marina de la Reserva.
Tu 27	El uso de áreas de campamento temporal de tipo recreativo o educativo fuera de las propiedades privadas, o en las UGA's a las que se asignó una política ecológica de protección, requerirán el permiso expedido por la Dirección de la Reserva, previo análisis de su viabilidad y condicionantes a las que habrán de sujetarse.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá áreas de campamentos temporales de tipo recreativo o educativo
Tu 28	Todo proyecto de desarrollo turístico deberá contar con accesos públicos a la zona federal marítimo terrestre.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá desarrollos turísticos.
Tu 29	La utilización de cavernas y cenotes para uso recreativo estará sujeto a una evaluación de impacto ambiental y estudios ecológicos que permitan generar medidas que garanticen el mantenimiento de la diversidad biológica.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá uso de cavernas o cenotes.

CRITERIO	DESCRIPCION DEL CRITERIO	PROPUESTA DEL PROYECTO
Tu 30	El uso y aplicación de otros instrumentos jurídicos o administrativos que promuevan la equidad social en la distribución de los costos y beneficios asociados a la conservación de los recursos naturales y al aprovechamiento del valor inmobiliario deberá ser aprobado previamente por el Comité Técnico del POET de la Zona Costera de Sian Ka'an.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá promoción de proyectos de aprovechamiento de valor inmobiliario.

CUMPLIMIENTO DE "CASA HABITACIÓN ZULA" CON EL PROGRAMA DE MANEJO DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA CON CARÁCTER DE RESERVA DEL BIOSFERA SIAN KA'AN.

OBJETIVO GENERAL

El Proyecto **"Casa Habitación Zula"**, es consistente con el Programa de Manejo del ANP con carácter de reserva de la Biosfera Sian Ka'an, ya que cumple con el instrumento rector de planeación y regulación que establece las actividades, acciones y lineamientos básicos para el manejo y la administración del Área Natural Protegida con el carácter de Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.

De acuerdo con dicho Programa de Manejo del Área Natural Protegida con el carácter de Reserva de la Biosfera Sian Ka'an el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** se encuentra en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de Recursos Naturales Marina-Costera Boca Paila (SAEC) la cual abarca una superficie de 22.7376 hectáreas, constituida por un único polígono.

Tabla 44. Cumplimiento con los objetivos específicos del Programa de Manejo**.**

CONTENIDO	CUMPLIMIENTO
Protección. - Favorecer la permanencia y conservación de la diversidad biológica de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, a través del establecimiento y promoción de un conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar el deterioro de los ecosistemas.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"**, a través de la aplicación de sus Programas de Rescate y Reforestación, así como de Ahuyentamiento de la Fauna se va a favorecer la permanencia y conservación de la diversidad biológica de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, a través del establecimiento y promoción de un conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar el deterioro de los ecosistemas.
Manejo. - Establecer políticas, estrategias y programas, con el fin de determinar actividades y acciones orientadas al cumplimiento de los objetivos de conservación, protección, restauración, capacitación y educación de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, a través de proyectos sustentables.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"**, a través de la aplicación de sus Programas se va a establecer políticas, estrategias y programas, con el fin de determinar actividades y acciones orientadas al cumplimiento de los objetivos de conservación, protección, restauración, capacitación y educación de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, a través de proyectos sustentables.
Restauración. - Recuperar y restablecer las condiciones ecológicas previas a las modificaciones causadas por las actividades humanas o fenómenos naturales, permitiendo la continuidad de los procesos naturales en los	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula",** a través de la aplicación de sus Programas de Rescate y Reforestación, así como de Ahuyentamiento de la Fauna se van a recuperar y restablecer las condiciones ecológicas previas a las modificaciones causadas por las actividades humanas o fenómenos

CONTENIDO	CUMPLIMIENTO
ecosistemas de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.	naturales, permitiendo la continuidad de los procesos naturales en los ecosistemas de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.
Conocimiento. - Generar, rescatar y divulgar conocimientos, prácticas y tecnologías, tradicionales o nuevas que permitan la preservación, la toma de decisiones y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula",** a través de la aplicación de su Programa de Educación Ambiental se van a generar, rescatar y divulgar conocimientos, prácticas y tecnologías, tradicionales o nuevas que permitan la preservación, la toma de decisiones y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.
Cultura. - Difundir acciones de conservación de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, propiciando la valoración de los servicios ambientales, mediante la difusión y educación para la conservación de la biodiversidad que contiene.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula",** a través de la aplicación de su Programa de Educación Ambiental se van a difundir acciones de conservación de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, propiciando la valoración de los servicios ambientales, mediante la difusión y educación para la conservación de la biodiversidad que contiene.
Gestión. - Establecer las formas en que se organizará la administración de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an y los mecanismos de participación de los tres órdenes de gobierno, de los individuos y comunidades aledañas a la misma, así como de todas aquellas personas, instituciones, grupos y organizaciones sociales interesadas en su conservación y aprovechamiento sustentable.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula",** a través de la aplicación de su Sistema Integral de Gestión Ambiental, se va a apoyar el establecimiento de las formas en que se organizará la administración de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an y los mecanismos de participación de los tres órdenes de gobierno, de los individuos y comunidades aledañas a la misma, así como de todas aquellas personas, instituciones, grupos y organizaciones sociales interesadas en su conservación y aprovechamiento sustentable.

Tabla 45. Cumplimiento con las actividades permitidas en el marco del Programa de Manejo en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de Recursos Naturales Marina-Costera Boca Paila (SAEC).

ACTIVIDAD PERMITIDA	CUMPLIMIENTO
1. Acuacultura	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra Proyecto **"Casa Habitación Zula"** está permitido, pero no habrá acuacultura.
2. Apertura de senderos, brechas o caminos	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** está permitido por lo que si se contempla la apertura de senderos, brechas o caminos conforme a lo autorizado en el POER.
3. Colecta científica	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** está permitido, pero no habrá colecta científica.
4. Colecta científica	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** está permitido, pero no habrá colecta científica.
5. Construcción de instalaciones de apoyo para la investigación científica, monitoreo del ambiente y administración de la Reserva	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** está permitido, pero no habrá construcción de instalaciones de apoyo para la investigación científica, monitoreo del ambiente y administración de la Reserva
6. Construir infraestructura temporal en las playas arenosas	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** está permitido y podrá haber infraestructura temporal en las playas arenosas.
7. Construir rampas para maniobras de remolques de lanchas en la zona lagunar	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** está permitido, pero no habrá rampas para maniobras de remolques de lanchas en la zona lagunar.
8. Construcción, instalación y operación de establecimiento de servicios recreativos y de hospedaje	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** está permitido y si habrá Construcción, instalación y operación de establecimiento de servicios recreativos y de hospedaje

ACTIVIDAD PERMITIDA	CUMPLIMIENTO
9. Construcción, instalación y operación de vivienda rural	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** está permitido, pero no habrá construcción, instalación y operación de vivienda rural.
10. Desembarco	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** está permitido, pero no habrá desembarco.
11. Educación ambiental	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el Proyecto está permitido y sí habrá educación ambiental.
12. Establecimiento de UMA	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** está permitido, pero no habrá establecimiento de UMA.
13. Filmaciones, fotografías, captura de imágenes y sonidos	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra Proyecto **"Casa Habitación Zula"** está permitido y sí podrá haber filmaciones, fotografías, captura de imágenes y sonidos.
14. Instalar infraestructura de apoyo para actividades de turismo de bajo impacto ambiental, tales como senderos interpretativos, peatonales, andadores elevados miradores, torres para observación, de aves.	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** está permitido y sí se va a llevar a cabo la instalación de infraestructura de apoyo para actividades de turismo de bajo impacto ambiental, tales como senderos peatonales. En el caso de la **"Casa Habitación Zula"**, habrá senderos para dar acceso a la playa y a la infraestructura misma que se han considerado en las superficies de despalme (Ver plano de despalme).
15. Investigación científica y monitoreo ambiental	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra Proyecto **"Casa Habitación Zula"** está permitido, pero no habrá investigación científica y monitoreo ambiental.
16. Turismo de bajo impacto ambiental	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** está permitido y si pudiera haber turismo de bajo impacto ambiental.

Tabla 46. Cumplimiento con las actividades **no** permitidas en el marco del Programa de Manejo en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de Recursos Naturales Marina-Costera Boca Paila (SAEC).

ACTIVIDAD NO PERMITIDA	CUMPLIMIENTO
1. Actividades que impliquen la fragmentación del hábitat	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no está permitido y no va a haber actividades que impliquen la fragmentación del hábitat.
2. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el Proyecto **"Casa Habitación Zula" no** está permitido y no va a haber alteración o destrucción por cualquier medio o acción de los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres. Se ha puesto especial énfasis en la protección en base a cumplimiento de la normatividad vigente de la protección de la tortuga. La promovente del Proyecto **"Casa Habitación Zula"** participará apoyando a las autoridades con el control de los accesos y las medidas que se establezcan por las autoridades competentes durante la temporada de anidación de tortugas. El Proyecto no tiene considerado iluminación al mar o a la playa y cumple con todas las indicaciones para la protección de las tortugas. En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** la iluminación exterior que se pretende utilizar será de color ámbar y no se colocará en la zona de playa o hacia el mar, sino sobre el camino de acceso y los andadores. En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá tránsito vehicular sobre la playa y dunas, con la excepción a los previstos en el programa de manejo de tortugas y de los programas de vigilancia de la SEDENA, SEDEMAR y la SEMARNAT.

ACTIVIDAD NO PERMITIDA	CUMPLIMIENTO
	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá animales domésticos en las playas tortugueras durante la temporada de anidación (abril a septiembre). En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá fogatas en la Zona Federal Marítimo Terrestre y en las playas de anidación de tortugas. El Proyecto **"Casa Habitación Zula"** coadyuvará en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, para lo cual fomentará el cumplimiento de la recomendación de que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies. Debe decirse con gran énfasis también que el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple con la NOM -162-SEMARNAT-2012 a través de sus acciones arquitectónicas para iluminación y por sus actividades de gestión ambiental.
3. Apertura de bancos de material	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no está permitido y no va a haber apertura de bancos de material
4. Aprovechamiento forestal, salvo colecta científica	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no está permitido y no va a haber aprovechamiento forestal, salvo colecta científica.
5. Agricultura	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no está permitido y no va a haber agricultura.
6. Extracción de corales, esponjas o cualquier otra especie o elemento vivo o muerto depositados en las playas por efecto del oleaje.	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no está permitido y no va a haber extracción de corales, esponjas o cualquier otra especie o elemento vivo o muerto depositados en las playas por efecto del oleaje
7. Hacer marcas permanentes en árboles o plantas	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no está permitido y no se van a hacer marcas permanentes en árboles o plantas.
8. Interrumpir, dragar, rellenar, desecar o desviar los flujos hidrológicos en cuencas, cenotes y ríos subterráneos, así como remover, rellenar, trasplantar, podar, o realizar 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 las interacciones entre el manglar, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos, salvo las actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no está permitido y no va a haber actividades que puedan interrumpir, dragar, rellenar, desecar o desviar los flujos hidrológicos en cuencas, cenotes y ríos subterráneos, así como remover, rellenar, trasplantar, podar, o realizar 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 las interacciones entre el manglar, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.
9. Introducir ejemplares o poblaciones exóticas invasoras	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el Proyecto **"Casa Habitación Zula"**, no está permitido y no va a haber introducción de ejemplares o poblaciones exóticas invasoras.
10. Limpiar, procesar o tirar productos o residuos provenientes de actividades pesqueras	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no está permitido y no va a haber actividades de limpiar, procesar o tirar productos o residuos provenientes de actividades pesqueras.

ACTIVIDAD NO PERMITIDA	CUMPLIMIENTO
11. Molestar, capturar, remover, extraer, retener o apropiarse de vida silvestre, salvo para colecta científica	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no está permitido y no se va a molestar, capturar, remover, extraer, retener o apropiarse de vida silvestre, ni para colecta científica
12. Pesca en cenotes	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el Proyecto no está permitido y no va a haber pesca en cenotes.
13. Usar cualquier tipo de red en cualquier cuerpo de agua	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el Proyecto no está permitido y no va a haber el uso de cualquier tipo de red en cualquier cuerpo de agua
14. Utilizar artes de pesca no selectivas.	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no está permitido y no se van a haber utilizar artes de pesca no selectivas.
15. Utilizar vehículos todo terreno tipo todoterreno en grupos de más de cinco unidades, en los caminos de la Reserva. Asimismo, durante los recorridos queda prohibido perturbar el entorno o dañar la biodiversidad, o rebasar el límite de los 40 km/h.	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no está permitido y no se van a utilizar vehículos todo terreno tipo todoterreno en grupos de más de cinco unidades, en los caminos de la Reserva. Asimismo, durante los recorridos queda prohibido perturbar el entorno o dañar la biodiversidad, o rebasar el límite de los 40 km/h.
16. La construcción de infraestructura para hospedaje, vivienda rural o servicios en la zona comprendida entre el litoral y el parteaguas de la duna, ni entre el borde del sistema acuático y el límite de distribución de los manglares, excepto andadores elevados	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no está permitido y no va a haber la construcción de infraestructura para hospedaje, vivienda rural o servicios en la zona comprendida entre el litoral y el parteaguas de la duna, ni entre el borde del sistema acuático y el límite de distribución de los manglares, excepto andadores elevados
17. No se permite la pavimentación de los caminos costeros o senderos existentes	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no está permitido y no va a haber la pavimentación de los caminos costeros o senderos existentes
18. Remover la vegetación natural en el cordón de duna, con la excepción de la apertura de senderos peatonales no pavimentados	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no está permitido y no se va a remover la vegetación natural en el cordón de duna, con la excepción de la apertura de senderos peatonales no pavimentados
19. Cualquier actividad que requiera la instalación y anclaje en el lecho de los cuerpos de agua, de infraestructura flotante o de infraestructura fija piloteada en el lecho de los cuerpos de agua	En la Subzona XIV (SAEC) en la que se encuentra el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no está permitido y no va a haber ninguna actividad que requiera la instalación y anclaje en el lecho de los cuerpos de agua, de infraestructura flotante o de infraestructura fija piloteada en el lecho de los cuerpos de agua

Respecto a las Reglas Programa de Manejo en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de Recursos Naturales Marina-Costera Boca Paila (SAEC) en la tabla 47 se presenta a continuación el cumplimiento con cada una de las Reglas.

Tabla 47. Cumplimiento con las Reglas Administrativas del Programa de Manejo**.**

CONTENIDO REGLAS	CUMPLIMIENTO
Regla 1. Las presentes reglas administrativas son de observancia general y obligatoria para todas aquellas personas físicas o morales que realicen obras o actividades dentro de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, ubicada en los municipios de Tulum, Felipe Carrillo Puerto y Bacalar, Estado de Quintana Roo, la cual incluye una superficie de 528,147-66-80 hectáreas.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** se cumplirán las reglas administrativas por ser de observancia general y obligatoria para todas aquellas personas físicas o morales que realicen obras o actividades dentro de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, ubicada en los municipios de Tulum, Felipe Carrillo Puerto y Bacalar, Estado de Quintana Roo, la cual incluye una superficie de 528,147-66-80 hectáreas.

CONTENIDO REGLAS	CUMPLIMIENTO
Regla 2. La aplicación de las presentes reglas corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales por conducto de la CONANP, en coordinación con la Secretaría de Marina sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del Ejecutivo Federal, de conformidad con el decreto de creación del Área Natural Protegida, su Programa de Manejo y demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** se acepta que la aplicación de las presentes reglas corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales por conducto de la CONANP, en coordinación con la Secretaría de Marina sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del Ejecutivo Federal, de conformidad con el decreto de creación del área Natural Protegida, su Programa de Manejo y demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables.
Regla 3. Para efectos de lo previsto en las presentes reglas, se estará a las definiciones que se contienen en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en su Reglamento en Materia de Áreas Naturales Protegidas, así como a las pertinentes.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** se acepta que, para efectos de lo previsto en las presentes reglas, se estará a las definiciones que se contienen en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en su Reglamento en Materia de Áreas Naturales Protegidas, así como a las pertinentes.
Regla 4. Los visitantes, prestadores de servicios turísticos y usuarios, en su caso, de la Reserva deberán cumplir con las presentes reglas administrativas y tendrán las siguientes obligaciones: **I.** Cubrir, en su caso, las cuotas establecidas en la Ley Federal de Derechos; **II.** Hacer uso exclusivamente de las rutas o senderos establecidos para recorrer la Reserva; **III.** Respetar las rutas, senderos, boyas, balizas, señalización y la sub zonificación de la Reserva; **IV.** Atender las observaciones y recomendaciones formuladas por la Dirección de la Reserva o por la PROFEPA, relativas a asegurar la protección y conservación de los ecosistemas de la misma; **V.** Brindar el apoyo y las facilidades necesarias para que el personal de la CONANP y la PROFEPA realice labores de inspección, vigilancia, protección y control, en el ámbito de sus competencias, así como a cualquier otra autoridad competente en situaciones de emergencia o contingencia, y **VI.** Hacer del conocimiento del personal de la Dirección de la Reserva o de la PROFEPA, las irregularidades que hubieren observado, durante su estancia en el área.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** se acepta que los visitantes, prestadores de servicios turísticos y usuarios, en su caso, de la Reserva cumplirán con las presentes reglas administrativas y tendrán las siguientes obligaciones: Cubrir, en su caso, las cuotas establecidas en la Ley Federal de Derechos; Hacer uso exclusivamente de las rutas o senderos establecidos para recorrer la Reserva; Respetar las rutas, senderos, boyas, balizas, señalización y la sub zonificación de la Reserva; Atender las observaciones y recomendaciones formuladas por la Dirección de la Reserva o por la PROFEPA, relativas a asegurar la protección y conservación de los ecosistemas de la misma; Brindar el apoyo y las facilidades necesarias para que el personal de la CONANP y la PROFEPA realice labores de inspección, vigilancia, protección y control, en el ámbito de sus competencias, así como a cualquier otra autoridad competente en situaciones de emergencia o contingencia, y Hacer del conocimiento del personal de la Dirección de la Reserva o de la PROFEPA, las irregularidades que hubieren observado, durante su estancia en el área.
Regla 5. La Dirección de la Reserva podrá solicitar a los visitantes o prestadores de servicios turísticos la información que a continuación se describe, con la finalidad de hacer recomendaciones en materia de residuos sólidos; prevención de incendios forestales y protección de los elementos naturales existentes en el área; así como para obtener información que se utilice en materia de protección civil y protección al turista: Descripción de las actividades a realizar; Tiempo de estancia; Lugares a visitar, y Origen del visitante.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** se acepta que la Dirección de la Reserva podrá solicitar a los visitantes o prestadores de servicios turísticos la información que a continuación se describe, con la finalidad de hacer recomendaciones en materia de residuos sólidos; prevención de incendios forestales y protección de los elementos naturales existentes en el área; así como para obtener información que se utilice en materia de protección civil y protección al turista: Descripción de las actividades a realizar; Tiempo de estancia; Lugares a visitar, y Origen del visitante.

CONTENIDO REGLAS	CUMPLIMIENTO
Regla 6. La Reserva de la Biosfera Sian Ka'an estará abierta para los turistas y visitantes en un horario de las 07:00 hrs. a las 18:00 hrs. todos los días.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** se acepta que **l**a Reserva de la Biosfera Sian Ka'an estará abierta para los turistas y visitantes en un horario de las 07:00 hrs. a las 18:00 hrs. todos los días.
Regla 7. En los caminos del interior de la Reserva los vehículos todo terreno o tipo todoterreno sólo podrán transitar en grupos de cinco unidades como máximo, con intervalos de diez minutos entre cada grupo. Asimismo, durante los recorridos queda prohibido perturbar el entorno o dañar la biodiversidad y rebasar el límite de los 40 km/h.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** se cumplirá con que los caminos del interior de la Reserva los vehículos todo terreno o tipo todoterreno sólo podrán transitar en grupos de cinco unidades como máximo, con intervalos de diez minutos entre cada grupo. Asimismo, durante los recorridos queda prohibido perturbar el entorno o dañar la biodiversidad y rebasar el límite de los 40 km/h.
Regla 8. Todos los usuarios de la Reserva deberán recoger y llevar consigo los residuos generados durante el desarrollo de sus actividades y depositarla fuera de la Reserva en los sitios autorizados por las autoridades municipales.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** se cumplirá con que todos los usuarios de la Reserva deberán recoger y llevar consigo los residuos generados durante el desarrollo de sus actividades y depositarla fuera de la Reserva en los sitios autorizados por las autoridades municipales.
Regla 9. Cualquier persona que realice actividades dentro de la Reserva, que requieran autorización, está obligada a presentarla, cuantas veces le sea requerida, en la Dirección de la Reserva y de la PROFEPA.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** se cumplirá con la obligación de presentar las autorizaciones pertinentes si las hubiera, cuantas veces le sea requerida, en la Dirección de la Reserva y de la PROFEPA.
Regla 10. En toda la Reserva queda prohibido usar cuatrimotos, motos acuáticas, jet sky, wave runners y cualquier otro artefacto no especificado para realización de actividades turístico-recreativas, excepto para las actividades de monitoreo ambiental e investigación científica, así como para la supervisión por parte de la Dirección de la Reserva y vigilancia a cargo de la PROFEPA y de otras dependencias de la administración pública federal competentes, así como en situaciones de emergencia y/o contingencia ambiental.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se usarán cuatrimotos, motos acuáticas, jet sky, wave runners y cualquier otro artefacto no especificado para realización de actividades turístico-recreativas, excepto para las actividades de monitoreo ambiental e investigación científica, así como para la supervisión por parte de la Dirección de la Reserva y vigilancia a cargo de la PROFEPA y de otras dependencias de la administración pública federal competentes, así como en situaciones de emergencia y/o contingencia ambiental.
Regla 11. En toda la Reserva queda prohibido aproximarse a menos de 30 metros de agrupaciones o individuos de aves o reptiles, o de sus nidos y realizar actividades que causen alteraciones o perturbación a los mismos, excepto cuando se trate de actividades de investigación científica y se cuente con los permisos correspondientes.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá presencia humana a menos de 30 metros de agrupaciones o individuos de aves o reptiles, o de sus nidos y no se van a realizar actividades que causen alteraciones o perturbación a los mismos. Por ello se ha desarrollado un sistema de tratamiento de aguas residuales de alta eficiencia que cumple con la normatividad vigente (NOM-001-SEMARNAT-1996 y con el POER-SK). Mediante un sistema avanzado de bio tratamiento con trampa de grasa, humedal artificial, planta de tratamiento y cárcamos de bombeo las aguas residuales si van a recibir tratamiento previo a su descarga para riego incluyendo las aguas del subsuelo y cumplirán plenamente con NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales o las condiciones particulares de descarga de conformidad con la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento. La planta de tratamiento de aguas servidas contará con un sistema que permita, que el peso seco de los lodos que ahí se generen sean menores a 180 g/m^3 de agua tratada y serán dispuestos por una empresa especializada fuera de la Reserva.

CONTENIDO REGLAS	CUMPLIMIENTO
	En caso de que se requiera la instalación de sistemas de riego, éste estará articulado a los sistemas de tratamiento de aguas residuales.
Regla 12. En toda la Reserva queda prohibido encender fogatas, así como dejar materiales que impliquen riesgos de incendios.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se encenderán fogatas, así como no se van a dejar materiales que impliquen riesgos de incendios.
Regla 13. En toda la Reserva queda prohibido verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso o acuífero, así como desarrollar cualquier actividad contaminante.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** se cumplirá con que en toda la Reserva queda prohibido verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso o acuífero, así como desarrollar cualquier actividad contaminante. Como se ha insistido, por ello se ha desarrollado un sistema de tratamiento de aguas residuales de alta eficiencia que cumple con la normatividad vigente (NOM-001-SEMARNAT-1996 y con el POER-SK). Mediante un sistema avanzado de bio tratamiento con dos planta de tratamiento y cárcamos de bombeo las aguas residuales si van a recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo y cumplirán con NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales o las condiciones particulares de descarga de conformidad con la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento. La planta de tratamiento de aguas servidas contará con un sistema que permita, que el peso seco de los lodos que ahí se generen sean menores a 180 g/m^3 de agua tratada y serán dispuestos por una empresa especializada fuera de la Reserva. En caso de que se requiera la instalación de sistemas de riego, éste estará articulado a los sistemas de tratamiento de aguas residuales.
Regla 14. En toda la Reserva queda prohibido pavimentar los caminos.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se va a pavimentar ningún camino.
Regla 15. En la Reserva queda prohibido el uso de bronceadores o bloqueadores solares que no sean biodegradables.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se usarán bronceadores o bloqueadores solares que no sean biodegradables.
Regla 16. Dentro de la Reserva está prohibido usar cualquier aparato de sonido que altere el comportamiento de las poblaciones o ejemplares de vida silvestre.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se usará ningún aparato de sonido que altere el comportamiento de las poblaciones o ejemplares de vida silvestre.
Regla 17. Queda prohibido utilizar dardos o compuestos químicos y cualquier otro equipo, sustancia o método que dañe a los organismos de la flora y fauna silvestre, terrestre o acuática, o efectuar cualquier actividad que ponga en riesgo o altere los ecosistemas y sus elementos, así como hacer marcas permanentes en árboles o plantas.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se usarán dardos o compuestos químicos y cualquier otro equipo, sustancia o método que dañe a los organismos de la flora y fauna silvestre, terrestre o acuática, o efectuar cualquier actividad que ponga en riesgo o altere los ecosistemas y sus elementos, ni se van a hacer marcas permanentes en árboles o plantas.
Regla 18. Queda prohibido capturar, remover, extraer, retener fauna silvestre, salvo para la colecta científica que cuente con autorización.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se capturarán, removerán, extraerán, ni se va a retener fauna silvestre.
Regla 19. La edificación en predios particulares de menos de 50 metros de frente al Mar Caribe, que no tengan frente a éste o con menos de media hectárea, se podrá	**No aplica** en el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** toda vez que el predio no es de menos de 50 metros de frente al Mar Caribe.

CONTENIDO REGLAS	CUMPLIMIENTO
construir una vivienda rural de tipo unifamiliar de hasta 75 m² de superficie construida.	
Regla 20. La edificación en predios particulares con un frente de playa de 50 m o mayor de media hectárea sólo se podrá construir una vivienda rural de tipo unifamiliar de hasta 100 m² de superficie construida.	**No aplica** en el Proyecto toda vez que el predio no tiene un frente de playa de 50 m o mayor de media hectárea.
Regla 21. La edificación en predios particulares con un frente de playa menor a 100 m y al menos una hectárea, se podrá construir una vivienda rural de tipo unifamiliar de hasta 200 m² de superficie construida.	**No aplica** en el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** toda vez que el predio no tiene un frente de playa menor a 100 m y al menos una hectárea.
Regla 22. La edificación en predios particulares con un frente de playa de 100 m o más y con menos de una hectárea se podrá construir una vivienda rural de tipo unifamiliar de hasta 200 m² de superficie construida.	**No aplica** en el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** ya que, aunque se tiene un frente de playa de 100 m, el área total del predio es mayor a una hectárea.
Regla 23. La edificación en predios particulares con un frente de playa de 100 m o más y entre una a dos hectáreas podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 300 m² de superficie construida.	En el predio del Proyecto **"Casa Habitación Zula"** se tiene un frente de playa de 100 metros y se cumple por contar con entre una y dos hectáreas, por lo que se va a desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar, la cual tendrá una superficie construida total de 299.53 m² lo cual está dentro del rango autorizado de hasta 300.00 m² de superficie construida.
Regla 24. La edificación en predios particulares con un frente de playa de 100 metros o más y con más de 2 hectáreas, sólo podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 400.00 m² de superficie construida.	**No aplica** en el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** ya que, aunque se tiene un frente de playa de 100 m el área total del predio es menor a dos hectáreas
Regla 25. Las edificaciones no excederán los dos niveles y los 8 metros de altura.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se excederán los dos niveles y se manifiesta que la altura es de 8.00 metros.
Regla 26. En la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera se podrá construir infraestructura turística o de vivienda rural, la cual solamente podrá efectuarse en el tercio medio del predio del sentido norte - sur, dejando los extremos o colindancias con otros predios sin construir, conservando los elementos más importantes de la vegetación que en ellos se encuentren.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** que sí está en la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera sólo se construirá infraestructura turística o de vivienda, en el tercio medio del predio del sentido norte - sur, dejando los extremos o colindancias con otros predios sin construir, conservando los elementos más importantes de la vegetación que en ellos se encuentren.
Regla 27. En la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) sólo se permite la construcción de un camino de acceso no pavimentado a cada 100 metros, a los predios de propiedad privada, con una amplitud máxima de 4 metros.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** que sí está en la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) se acepta que sólo habrá un camino de acceso no pavimentado a cada 100 metros, a los predios de propiedad privada, y que deberá tener una amplitud máxima de 4 metros.
Regla 28. En la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) se prohíbe contar con más de un pozo por predio con vivienda unifamiliar.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** que sí está en la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) no habrá pozo.
Regla 29. En la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) no se podrá instalar y ofrecer servicios públicos de playa o de campamento en lotes menores de 350 metros de frente de playa, con la finalidad de evitar la fragmentación del hábitat.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** que sí está en la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) no se van a instalar ni se van a ofrecer servicios públicos de playa o de campamento
Regla 30. En la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) no se podrá instalar y ofrecer servicios	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** que sí está en la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) no se

CONTENIDO REGLAS	CUMPLIMIENTO
comerciales de cuartos tipo hotelero en lotes menores de 600 metros de frente de playa, con la finalidad de evitar la fragmentación del hábitat.	instalará ni se van a ofrecer servicios comerciales de cuartos tipo hotelero.
Regla 31. En la Subzona de Aprovechamiento Especial Costero (SAEC) los servicios de hospedaje y otros complementarios para la recreación y turismo sólo podrán ser instalados en los predios de propiedad privada que cuenten con una longitud de frente de playa igual o mayor a 600 m. En dichos predios se podrán instalar un máximo de 20 cuartos tipo hotelero. En el caso de que la longitud de frente de playa sea mayor, se podrán instalar cuartos adicionales en función de un máximo de 4 cuartos por cada 100 m o su equivalencia si la longitud es intermedia.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** que sí está en la Subzona de Aprovechamiento Especial Costero (SAEC) no habrá servicios de hospedaje y otros complementarios para la recreación y turismo.
Regla 32. En las Subzonas de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) y de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Costero-Marina Boca Paila (SASRN-CMBP), no se podrá subdividir con fines de construcción de predios de propiedad privada cuando, por lo menos un lote resultante de ésta división, no cuente con un mínimo de 100 metros de frente al Mar Caribe, para evitar la fragmentación del hábitat.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** que sí está en las Subzonas de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC), no se va a subdividir con fines de construcción de predios de propiedad privada.
Regla 33. En las Subzonas de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) y de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Costero-Marina Boca Paila (SASRN-CMBP): No se podrá construir viviendas e infraestructura permanente de cuartos tipo hotelero o de vivienda rural o servicios en la zona comprendida entre el litoral y el parteaguas de la duna y entre el borde del sistema acuático y el límite de distribución de los manglares. No se podrán realizar obras y actividades que obstruyan los accesos a las playas. No se podrá remover la vegetación natural en el cordón de duna, con la excepción de andadores elevados o la apertura de senderos peatonales menores de 1.5 metros de ancho, paralelos a la costa, o en forma de zigzag si son perpendiculares a la costa. No se podrá usar plataformas flotantes, embarcaciones fijas para recreación, la instalación de palafitos o embarcaciones para la prestación de servicios de hospedaje en toda la zona lagunar, bahías y zona marina de la Reserva. La superficie de los predios libre de construcción, será destinada exclusivamente a la conservación de las condiciones naturales del sitio. Las casas vacacionales, los asentamientos humanos y los desarrollos turísticos deberán contar con un programa integral de reducción, separación y disposición final de residuos sólidos inorgánicos fuera de la Reserva. Las casas vacacionales, los desarrollos turísticos de hospedaje, servicios y en general cualquier edificación que genere aguas residuales, deberán contar con sistemas	El Proyecto **"Casa Habitación Zula"** sí está en la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) y por lo anterior: No se van a construir viviendas ni infraestructura permanente de cuartos tipo hotelero o de vivienda rural o servicios en la zona comprendida entre el litoral y el parteaguas de la duna y entre el borde del sistema acuático y el límite de distribución de los manglares. No se van a realizar obras y actividades que obstruyan los accesos a las playas. No se va a remover la vegetación natural en el cordón de duna, con la excepción de la apertura de senderos peatonales menores de 1.5 metros de ancho, paralelos a la costa, mismos que serán en forma de zigzag si son perpendiculares a la costa. No se van a usar plataformas flotantes, embarcaciones fijas para recreación, la instalación de palafitos o embarcaciones para la prestación de servicios de hospedaje en toda la zona lagunar, bahías y zona marina de la Reserva. La superficie de los predios libre de construcción será destinada exclusivamente a la conservación de las condiciones naturales del sitio. No se va a hacer desmonte ni despalme alguno perimetral a la casa y el proyecto, **"Casa Habitación Zula"** se acoge a la regla 33 de las Reglas de Operación de la Reserva y no, al criterio MAE 20 del POERZC-SK. La casa vacacional, contará con un programa integral de reducción, separación y disposición final de residuos sólidos inorgánicos fuera de la Reserva.

CONTENIDO REGLAS	CUMPLIMIENTO
integrales de minimización, colecta, manejo, tratamiento y disposición de aguas residuales. Las aguas residuales deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo y deberá cumplir con NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales o las condiciones particulares de descarga de conformidad con la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento. Las plantas de tratamiento de aguas servidas deberán contar con un sistema que permita, que el peso seco de los lodos que ahí se generen sean menores a 180 g/m^3 de agua tratada. Además, deberán contar con un programa operativo que considere la estabilización de los lodos, así como su disposición final fuera de la Reserva En caso de que se requiera la instalación de sistemas de riego, ésta deberá estar articulada a los sistemas de tratamiento de aguas residuales. No se deberán depositar residuos en cualquier cuerpo de agua natural. Debido a la dirección de las corrientes subterráneas de agua dulce en la zona norte de la Reserva, las instalaciones para el manejo de las aguas servidas serán instaladas al oriente del predio desde la entrada de la Reserva hasta el inicio de la laguna Xamach y al poniente del mismo a partir de la laguna Xamach hasta Punta Allen, con el fin de evitar su contaminación. Los predios de propiedad privada y los desarrollos turísticos permitirán el acceso a playas al menos cada 1,000 m en promedio con una amplitud mínima de 2.00 m y máxima de 3.00 m. No se podrán instalar ni construir pistas aéreas, ni la reactivación o reinstalación de aquellas clausuradas o en desuso.	La casa vacacional, sí va a generar aguas residuales, por lo que se contará con sistemas integrales de minimización, colecta, manejo, tratamiento y disposición de aguas residuales. El Proyecto **"Casa Habitación Zula"**, mediante un sistema avanzado de tratamiento con, trampa de grasa, humedal artificial, planta de tratamiento y cárcamos de bombeo las aguas residuales que cumplirán con NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales o las condiciones particulares de descarga de conformidad con la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento. La planta de tratamiento de aguas servidas contará con un sistema que permita que el peso seco de los lodos que ahí se generen sea de un máximo de 160 g/m^3, lo cual es menor a los 180 g/m^3 de agua tratada y serán dispuestos por SANIRENT que es una empresa autorizada y especializada para el manejo de lodos residuales de sanitarios y sistemas de depuración de aguas residuales en la península de Yucatán. La disposición será fuera de la Reserva. En caso de que se requiera la instalación de sistemas de riego, éste estará articulada a los sistemas de tratamiento de aguas residuales. No se prevé la instalación de sistema de riego. No se van a depositar residuos en ningún cuerpo de agua natural. l) Debido a la dirección de las corrientes subterráneas de agua dulce en la zona norte de la Reserva, las instalaciones para el manejo de las aguas servidas serán instaladas al oriente del predio ya que el Proyecto se encuentra entre la entrada de la Reserva y el inicio de la laguna Xamach. El Proyecto **"Casa Habitación Zula"** tiene 100 metros de ancho y no abarca 1,000 m. y se permitirá el acceso a la playa y ya hay accesos a la playa en 1,000 metros al Sur. En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se van a instalar ni construir pistas aéreas, ni va a haber la reactivación o reinstalación de aquellas clausuradas o en desuso.
Regla 34. Se requerirá autorización de la SEMARNAT, por conducto de la CONANP, para la realización de las siguientes actividades: Actividades comerciales dentro de áreas naturales protegidas; Actividades turístico recreativas dentro de superficie en áreas naturales protegidas, en todas sus modalidades, y Filmaciones, actividades de fotografía, captura de imágenes o sonidos con fines comerciales en Áreas Naturales Protegidas.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no tendrán lugar ninguna de las siguientes actividades: Actividades comerciales dentro de áreas naturales protegidas; Actividades turístico-recreativas dentro de superficie en áreas naturales protegidas, en todas sus modalidades, y Filmaciones, actividades de fotografía, captura de imágenes o sonidos con fines comerciales en Áreas Naturales protegidas.

CONTENIDO REGLAS	CUMPLIMIENTO
Regla 35. El período de recepción de solicitudes a que se refiere la fracción II de la Regla anterior, comprenderá de los meses de abril a septiembre de cada año. La vigencia de las autorizaciones será: Para las actividades comerciales (venta de alimentos y artesanías) por un año; Hasta por dos años, para la realización de actividades turístico recreativas dentro de la Reserva, y Por el período que dure el trabajo, para filmaciones, actividades de fotografía o captura de imágenes o sonidos por cualquier medio, con fines comerciales que requieran más de un técnico especializado.	Aunque no habrá estas actividades, en el Proyecto se acepta que el período de recepción de solicitudes a que se refiere la fracción II de la Regla anterior, comprenderá de los meses de abril a septiembre de cada año, así como que la vigencia de las autorizaciones será: Para las actividades comerciales (venta de alimentos y artesanías) por un año; Hasta por dos años, para la realización de actividades turístico recreativas dentro de la Reserva, y Por el período que dure el trabajo, para filmaciones, actividades de fotografía o captura de imágenes o sonidos por cualquier medio, con fines comerciales que requieran más de un técnico especializado.
Regla 36. Para realizar las siguientes actividades se deberá presentar previamente un aviso acompañado con el proyecto correspondiente, a la Dirección de la Reserva: Investigación sin colecta o manipulación de ejemplares de especies no consideradas en riesgo; Educación ambiental que no implica ninguna actividad extractiva dentro del Área Natural Protegida; Monitoreo sin colecta o manipulación de especímenes de especies no consideradas en riesgo, y Filmaciones, actividades de fotografía, la captura de imágenes o sonidos por cualquier medio, con fines científicos, culturales o educativos, que requieran de equipos compuestos por más de un técnico especializado como apoyo a la persona que opera el equipo principal. Previo a la realización actividades de investigación con colecta o manipulación de ejemplares de flora y fauna silvestre, el interesado deberá, además de contar con la autorización correspondiente, presentar un aviso ante la Dirección.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no tendrán lugar y se acepta que, en su caso, para realizar las siguientes actividades descritas en esta Regla.
Regla 37. Se requerirá de autorización por parte de la SEMARNAT a través de sus distintas unidades administrativas para la realización de las siguientes actividades, en términos de las disposiciones legales aplicables: Colecta de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre con fines de investigación científica y propósitos de enseñanza, en todas sus modalidades; Colecta de recursos biológicos forestales, en todas sus modalidades; Aprovechamiento extractivo de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre; Aprovechamiento para fines de subsistencia; Obras y actividades que requieren de presentación de una manifestación de impacto ambiental, en todas sus modalidades; Manejo, control y remediación de problemas asociados a ejemplares y poblaciones que se tornen perjudiciales, y Registro de Unidades de Manejo para la conservación y aprovechamiento de la vida silvestre (UMA).	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** se acepta que se requiere y en su caso se obtendrá de autorización por parte de la SEMARNAT a través de sus distintas unidades administrativas para la realización de cualquiera de las actividades enlistadas en esta Regla.

CONTENIDO REGLAS	CUMPLIMIENTO
Regla 38. Se requerirá de concesión del Ejecutivo Federal, a través de la Comisión Nacional del Agua para la realización de las siguientes actividades: Aprovechamiento de aguas superficiales, y Aprovechamiento de aguas subterráneas, conforme a lo previsto por los artículos 18, primer párrafo y 42, fracción I de la Ley de Aguas Nacionales.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá aprovechamiento de aguas superficiales ni subterráneas y se acepta que, en su caso, se requerirá de la Concesión que señala la presente Regla.
Regla 39. Se requerirá de concesión del Ejecutivo Federal, a través de la SEMARNAT para el uso aprovechamiento o explotación de una superficie de playa y/o zona federal marítima terrestre y/o terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marinas.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá uso aprovechamiento o explotación de una superficie de playa y/o zona federal marítimo terrestre y/o terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marinas y se acepta que, de ser así, se requerirá de concesión del Ejecutivo Federal, a través de la SEMARNAT para el uso aprovechamiento o explotación de una superficie de playa y/o zona federal marítimo terrestre y/o terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marinas.
Regla 40. Para la obtención de las autorizaciones y prórrogas a que se refiere en el presente capítulo, el interesado deberá cumplir con los términos y requisitos establecidos en las disposiciones legales y reglamentarias aplicables, y para brindar transparencia y certeza jurídica a los particulares se podrá consultar el Registro Federal de Trámites y Servicios a cargo de la Secretaría de Economía, en la página www.cofemer.gob.mx.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula" s**e acepta que para la obtención de las autorizaciones y prórrogas a que se refiere esta Regla.
Regla 41. Los prestadores de servicios turísticos que pretendan desarrollar actividades turísticas dentro de la Reserva deberán cerciorarse de que su personal y los visitantes que contraten sus servicios, cumplan con lo establecido en la presentes Reglas y, en la realización de sus actividades serán sujetos de responsabilidad en los términos que establezcan las disposiciones jurídicas que resulten aplicables. La Dirección de la Reserva no se hará responsable por los daños que sufran los visitantes o usuarios en sus bienes, equipos o integridad física, ni de aquellos causados a terceros, durante la realización de sus actividades dentro del mismo.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá prestación de servicios turísticos.
Regla 42. Los prestadores de servicios que pretendan desarrollar actividades turísticas dentro de la Reserva deberán observar lo siguiente: Informar a los usuarios que están ingresando a un Área Natural Protegida, en la cual se desarrollan acciones para la conservación de la biodiversidad y en general de los recursos naturales y la protección del entorno natural, y hacer de su conocimiento la importancia de su conservación y la normatividad que deberán cumplir durante su estancia, pudiendo apoyar esa información con material gráfico y escrito; Observar un intervalo entre salidas de embarcaciones de al menos 20 minutos, tanto para las embarcaciones provenientes del muelle de la laguna Muyil como del	NO APLICA. En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá prestadores de servicios, por lo que no le aplica la presente Regla, sin embargo, se está consciente y acepta lo lineamientos aquí planteados.

CONTENIDO REGLAS	CUMPLIMIENTO
sistema lagunar Boca Paila, quienes registrarán su salida en la caseta de vigilancia Muyil y centro de visitantes Caapechén, respectivamente; Para las embarcaciones que realizan flotación recreativa en el tramo del canal que une la laguna Chunyaxché en la SUP1 con el sistema lagunar Boca Paila en la SUP2, respetar la capacidad de carga máxima de 4 embarcaciones motorizadas en el muelle del sitio arqueológico Xlapak, así como 4 embarcaciones en el Chan Muelle, para las embarcaciones provenientes del muelle de la laguna Muyil y del sistema lagunar Boca Paila, respectivamente, con el objeto de reducir el riesgo de erosión en los bordes y lecho del canal, así como daños a la vegetación, además de evitar la aglomeración de visitantes en el sitio arqueológico, los muelles y el canal; A efecto de reducir la erosión en los canales y lagunas, las embarcaciones que naveguen en la SUP1 y SUP2, deberán usar motores de hasta 40 caballos de fuerza; Durante la flotación recreativa las embarcaciones provenientes del muelle de la laguna Muyil deberán permanecer en el muelle del sitio arqueológico, mientras sus pasajeros inician la actividad y retornan a las embarcaciones a través del sendero Ximbal-Ha, y las embarcaciones provenientes del sistema lagunar Boca Paila deberán permanecer en el Chan Muelle mientras sus pasajeros acceden al sitio arqueológico a través del mismo sendero para realizar la actividad, y Para las embarcaciones que realizan actividades turísticas en las inmediaciones de Punta Allen en la SASM3 deberán respetar la capacidad de carga consistente en 30 buzos por día como máximo en cada unidad arrecifal, entendiendo como éstas a las 14 formaciones principales ubicadas frente a la Colonia Javier Rojo Gómez, que comprenden colonias de corales duros de forma irregular, que estarán señaladas con boyas de amarre especiales para esta actividad. Estas estructuras arrecifales sirven de sustrato a varios grupos de organismos marinos como corales, gorgonáceos y algas, así como son hábitat de peces y langostas.	
Regla 43. Los prestadores de servicios turísticos deberán contar con un seguro de responsabilidad civil y de daños a terceros, con la finalidad de responder de cualquier daño o perjuicio que sufran en su persona o en sus bienes los turistas, así como de los que sufran los vehículos y equipo, o aquellos causados a terceros durante su estancia y desarrollo de actividades dentro de la Reserva. Asimismo, deberá designar un guía por cada grupo de turistas, que será responsable del comportamiento del grupo y deberá contar con conocimientos básicos sobre la importancia y la conservación de la Reserva.	NO APLICA. En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá prestación de servicios turísticos, sin embargo, se está consciente y de acuerdo en los lineamientos aquí planteados.
Regla 44. Los guías que presenten sus servicios en la Reserva deberán cumplir, según corresponda, con lo establecido en las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:	NO APLICA. En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"**, no. habrá guías, sin embargo, se está consciente y de acuerdo en los lineamientos aquí planteados.

CONTENIDO REGLAS	CUMPLIMIENTO
NOM-05-TUR-2003, requisitos mínimos de seguridad a que deben sujetarse las operadoras de buceo para garantizar la prestación del servicio; NOM-08-TUR-2002, Que establece los elementos a que deben sujetarse los guías generales y especializados en temas o localidades específicas de carácter cultural; NOM-09-TUR-2002, Que establece los elementos a que deben sujetarse los guías especializados en actividades específicas, y NOM-011-TUR-2011, Requisitos de seguridad, información y operación que deben cumplir los prestadores de servicios de Turismo de Aventura.	
Regla 45. Los visitantes deberán observar las siguientes disposiciones durante su estancia en la Reserva: No dejar materiales que impliquen riesgo de incendios para la Reserva; No alterar el orden y condiciones del sitio que visitan (disturbios auditivos, molestar, remover, extraer, retener, colectar o apropiarse de vida silvestre y sus productos, apropiarse de fósiles o piezas arqueológicas, ni alterar los sitios con valor histórico y cultural); Las actividades de campismo se podrán realizar únicamente dentro de las Subzonas SUP1, SUP2 y SUP3, SAH, SAEC y SAS-CMBP, conforme a la sub zonificación establecida en el Programa de Manejo y sin excavar, nivelar, cortar o desmontar la vegetación del terreno donde se acampe; Deberán llevar consigo los residuos sólidos generados durante el desarrollo de sus actividades, y El embarque y desembarque deberá efectuarse exclusivamente en los sitios previstos en el apartado de Zonificación y sub zonificación del presente instrumento.	Los visitantes del Proyecto **"Casa Habitación Zula"**, observarán las siguientes disposiciones durante su estancia en la Reserva: No dejar materiales que impliquen riesgo de incendios para la Reserva; No alterar el orden y condiciones del sitio que visitan (disturbios auditivos, molestar, remover, extraer, retener, colectar o apropiarse de vida silvestre y sus productos, apropiarse de fósiles o piezas arqueológicas, ni alterar los sitios con valor histórico y cultural); Las actividades de campismo se podrán realizar únicamente dentro de las Subzonas SUP1, SUP2 y SUP3, SAH, SAEC (en la que se encuentra el proyecto **"Casa Habitación Zula")** y SAS-CMBP, conforme a la sub zonificación establecida en el Programa de Manejo y sin excavar, nivelar, cortar o desmontar la vegetación del terreno donde se acampe; Deberán llevar consigo los residuos sólidos generados durante el desarrollo de sus actividades, y El embarque y desembarque deberá efectuarse exclusivamente en los sitios previstos en el apartado de Zonificación y sub zonificación del presente instrumento.
Regla 46. Dentro de la Reserva, todos los vehículos deberán transitar exclusivamente por las rutas y senderos existentes a una velocidad máxima de 40 km/h, para que no se provoquen perturbaciones y daño a la flora y fauna silvestre, así como estacionarse exclusivamente en los lugares señalizados para tal efecto.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"**, se acepta y se cumplirá que, dentro de la Reserva, todos los vehículos deberán transitar exclusivamente por las rutas y senderos existentes a una velocidad máxima de 40 km/h, para que no se provoquen perturbaciones y daño a la flora y fauna silvestre, así como estacionarse exclusivamente en los lugares señalizados para tal efecto.
Regla 47. Las actividades de buceo libre y autónomo estarán sujetas a lo siguiente: El tamaño máximo de los grupos es de 6 visitantes acompañados por un guía; Mantener una distancia no menor de 2.5 metros de las formaciones coralinas; Únicamente el instructor de buceo podrá portar cuchillo; Queda prohibido el uso de guantes; En las actividades buceo libre será obligatorio la utilización de chalecos salvavidas para todos los usuarios y guías, y En las actividades buceo autónomo es obligatoria la supervisión de un instructor de buceo acreditado, y las	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** se acepta que las actividades de buceo libre y autónomo estarán sujetas a lo que establece la presente Regla.

CONTENIDO REGLAS	CUMPLIMIENTO
embarcaciones deberán estar sujetas a las boyas de amarre.	
Regla 48. Todo investigador que ingrese a la Reserva con el propósito de realizar colecta con fines científicos deberá notificar a la Dirección de la Reserva sobre el inicio de sus actividades, adjuntando una copia de la autorización con la que se cuente; asimismo, deberá informar al mismo del término de sus actividades y hacer llegar a la Dirección de la Reserva una copia de los informes exigidos en dicha autorización.	NO APLICA. En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá colecta con fines científicos por lo que no le aplica esta Regla, sin embargo está de acuerdo con los aunque se da por enterado que todo investigador que ingrese a la Reserva con el propósito de realizar colecta con fines científicos deberá notificar a la Dirección de la Reserva sobre el inicio de sus actividades, adjuntando una copia de la autorización con la que se cuente; asimismo, deberá informar al mismo del término de sus actividades y hacer llegar a la Dirección de la Reserva una copia de los informes exigidos en dicha autorización.
Regla 49. Quienes realicen actividades de colecta científica dentro de la Reserva, deberán destinar al menos un duplicado del material biológico colectado a instituciones o colecciones científicas mexicanas, en términos de lo establecido por la LGVS.	NO APLICA. En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá colecta científica, sin embargo, se da por informada que quienes realicen actividades de colecta científica dentro de la Reserva, deberán destinar al menos un duplicado del material biológico colectado a instituciones o colecciones científicas mexicanas, en términos de lo establecido por la LGVS.
Regla 50. La colecta científica a que hace referencia el artículo 2o., fracción VII del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, deberá realizarse respetando el hábitat de las especies de flora o fauna silvestres en riesgo y deberá hacerse de tal manera que no se alteren las condiciones necesarias para la subsistencia, desarrollo y evolución de dichas especies.	NO APLICA. En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá colecta científica, sin embargo, se da por enterado e informado que la colecta científica a que hace referencia el artículo 2o., fracción VII del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, deberá realizarse respetando el hábitat de las especies de flora o fauna silvestres en riesgo y deberá hacerse de tal manera que no se alteren las condiciones necesarias para la subsistencia, desarrollo y evolución de dichas especies.
Regla 51. Para el desarrollo de colecta e investigación científica en las distintas Subzonas que comprende la Reserva de la Biosfera, y salvaguardar la integridad de los ecosistemas y de los investigadores, estos últimos deberán sujetarse a los lineamientos y condicionantes establecidos en la autorización respectiva y la NOM-126-SEMARNAT-2000, Por la que se establecen las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional, el Decreto de creación de la Reserva, las presentes Reglas y demás disposiciones legales aplicables.	NO APLICA. En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá colecta científica, sin embargo se da por informada que para el desarrollo de colecta e investigación científica en las distintas Subzonas que comprende la Reserva de la Biosfera, y salvaguardar la integridad de los ecosistemas y de los investigadores, estos últimos deberán sujetarse a los lineamientos y condicionantes establecidos en la autorización respectiva y la NOM-126-SEMARNAT-2000, Por la que se establecen las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional, el Decreto de creación de la Reserva, las presentes Reglas y demás disposiciones legales aplicables.
Regla 52. Los investigadores que como parte de su trabajo requieran extraer de la región ejemplares de flora, fauna, fósiles, rocas o minerales, deberán contar con la autorización por parte de las autoridades correspondientes, de acuerdo a la legislación aplicable en la materia, con el objeto de evitar la fragmentación de los ecosistemas.	NO APLICA. En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá extracción de ejemplares por lo que esta Regla no le es aplicable, sin embargo, se da por informada que los investigadores que como parte de su trabajo requieran extraer de la región ejemplares de flora, fauna, fósiles, rocas o minerales, deberán contar con la autorización por parte de las autoridades correspondientes, de acuerdo a la legislación aplicable en la materia, con el objeto de evitar la fragmentación de los ecosistemas.
Regla 53. La colecta científica, tanto de vida silvestre como de recursos biológicos forestales se llevará a cabo con el consentimiento previo, expreso e informado del	NO APLICA. En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá colecta científica, sin embargo, se da por informado respecto que la colecta científica, tanto de vida silvestre como de

CONTENIDO REGLAS	CUMPLIMIENTO
propietario o poseedor legítimo del sitio donde ésta se realice, con apego a las disposiciones jurídicas correspondientes.	recursos biológicos forestales se llevará a cabo con el consentimiento previo, expreso e informado del propietario o poseedor legítimo del sitio donde ésta se realice, con apego a las disposiciones jurídicas correspondientes.
Regla 54. En el caso de organismos capturados accidentalmente, éstos deberán ser liberados en el sitio de la captura.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se contempla algún tipo de captura, sin embargo, si llegara por accidente a haber alguno, éstos serán ser liberados en el sitio de la captura.
Regla 55. El establecimiento de campamentos para actividades de investigación científica se podrá realizar sólo en los sitios previstos en el apartado de Zonificación y sub zonificación del presente instrumento quedando sujeto a los términos especificados en la autorización, así como a lo previsto en la fracción III de la Regla 45.	NO APLICA. En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"**, no se contemplan los campamentos para actividades de investigación científica aunque se acepta que el establecimiento de campamentos para actividades de investigación científica se podrá realizar sólo en los sitios previstos en el apartado de Zonificación y sub zonificación del presente instrumento quedando sujeto a los términos especificados en la autorización, así como a lo previsto en la fracción III de la Regla 45.
Regla 56. Todas las embarcaciones que ingresen a la Reserva deberán cumplir con las disposiciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, conforme a lo indicado en el Certificado Nacional de Seguridad Marítima correspondiente. Tratándose de embarcaciones extranjeras éstas deberán cumplir con las disposiciones legales aplicables en la materia.	Se da por enterado que todas las embarcaciones que ingresen a la Reserva deberán cumplir con las disposiciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, conforme a lo indicado en el Certificado Nacional de Seguridad Marítima correspondiente. Tratándose de embarcaciones extranjeras éstas deberán cumplir con las disposiciones legales aplicables en la materia.
Regla 57. En los canales, áreas de anidación de aves acuáticas y áreas de buceo de las Subzonas SUR2, SP2, SP3, SP5, SASM1, SASM2, SASM3, SUP1, SUP2, SUP3 y SAS-CMBP, la velocidad máxima será de 4 nudos, o aquella que reduzca al mínimo los efectos del oleaje sobre la orilla y no provoque suspensión de sedimentos del fondo.	**NO APLICA.** Se da por enterado lo establecido en esta Regla referente a que en los canales, áreas de anidación de aves acuáticas y áreas de buceo de las Subzonas SUR2, SP2, SP3, SP5, SASM1, SASM2, SASM3, SUP1, SUP2, SUP3 y SAS-CMBP, la velocidad máxima será de 4 nudos, o aquella que reduzca al mínimo los efectos del oleaje sobre la orilla y no provoque suspensión de sedimentos del fondo.
Regla 58. Dentro de la Reserva no podrán realizarse actividades de limpieza de las embarcaciones, así como reparaciones y abastecimiento de combustible, o cualquier otra actividad que pueda alterar el equilibrio ecológico del área Natural Protegida.	**NO APLICA.** El Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no contempla embarcaciones, sin embargo, se da por enterado lo que refiere esta Regla referente a que dentro de la Reserva no habrá actividades de limpieza de las embarcaciones, ni reparaciones y abastecimiento de combustible, o cualquier otra actividad que pueda alterar el equilibrio ecológico del Área Natural Protegida.
Regla 59. Cualquier embarcación que encalle en los arrecifes deberá ser reportada a la Dirección de la Reserva, PROFEPA o SEMAR, para que se determine la forma en que será rescatada causando el menor daño a las formaciones arrecifales atendiendo a los lineamientos y disposiciones jurídicas en la materia.	NO APLICA. Se da por enterado que cualquier embarcación que encalle en los arrecifes deberá ser reportada a la Dirección de la Reserva, PROFEPA o SEMAR, para que se determine la forma en que será rescatada causando el menor daño a las formaciones arrecifales atendiendo a los lineamientos y disposiciones jurídicas en la materia.
Regla 60. En caso de emergencia, la reparación de motores u otros equipos que puedan tener como consecuencia derrame de combustibles o aceites, deberá evitarse el vertimiento de los mismos en los cuerpos de agua de la Reserva, a fin de evitar daño a los ecosistemas.	NO APLICA. Aun cuando en el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se contempla algún tipo de embarcaciones, se da por enterado lo que refiere esta Regla referente a que, en caso de emergencia, la reparación de motores u otros equipos que puedan tener como consecuencia derrame de combustibles o aceites, deberá evitarse el vertimiento de los mismos en los cuerpos de agua de la Reserva, a fin de evitar daño a los ecosistemas.

CONTENIDO REGLAS	CUMPLIMIENTO
Regla 61. Dentro de la Reserva sólo se permitirá el anclaje zonas de fondo arenoso, libres de arrecifes, la embarcación deberá quedar fija al fondo para evitar el garreo de la misma.	NO APLICA. Se da por enteado que dentro de la Reserva sólo se permitirá el anclaje zonas de fondo arenoso, libres de arrecifes, así como que la embarcación deberá quedar fija al fondo para evitar el garreo de la misma.
Regla 62. Los dueños o poseedores de embarcaciones y los prestadores de servicios que circulen dentro del polígono de la Reserva, instrumentarán a bordo de sus embarcaciones el uso de trampas para grasas u otros mecanismos similares, para evitar que las aguas de las sentinas se mezclen con los combustibles, grasas y aceites y sean vertidas en el área.	NO APLICA. Aun cuando el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no contempla algún tipo de embarcación, se da por enterado que los dueños o poseedores de embarcaciones y los prestadores de servicios que circulen dentro del polígono de la Reserva, instrumentarán a bordo de sus embarcaciones el uso de trampas para grasas u otros mecanismos similares, para evitar que las aguas de las sentinas se mezclen con los combustibles, grasas y aceites y sean vertidas en el área.
Regla 63. Las embarcaciones que posean servicio de sanitarios, deberán contar con contenedores para aguas residuales. Es responsabilidad de los prestadores de servicios descargar las aguas residuales y desperdicios orgánicos de comida fuera de la Reserva, en los sitios que para tal efecto destinen las autoridades competentes.	NO APLICA. Aun cuando el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no contempla algún tipo de embarcación, se da por enterado que las embarcaciones que posean servicio de sanitarios, deberán contar con contenedores para aguas residuales y cumplir con las disposiciones establecidas en la presente Regla.
Regla 64. Para el aprovechamiento de leña para uso doméstico en la Reserva deberá sujetarse a lo establecido en la NOM-012-SEMARNAT-1996, que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de leña para uso doméstico.	NO APLICA. El Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no contempla el aprovechamiento de leña, sin embargo, se da por enterado lo establecido en esta Regla referente a que deberá sujetarse a lo establecido en la NOM-012-SEMARNAT-1996, que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de leña para uso doméstico.
Regla 65. El aprovechamiento de subsistencia en la Reserva se podrá llevar a cabo por los pobladores de la Reserva, siempre y cuando no se ocasionen daños permanentes a los ecosistemas de conformidad con las disposiciones legales aplicables.	NO APLICA. Por la naturaleza del Proyecto **"Casa Habitación Zula"**, la presente Regla no es aplicable, sin embargo, se da por enterado que el aprovechamiento de subsistencia en la Reserva se podrá llevar a cabo por los pobladores de la Reserva, siempre y cuando no se ocasionen daños permanentes a los ecosistemas de conformidad con las disposiciones legales aplicables.
Regla 66. Sólo se podrán realizar actividades de reforestación con variedades de coco (*Cocos nucífera*) en las Subzonas SPCM, SAEC y SAS-CMBP, hasta un 50% del frente al mar de cada predio, de modo que la vegetación de duna pueda regenerarse en el 50% restante.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"** se acepta que sólo se podrán realizar actividades de reforestación con variedades de coco (*Cocos nucífera*) en las Subzonas SPCM, SAEC y SAS-CMBP, hasta un 50% del frente al mar de cada predio, de modo que la vegetación de duna pueda regenerarse en el 50% restante.
Regla 67. Sólo se permitirá la instalación de muelles o embarcaderos rústicos en las lagunas costeras que se ubican en la SAEC debiendo guardar una distancia mínima de 300 metros entre ellos en la costa norte y 900 metros en la costa centro y no incluirán la construcción de rampas o accesos para vehículos terrestres, por lo que el acceso será peatonal sobre la prolongación del muelle sobre pilotes hasta tierra firme y sin afectar el manglar.	NO APLICA. El Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no contempla la instalación de muelles o embarcaderos, sin embargo se acepta y se da por enterado que sólo se permitirá la instalación de muelles o embarcaderos rústicos en las lagunas costeras que se ubican en la SAEC debiendo guardar una distancia mínima de 300 metros entre ellos en la costa norte y 900 metros en la costa centro y no incluirán la construcción de rampas o accesos para vehículos terrestres, por lo que el acceso será peatonal sobre la prolongación del muelle sobre pilotes hasta tierra firme y sin afectar el manglar.
Regla 68. La pesca de consumo doméstico sólo podrá efectuarse en las Subzonas que así lo establezcan mediante líneas manuales, y estará sujeta a lo previsto por la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables.	NO APLICA. No se contempla la pesca de consumo doméstico, sin embargo, se da por enterado que ésta sólo podrá efectuarse en las Subzonas que así lo establezcan mediante líneas

CONTENIDO REGLAS	CUMPLIMIENTO
	manuales, y estará sujeta a lo previsto por la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables.
Regla 69. Los interesados en realizar actividades productivas vinculadas a la pesca comercial y deportivo-recreativa dentro de la Reserva deben contar con el permiso correspondiente emitido por la SAGARPA y para la pesca comercial con la autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental, en su caso, de conformidad con las disposiciones legales aplicables.	NO APLICA. El Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no contempla este tipo de actividades, sin embargo, se da por enterado que los interesados en realizar actividades productivas vinculadas a la pesca comercial y deportivo-recreativa dentro de la Reserva deben contar con el permiso correspondiente emitido por la SAGARPA y para la pesca comercial con la autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental, en su caso, de conformidad con las disposiciones legales aplicables.
Regla 70. Durante las actividades pesqueras no se deberá dañar, contaminar o alterar el medio marino de la Reserva, así como remover, destruir y arrastrar el fondo marino. Asimismo, los aprovechamientos pesqueros no deberán implicar la captura incidental de especies consideradas en riesgo por las disposiciones legales y reglamentarias aplicables, ni el volumen de captura incidental deberá ser mayor que el volumen de la especie objeto de aprovechamiento, salvo que la Secretaría, conjuntamente con la de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, establezcan tasas, proporciones, límites de cambio aceptables o capacidades de carga, así como las condiciones, para un volumen superior de captura incidental en relación con la especie objetivo, mediante acuerdo que deberá publicarse en el Diario Oficial de la Federación cada tres años. En su defecto, el último acuerdo publicado mantendrá su vigencia.	NO APLICA. El Proyecto **"Casa Habitación Zula"** no contempla este tipo de actividades, sin embargo, se da por enterado que durante estas actividades no se deberá dañar, contaminar o alterar el medio marino de la Reserva, respetándose siempre lo establecido en esta Regla.
Regla 71. Las especies de sábalo, palometa, macabí y róbalo podrán utilizarse preferentemente para la pesca deportivo-recreativa de captura y liberación.	NO APLICA. Se da por enterado que las especies de sábalo, palometa, macabí y róbalo podrán utilizarse preferentemente para la pesca deportivo-recreativa de captura y liberación.
Regla 72. En las actividades de pesca no se permite utilizar artes de pesca no selectivas como almadraba, trampas de corazón, trampas de atajo, redes de enmalle y de arrastre, explosivos, sustancias químicas, electrochoques y arpón.	NO APLICA. Por la naturaleza del Proyecto **"Casa Habitación Zula"**, esta Regla no aplica, sin embardo se da por enterado que en las actividades de pesca no se permite utilizar artes de pesca no selectivas como almadraba, trampas de corazón, trampas de atajo, redes de enmalle y de arrastre, explosivos, sustancias químicas, electrochoques y arpón.
Regla 73. Toda descarga de aguas residuales y sistema de alcantarillado, deberá cumplir con los lineamientos de la NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los Límites Máximos Permisibles de Contaminantes en las Descargas de Aguas Residuales en Aguas y Bienes Nacionales, la NOM-001-CONAGUA-2011, Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario-Hermeticidad-Especificaciones y métodos de prueba, la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, y sólo podrá llevarse a cabo en la Subzona de Aprovechamiento Especial Costero y en la Subzona de Asentamientos Humanos.	En el Proyecto **"Casa Habitación Zula"**, no se contempla el sistema de alcantarillado, y la descarga de aguas residuales, será tratada en un humedal artificial con planta de tratamiento para uso de las aguas tratadas y en todo momento cumplirá con los lineamientos de la NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los Límites Máximos Permisibles de Contaminantes en las Descargas de Aguas Residuales en Aguas y Bienes Nacionales, la NOM-001-CONAGUA-2011, Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario-Hermeticidad-Especificaciones y métodos de prueba, la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, y sólo podrá llevarse a cabo en la Subzona de Aprovechamiento Especial Costero y en la Subzona de Asentamientos Humanos. La forma en que se cumplirá con la Regla 73 es por medio del diseño, cálculo, construcción y operación de un sistema de

CONTENIDO REGLAS	CUMPLIMIENTO
	tratamiento integral de las aguas residuales que incluye los siguiente: Para dar un tratamiento a las aguas residuales del proyecto **"Casa Habitación Zula"** tal que cumpla con la normatividad vigente en Sian Ka'an, Quintana Roo, se usará un sistema de tratamiento que incluye interceptor de grasas, humedal artificial, planta de tratamiento y cárcamos de bombeo y almacén agua tratada para riego. Un humedal es una zona de la superficie terrestre que está temporal o permanentemente inundada, regulada por factores climáticos y en constante interrelación con los seres vivos que la habitan (Convenio Ramsar). Los humedales artificiales son zonas construidas por el hombre en las que se reproducen, de manera controlada, los procesos físicos, químicos y biológicos de eliminación de contaminantes que ocurren normalmente en los humedales naturales. En los humedales tanto naturales como artificiales, crecen y se desarrollan diferentes tipos de vegetales, animales y microorganismos adaptados a estas condiciones de inundaciones temporales y/o permanentes. En este tipo de ecosistema se desarrollan también determinados procesos físicos y químicos capaces de depurar el agua ya que eliminan grandes cantidades de materia orgánica, sólidos en suspensión, nitrógeno, fósforo e incluso productos tóxicos Los humedales artificiales están compuestos por: un sustrato o material granular: sirve de soporte a la vegetación y permite la fijación de la biopelícula bacteriana que interviene en la mayoría de los procesos de eliminación de contaminantes presentes en las aguas a tratar. La vegetación: principalmente compuesta por macrófitas emergentes que contribuyen a la oxigenación del sustrato a nivel de la rizosfera, a la eliminación de nutrientes por absorción/extracción y al desarrollo de la biopelícula bacteriana. el agua para tratar o influente: circula a través del sustrato y la vegetación. El sistema de tratamiento para el proyecto **"Casa Habitación Zula"** consta de los siguientes elementos: Tubería de influente de aguas negras Tubería de influente de aguas grises Interceptor de grasas Helvex IG-20 para aguas grises. Planta de tratamiento de aguas residuales Registro de muestreo, Zona de almacenamiento de aguas tratadas y en caso de excedentes su absorción de aguas en cumplimiento con la normatividad.

Cumplimiento con el POER del Golfo de México y del Caribe.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y del Mar Caribe fue decretado en el Diario oficial de la Federación del 24 de noviembre de 2012.

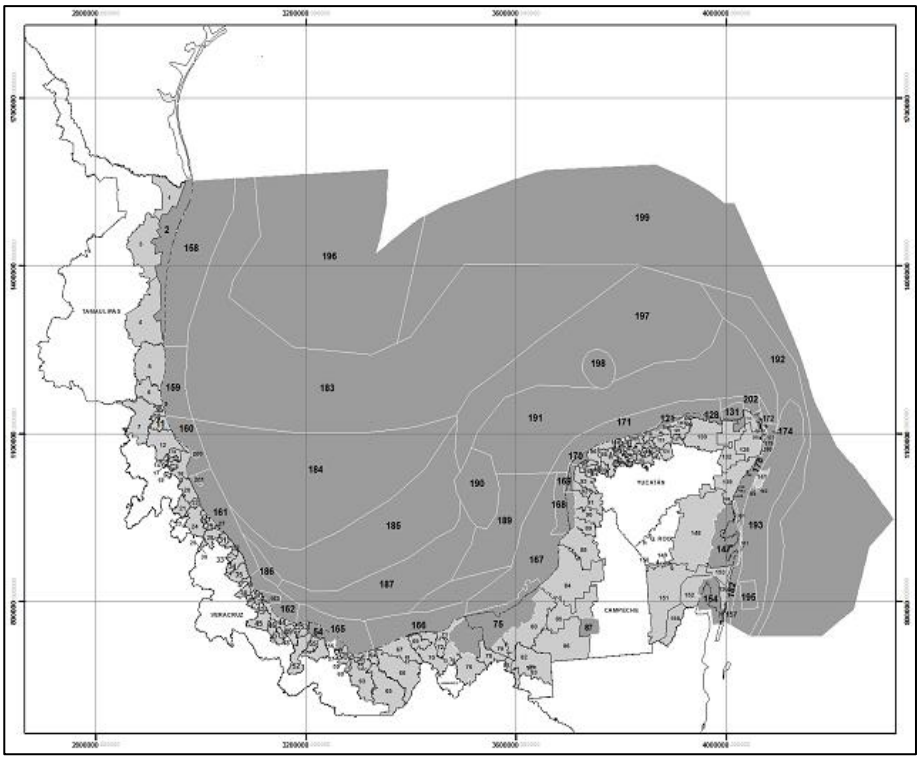

Figura 11. POER Golfo de México y el Mar Caribe

CONCORDANCIA CON EL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MEXICO Y DEL MAR CARIBE.

UGA 147. Reserva de la Biosfera de Sian Ka´an

Tipo de UGA	Marina (ANP – Federal)	Mapa
Nombre:	Reserva de la Biosfera Sian Ka'an	
Municipio:	Felipe Carrillo Puerto	
Estado:	Quintana Roo	
Población:	345 Habitantes	
Superficie:	525,072.084 Ha.	
Subregión:		
Islas:	Presentes: Aplicar criterios para Islas	
Puerto Turístico		
Puerto Comercial		
Puerto Pesquero		
Nota:	Aplicar Decreto y Programa de Manejo del ANP	

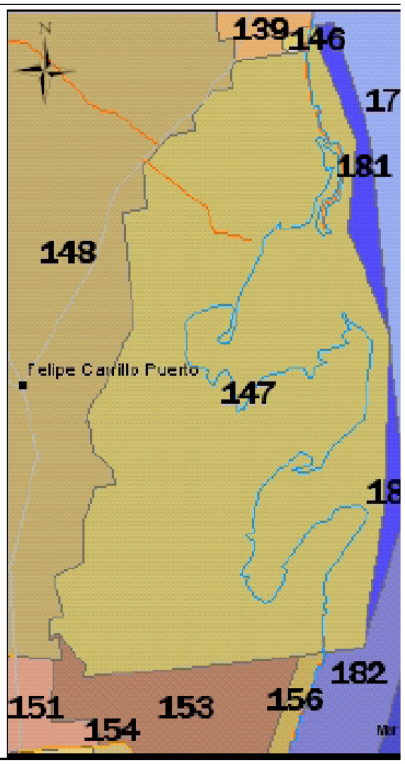

Figura 12. UGA 147 Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

Las acciones que le aplican a la UGA-147 son las siguientes:

A-001; A-002; A-003; A-005; A-006; A-007; A-008; A-009; A-010; A-011; A-012; A-013; A-014; A-015; A-016; A-017; A-018; A-019; A-020; A-021; A-022; A-023; A-024; A-25; A-026; A-027; A-028; A-029; A-030; A-031; A-032; A-033; A-034; A-037; A-038; A-039; A-040; A-041; A-042; A-044; A-047; A-048; A-050; A-051; A-052; A-053; A-054; A-055; A-056; A-057; A-058; A-059; A-060; A-061; A-062; A-063; A-064 A-065; A-068; A-069; A-070; A-071 Y A-072.

Nota: Las acciones no listadas se debe a que no aplican a la UGA-147.

Tabla 48. Concordancia con el articulado del POET Golfo de México y Caribe.

ARTICULO	CUMPLIMIENTO
Artículo Primero. - Se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, que corresponde a las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo las zonas federales adyacentes, en términos del documento adjunto al presente Acuerdo.	El proyecto **"Casa Habitación Zula**", se incorpora desde sus respectivas obligaciones a los lineamientos del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, ya que el proyecto **"Casa Habitación Zula"** se ubica en las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo las zonas federales adyacentes, en términos del documento adjunto al presente Acuerdo.
Artículo Segundo. - Se da a conocer la parte Regional del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, en términos del documento adjunto al presente Acuerdo, para que surta los efectos legales a que haya lugar.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"**, se da por enterada de la parte Regional del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, en términos del documento adjunto al presente Acuerdo, para que surta los efectos legales a que haya lugar.
Artículo Tercero.- Conforme a los términos del "Convenio Marco de Coordinación para la instrumentación de un proceso de planeación conjunto para la formulación, expedición, ejecución, evaluación y modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe", los Gobiernos de los Estados de Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán expedirán, mediante sus órganos de difusión oficial, la parte Regional del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"**, estará atento a que en 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", por el Gobiernos del Estado de Quintana Roo, expida, mediante sus órganos de difusión oficial, la parte Regional del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

Zona Costera Inmediata del Mar Caribe

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

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

Tabla 49. Concordancia con el POET Golfo de México y Caribe. Zona Costera Inmediata del Mar Caribe.

Clave	Cumplimiento del proyecto	Criterio de Regulación Ecológica
ZMC-01	El proyecto **"Casa Habitación Zula"**, reconoce la importancia y respeta las políticas gubernamentales y propone iniciativas ciudadanas para proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no	Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en la superficie ocupadas por dichas formaciones.

Clave	Cumplimiento del proyecto	Criterio de Regulación Ecológica
	construir ningún tipo de infraestructura en las áreas ocupadas por dichas formaciones.	
ZMC-02	El proyecto **"Casa Habitación Zula"**, no afecta de modo alguno los pastos marinos que representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto.	Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. La evaluación del impacto ambiental correspondiente deberá realizarse conforme a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.
ZMC-03	El proyecto **"Casa Habitación Zula"**, no llevará a cabo la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles ni siquiera para con fines de investigación, rescate y traslado, ni de conservación y preservación, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	Sólo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.
ZMC-04	El proyecto **"Casa Habitación Zula"**, no tendrá puntos de anclaje para lograr preservar las zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes.	Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.
ZMC-05	El proyecto **"Casa Habitación Zula",** no va a llevar a cabo la recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otros ecosistemas representativos,	La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otros ecosistemas representativos, sólo podrá llevarse a cabo bajo las disposiciones aplicables de la Ley General de Vida Silvestre y demás normatividad aplicable.
ZMC-06	En el proyecto "Casa Habitación Zula", en caso de que las hubiera, la construcción de estructuras promotoras de playas deberá estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.	La construcción de estructuras promotoras de playas deberá estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.
ZMC-07	El proyecto **"Casa Habitación Zula"**, dentro de sus capacidades no llevará a cabo ni permitirá el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos de ningún tipo en los cuerpos de agua en esta zona.	Como una medida preventiva para evitar contaminación marina no debe permitirse el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos de ningún tipo en los cuerpos de agua en esta zona.

Clave	Cumplimiento del proyecto	Criterio de Regulación Ecológica
ZMC-08	El proyecto **"Casa Habitación Zula"**, coadyuvará en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies. El proyecto **"Casa Habitación Zula"**, cumple con la NOM -162-SEMARNAT-2012 a través de sus acciones arquitectónicas y gestión ambiental.	Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.
MC-09	El proyecto **"Casa Habitación Zula"**, coadyuvará en la conservación de los arrecifes por medio de la educación ambiental y no tendrá ningún impacto directo dl proyecto en los arrecifes.	Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de estos.
ZMC-10	El proyecto **"Casa Habitación Zula"**, coadyuvará a través de su programa de Educación Ambiental a prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, por medio y dentro de sus capacidades de la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.	Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.
ZMC-11	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**.	Se requerirá que, en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.
ZMC-12	El aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula".**	La construcción de proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500 TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberá incluir medidas para mantener los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina, así como para evitar la afectación de comunidades marinas presentes en la zona.
ZMC-13	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula".**	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura, en los Lineamientos para los

Clave	Cumplimiento del proyecto	Criterio de Regulación Ecológica
		Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.
ZMC-14	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula".**	Por las características de gran volumen de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona oriente de la Península de Yucatán y por la importancia que revisten los humedales como mecanismo de protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno en particular para esta región los fosfatos y algunos metales pesados producto de los desperdicios generados por el turismo, se recomienda en las UGA regionales correspondientes (UGA:139, UGA:152 y UGA:156) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Canal de Yucatán y Mar Caribe, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.

Tabla 50.- Concordancia con las acciones generales del POET Golfo de México y Caribe.

Clave	Acciones Generales	Cumplimiento
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	A través de la aplicación de celdas fotovoltaicas, calentadores solares de agua y sistemas integrados de abasto y tratamiento de aguas, en el proyecto **"Casa Habitación Zula"** se promueve el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** se apoya que se promuevan el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** se apoya impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.

Clave	Acciones Generales	Cumplimiento
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** se apoya el instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** se apoya que se establezcan bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través del uso de fuentes alternas de energía se apoya reducir la emisión de gases de efecto invernadero.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través de la generación de empleo distributivo, se fortalecen los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá uso de Organismos Genéticamente Modificados.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través de un sistema de planificación ambiental se asegura que las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres evitarán la fragmentación del hábitat.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de superficie agropecuarios para evitar su expansión hacia áreas naturales.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través de educación ambiental se van a fomentar que haya campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través del Sistema de Gestión y Manejo Ambiental, se van a Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	En la microcuenca Chumpón en que se encuentra el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no hay parques industriales que requieran ser reubicados a sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través de cuidar que no haya o que no se propaguen casuarinas se va a evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.

Clave	Acciones Generales	Cumplimiento
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** en base a la adición DOF 07/05/2004 a la NOM 022-SEMARNAT-2003 se instrumentaran medidas de Compensación con la restauración de 682.34 m² de manglar que se encuentran al Oeste del camino Tulum -Boca paila dentro de la propiedad El cumplimiento con la normatividad se enmarca en los lineamientos del Programa Nacional de Remediacinó de la SEMARNAT 2024 – 2030. La compensación indicada en la NOM-022-SEMARNAT 2003, se realizará en el área de vegetación del mangle del predio.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** se contribuirá a través de la educación ambiental a evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no hay laderas de montañas que reforestar con vegetación nativa de la región.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** se contribuirá a través de la educación ambiental a desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.
G018	Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** se contribuirá a través de la educación ambiental a recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano de área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través del cumplimiento con el POER_SK y el POER Golfo de México y caribe, se toman en cuenta los planes o programas de desarrollo urbano de área sujeta a ordenamiento
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través de medidas de cuidado y conservación y también muy especialmente de reforestación se apoya el recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** se da un ejemplo de la promoción de ecotecnologías productivas en sustitución de las extractivas.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través del uso de mano de obra en un sitio puntual específico se logra promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** en especial para la casuarina se van a apoyar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través de reforestar con las especies de las zonas de despalme que

Clave	Acciones Generales	Cumplimiento
	para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	se autoricen se van a promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través de reforestar con las especies de las zonas de despalme se va a fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.
G026	Identificar la superficie para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través de solo utilizar el tercio medio del predio y de reforestar con las especies de las zonas de despalme se va a fomentar el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través de usar celdas fotovoltaicas y un aerogenerador se va a promover el uso de combustibles de no origen fósil.
G028	Promover el uso de energías renovables.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través de usar celdas fotovoltaicas y un aerogenerador se va a promover el uso de energías renovables.
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través de usar celdas fotovoltaicas y un aerogenerador se va a promover un aprovechamiento sustentable de la energía.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través de usar celdas fotovoltaicas y un aerogenerador se va a fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través de usar celdas fotovoltaicas y un aerogenerador se va a promover la sustitución a combustibles limpios, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través de educación ambiental se va a promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través de un efecto demostrativo, y educación ambiental se va a promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.
G034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través de panificación bioclimática de la vivienda y con el uso de celdas fotovoltaicas y un aerogenerador se va a Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través de educación ambiental se van a establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.

Clave	Acciones Generales	Cumplimiento
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no hay instalaciones industriales.
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agroecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no hay producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través de educación ambiental se va a evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través del cumplimiento con el POER-SK se van a promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no hay industrias que involucrar en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través de educación ambiental se van a fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no hay industrias para fomentar su inclusión en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.
G043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.	NO APLICA en el proyecto **"Casa Habitación Zula"**
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	NO APLICA en el proyecto **"Casa Habitación Zula"**
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	NO APLICA en el proyecto **"Casa Habitación Zula"**
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	NO APLICA en el proyecto **"Casa Habitación Zula"**
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	NO APLICA en el proyecto **"Casa Habitación Zula"**
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	Ante la eventualidad de desastres naturales que en la zona son frecuentes, en el proyecto **"Casa Habitación Zula"** por estar en zona de huracanes se ha tomado muy en cuenta la protección de personas y bienes en especial mediante el diseño de mamparas retráctiles con los que proteger el proyecto **"Casa Habitación Zula".**

Clave	Acciones Generales	Cumplimiento
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** se van a fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidro meteorológicos.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** por estar en zona de huracanes se ha tomado muy en cuenta que la casa habitación sea resistente a eventos hidro meteorológicos para lo cual se ha diseñado un sistema de mamparas retractiles con los que proteger el proyecto **"Casa Habitación Zula".**
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través de los programas de Manejo de Residuos y de Educación Ambiental se fomentará el manejo adecuado de los residuos urbanos.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través de los programas de Manejo Integral de Residuos y de Educación Ambiental se va a fomentar la implementación de campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través de los programas de Manejo Integral de Residuos y de Educación Ambiental se va a fomentar que se instrumenten programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no hay industrias.
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** la remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se lleva a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables. Al respecto para este fin es que se presenta este DTU-B.
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo con la normatividad vigente.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través de los programas de Manejo Integral de Residuos y de Educación Ambiental se va a fomentar que se promueva e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo con la normatividad vigente
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través de los programas de Manejo Integral de Residuos y de Educación Ambiental se va a fomentar que el cambio climático no afecte la salud de la población humana
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través de la Educación Ambiental se va a fomentar que se promuevan estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP deberá ser consistente con la legislación aplicable, el	Dado que el proyecto **"Casa Habitación Zula" se** encuentra en un ANP se ha puesto un gran énfasis para que sea consistente con la legislación aplicable, el

Clave	Acciones Generales	Cumplimiento
	Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no hay infraestructura costera para que se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no hay infraestructura.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no hay actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no hay actividad pesquera.
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no hay construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas.
G065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	En el proyecto **"Casa Zula por** estar en Superficie en Áreas Naturales Protegidas, contará con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.

Tabla 51. Concordancia con las acciones específicas del POET Golfo de México y Caribe.

Clave	Acciones Específicas	Cumplimiento
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** hay comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no hay agroquímicos y pesticidas.
A003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"**a través de la producción de composta fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.
A004	Promover acciones para el mantenimiento del flujo hidrológico a nivel de cuencas y microcuencas, para evitar el azolve y las inundaciones en las partes bajas.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"**a través de la reforestación de las especies de despalme autorizado se fomenta el mantenimiento del flujo hidrológico a nivel de cuencas y microcuencas, para evitar el azolve y las inundaciones en las partes bajas.
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de esta.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través del Programa de Captación de Agua de Lluvia y del programa de manejo Integral de los Residuos que incluye las aguas residuales se fomenta el cuidado y evita la pérdida del agua

Clave	Acciones Específicas	Cumplimiento
		en su uso y el cuidado en su distribución es mediante el uso de geomembranas y tuberías de PVC con sellado hermético.
A006	Implementar programas	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** cuenta con un Programa de Captación de Agua de Lluvia y cuenta con un humedal artificial para el tratamiento y reuso de aguas grises.
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en superficie aptos para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través del programa de Educación Ambiental promoverá la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación y por medio de la implementación de las mejores prácticas y diseño ambiental adecuado, protege las playas de tortugas y cumple plenamente con la NOM-162-SEMARNAT -2012.
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través del programa de Educación Ambiental, fortalece la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas. Además, el proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple plenamente con la NOM-162-SEMARNAT -2012.
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través de plantearse como una inversión económica sostenible, fortalece el apoyo económico a actividades de conservación de las tortugas marinas.
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** impulsa programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original lo cual contribuye a revertir el avance de la frontera agropecuaria.
A012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** impulsa la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la casa habitación detrás del cordón de dunas frontales.
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple con proteger de especies invasoras en especial de casuarina, pero no está relacionado con las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** tiene como parte de sus objetivos el instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica, como

Clave	Acciones Específicas	Cumplimiento
	humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	lo es la del proyecto, para lo cual se establecerán lazos de comunicación con la CONANP y la Dirección de la reserva. Se restauraran 682.34 m2 de mangle que se encuentran al Oesta del camino Tulum-Boca piala dentro de la propiedad. El cumplimiento con la normatividad se enmarca en los lineamientos del Programa Nacional de Remediación de la SEMARNAT 2024 – 2030. La compensación indicada en la NOM-022-SEMARNAT 2003, se realizará en el área de vegetación del mangle dentro del predio.
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** no requiere la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera, ya que no hay instalaciones.
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** apoya el **e**stablecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes y al construir en el tercio medio y dejar libre paso a la fauna terrestre, asegura a lo interno, que haya micro corredores biológicos o las áreas en buen estado de conservación.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** considera vital establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas, y aplicará un programa de Rescate de la Flora del sitio de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
A018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	Por estar en una ANP; el proyecto **"Casa Habitación Zula"** da enorme importancia a promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010). El proyecto incluye un Programa de Rescate de Flora y otro de fauna (Ver **Anexos**).
A019	Los programas de remediación que se implementen deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	El proyecto **"Casa Habitación Zula" por su condición natural no requiere** programas de remediación
A020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** se cuenta con los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, específicamente a través del sistema de tratamiento de aguas residuales con y trampa de grasas, humedal artificial y planta de tratamiento.

Clave	Acciones Específicas	Cumplimiento
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** en caso de ser necesario por una derrama tiene prevista la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.
A024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** con el uso de fuentes limpias de energía fomenta el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire, aunque no es del sector automotriz.
A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** promueve e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" aunque no es industria.
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** ocupa el mínimo posible la superficie por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.
A028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas evite generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	No aplica pues no hay infraestructura permanente en el l proyecto **"Casa Habitación Zula".**
A029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** promueve la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, a través de construir detrás de la primera duna y no afectar negativamente el perfil de costa el cual en el caso del proyecto que nos ocupa es relevante pues el frente de duna se encuentra erosionado.
A030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** no afecta al perfil costero.
A031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** promueve acciones de preservación de las características naturales de las barreras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros. Adicionalmente, se tendrá un gran cuidado y preservación del mangle existente en el predio entre el camino Tulum-Boca Paila y la Laguna Caapachen.

Clave	Acciones Específicas	Cumplimiento
A032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** promueve el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras, por medio de arquitectura elevada, y localizada atrás del primer cordón de dunas.
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** fomenta el aprovechamiento de la energía eólica con la instalación de un aerogenerador impulsado por el viento, como la base energética del proyecto.
A034	Promover mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A035	Promover la generación energética por medio de tecnologías minihidráulicas.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A036	Promover el aprovechamiento de la energía geotérmica.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** fomenta el aprovechamiento de la energía solar con la instalación de celdas fotovoltaicas conectas con un sistema hibrido a las baterías con el aerogenerador.
A038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** no va a hacer uso de agroquímicos sintéticos sino residuos orgánicos composteados.
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A042	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia de las actividades extractivas de especies marinas de captura comercial, especialmente aquellas que se encuentran en las categorías en deterioro o en su límite máximo de explotación.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A043	Fomentar la creación, impulso y consolidación de una flota pesquera de altura para el manejo de los recursos pesqueros oceánicos.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A045	Desarrollar e impulsar el uso de la fauna de acompañamiento, salvo las especies que se encuentran en algún régimen de protección, para	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**

Clave	Acciones Específicas	Cumplimiento
	la producción comercial de harinas y complementos nutricionales.	
A046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A047	Monitorear las comunidades planctónicas y superficie en áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A048	Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A049	Contribuir a la construcción, modernización y ampliación de la infraestructura portuaria de apoyo a la producción pesquera y turística para embarcaciones menores.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	No aplica a l proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A057	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**

Clave	Acciones Específicas	Cumplimiento
A058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidro meteorológicos extremos.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** apoyará toda gestión para fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos. El proyecto **"Casa Habitación Zula"** operará un Programa Manejo Integral de los Residuos que incluye a los Peligrosos.
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	No aplica para el proyecto **"Casa Habitación Zula"** aunque podría fomentar la recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados del humedal artificial y de la planta de tratamiento ya que son sólidos orgánicos que pueden ser secados solarmente.
A066	Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** para incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales, cuenta con un Programa de Captación de Agua de Lluvia.
A068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través del programa de manejo Integral de los Residuos promueve el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.
A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** estará atento para apoyar iniciativas hacia el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.

Clave	Acciones Específicas	Cumplimiento
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** por sí misma si va a realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona de la playa, lo cual es un esfuerzo por la conservación de la reserva. Una vez recolectados se procederá a su disposición final y se apoyarán otras iniciativas medidas en este sentido.
A071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** se encuentra en la mejor actitud para apoyar a las Autoridades en el diseño y para instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente. El proyecto **"Casa Habitación Zula" es** un gran ejemplo de sostenibilidad autosuficiencia energética, tratamiento de residuos sólidos y líquidos y restauración de impactos ambientales, por mínimos que sean.
A072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** se encuentra en la mejor actitud para apoyar la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.
A073	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora), con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A074	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al tráfico comercial de mercancías (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora); con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A075	La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura carretera deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos: flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula".**

Clave	Acciones Específicas	Cumplimiento
A076	La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura ferroviaria deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos: flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula".**
A077	La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura aeroportuaria deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos: flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula".**
A078	Promover las medidas necesarias para que el mantenimiento y/o modernización de la infraestructura existente para el desarrollo de actividades marinas, de comunicaciones y transportes y energéticas eviten generar efectos negativos sobre la estructura y función de las formaciones coralinas y la perturbación de las especies arrecifales de vida silvestre.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula".**
A079	Promover las acciones necesarias para que el mantenimiento y/o ampliación de la infraestructura existente para el desarrollo de actividades de marinas, de comunicaciones y transportes y energéticas eviten generar efectos negativos sobre la estructura y función de los ecosistemas costeros.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula".**
A080	Consolidar el desarrollo turístico en las zonas de alto valor cultural, arqueológico, natural y paisajístico, considerando su preservación desde el punto de vista ecológico y sociocultural.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** desde su inicio conceptual se propone consolidar el desarrollo turístico en las zonas de alto valor cultural, arqueológico, natural y paisajístico, considerando su preservación desde el punto de vista ecológico y sociocultural.
A081	Fomentar e instrumentar acciones coordinadas entre el sector turismo y el INAH para el rescate de la arquitectura de importancia histórica y su introducción al turismo.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** apoyará toda actividad de fomento para instrumentar acciones coordinadas entre el sector turismo y el INAH para el rescate de la arquitectura de importancia histórica y su introducción al turismo.
A082	Fomentar el conocimiento y difusión del patrimonio y atractivos culturales y naturales de la región, como apoyo al desarrollo turístico.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** por medio de su programa de Educación Ambiental, fomenta el conocimiento y difusión del patrimonio y atractivos culturales y naturales de la región, como apoyo al desarrollo turístico.
A083	Fomentar e impulsar el uso de materiales provenientes de la naturaleza para el desarrollo de actividades productivas artesanales.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A084	Promover y regular el desarrollo de las actividades e infraestructura turística en coordinación con la federación, estado y municipios, con la participación de los sectores social y privado, atendiendo la Agenda 21 para el turismo de SECTUR.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** apoyará toda promoción de las autoridades para promover y regular el desarrollo de las actividades e infraestructura turística en coordinación con la federación, estado y municipios, con la participación de los sectores social y privado, atendiendo la Agenda 21 para el turismo de SECTUR.

Clave	Acciones Específicas	Cumplimiento
A085	Fomentar la práctica y el desarrollo de actividades deportivo-recreativas derivadas del sector pesca.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"**
A086	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura de importancia para el desarrollo de actividades deportivo-recreativas derivadas del sector pesca.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula".**
A087	Promover la inversión y la gestión de recursos públicos para el fortalecimiento de las actividades turísticas, pesca y acuacultura.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula".**
A088	Promover la participación de las instituciones educativas y sociales en el desarrollo y consolidación del sector turismo en la región.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula".**
A089	Promover acciones coordinadas para incentivar actividades de turismo arqueológico submarino de manera sustentable, considerando las atribuciones y facultades de la SECTUR y el INAH.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula".**
A090	Promover la maricultura (en jaulas flotantes) como actividad de fomento pesquero de baja intensidad, en tanto no existan programas de ordenamiento pesquero y acuícola, para las pesquerías prioritarias de la región.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula".**
A091	Implementar desarrollos de maricultura con paquetes tecnificados.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula".**
A092	Promover y vigilar el manejo pesquero sustentable de la pesquería de camarón, pulpo y jaiba en la región, con base en las medidas y lineamientos de la Carta Nacional Pesquera, considerando medidas de monitoreo de evaluación anual de abundancia para evitar su sobreexplotación.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula".**
A093	El manejo de la pesquería de caracol deberá sujetarse a las regulaciones de la "NOM-013-PESC-1994 Para regular el aprovechamiento de las especies de caracol en aguas de jurisdicción federal en los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán" así como a las consideraciones de la Carta Nacional Pesquera.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula".**
A094	Promover la investigación del estado y condiciones de las poblaciones de caracol y las condiciones ambientales de su hábitat, para dar mayor soporte al manejo y regulación de su pesquería.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula".**
A095	Promover el apoyo financiero y la comercialización para el sector pesquero y acuícola en la región, con base en los programas federales y estatales, considerando los lineamientos normativos como de la Carta Nacional Pesquera.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula".**
A096	Fomentar la vigilancia de las medidas de conservación y protección necesarias para el desarrollo de actividades deportivo-recreativas derivadas del sector pesca.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula".**

Clave	Acciones Específicas	Cumplimiento
A097	Fortalecer los mecanismos para la potencializar las actividades deportivo-recreativas.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula".**
A098	Identificar Zonas con aptitud alta para la pesca ribereña distintas a las que actualmente se utilizan para la captura del recurso.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula".**
A099	Generar e impulsar la investigación de las diversas especies de interés comercial con la finalidad de crear paquetes tecnológicos acuícolas para el sector social y empresarial.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula".**
A100	Todas las obras o infraestructura de comunicaciones, desarrollos productivos y turísticos a realizarse en los municipios de Carmen, Candelaria, Escárcega, Campeche, Champotón, Tenabo, Hechechakán y Calkiní, deberán apegarse a la normatividad aplicable, incluyendo la LGEEPA, La Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, y la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Campeche para garantizar que no se afectará el flujo y régimen hídrico o laminar y subterráneo de la zona de influencia del proyecto, a fin de evitar afectaciones a centros de población, superficie en áreas productivas, servicios ambientales, la conectividad genética y cambios en la estructura y composición de flora y fauna asociada a sistemas acuáticos.	No aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula".**

III.3. Decretos y Programas de Conservación y Manejo de las Áreas Naturales Protegidas.

Decreto por el que se declara área que requiere la protección, mejoramiento, conservación y restauración de sus condiciones ambientales la superficie denominada Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, ubicada en los municipios de Cozumel y Felipe Carrillo Puerto, Q. Roo (D.O.F. 20 de enero de 1986).

El Decreto mencionado en este punto, distingue dentro de la Reserva de Sian Ka'an tres zonas núcleo y una zona de amortiguamiento. Las primeras se definen como territorios no alterados que constituyen el banco genético de las diversas especies que ahí habitan y en donde las únicas actividades permisibles son las de investigación.

La zona de amortiguamiento constituye una zona destinada a proteger las zonas núcleo de la reserva; promover la investigación aplicada para el manejo integral y sustentable de los recursos naturales de uso actual y de uso potencial; dar continuidad a las actividades productivas fomentando sustentabilidad y mejorándolas con base en las normas resultantes de las investigaciones al respecto; generar modelos de desarrollo y de utilización de los recursos naturales que sean aplicables al resto de la región biótica; ofrecer oportunidades para la educación

y recreación pública; constituirse en el espacio para el asentamiento de la población local y la experimentación de normas y tecnologías que permitan compatibilizar a los asentamientos humanos con los objetivos de conservación del área.

La zona de amortiguamiento comprende todas las zonas al interior de la reserva que no están dentro de las poligonales de las zonas núcleo que define el Decreto Presidencial o sus modificaciones. Comprende en términos generales aquellos terrenos situados a menos de tres kilómetros a cada lado del camino del entronque Chumpón y Felipe Carrillo Puerto, a Vigía Chico y la Glorieta Javier Rojo Gómez, los terrenos de propiedad particular ubicados en la costa, las lagunas costeras, las grandes bahías y el área marina. Ocupa el 47% de la superficie total de la reserva, es decir 248,443 hectáreas, de las que 85,131 hectáreas corresponden a zonas terrestres y 163,312 hectáreas a zonas marinas. La zona de amortiguamiento no debe ser conceptualizada como una zona de desarrollo o colonización intensiva, ya que ello dificultaría innecesariamente la labor de protección en detrimento de los objetivos básicos de la Reserva.

Las normas generales de uso dentro de la zona de amortiguamiento señalan que las tecnologías aplicadas deberán restringirse a aquellas que economicen espacio, energía y recursos, utilicen materiales de la región y sean comprensibles y manejables por la población.

Como puede observarse en la **Figura 13,** el proyecto se localiza dentro de la zona de amortiguamiento de la Reserva.

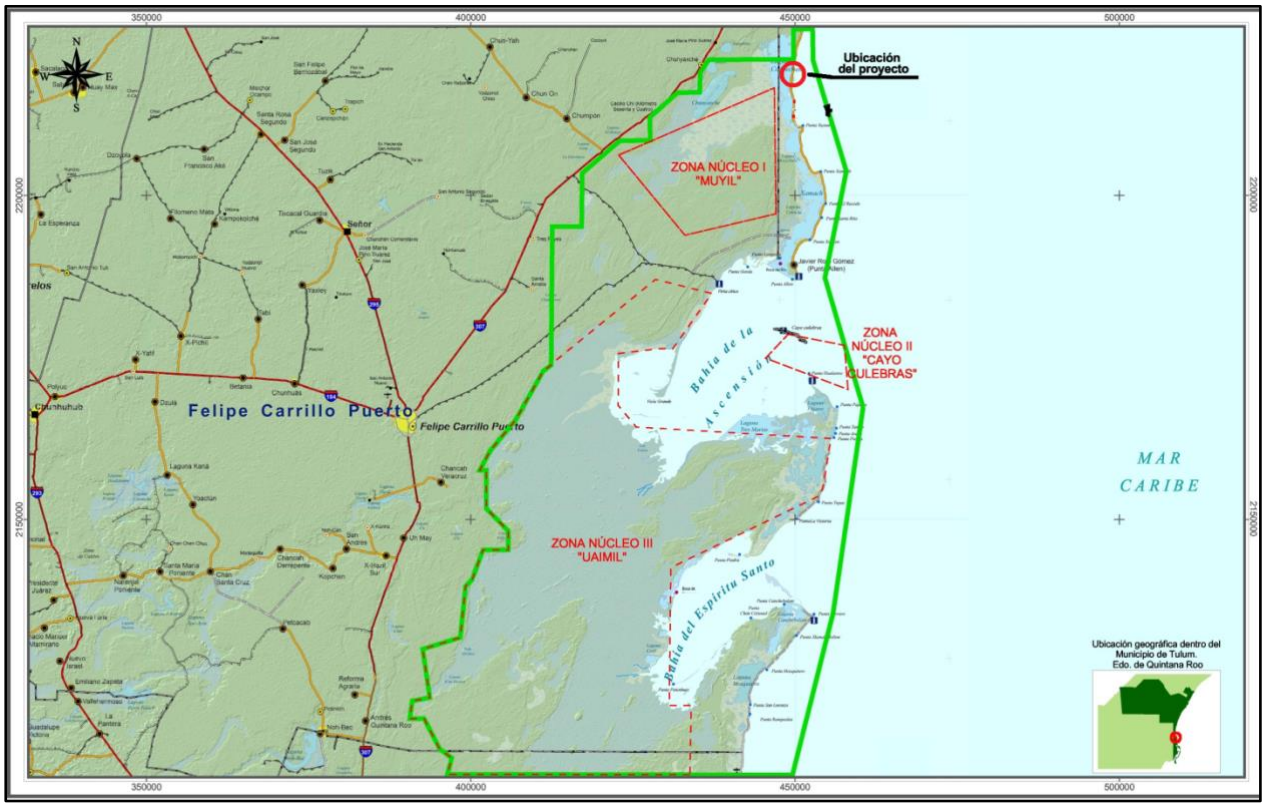

Figura 13. Ubicación del predio respecto a la zonificación establecida en el Decreto por el que se declara área que requiere la Protección, Mejoramiento, Conservación y Restauración de sus condiciones ambientales la superficie denominada Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, ubicada en los municipios de Tulum y Felipe Carrillo Puerto, Q. Roo.

Las restricciones que establece el Decreto en la zona de amortiguamiento se enfocan a la conservación de la biodiversidad. Dichas restricciones se establecen a través de los Artículos que se transcriben a continuación.

> **ARTICULO TERCERO. -** Dentro de la citada reserva, se establece una zona de amortiguamiento, con superficie de 248,443-66-80 hectáreas, para los fines que se precisan en este Decreto.
>
> **ARTICULO OCTAVO. -** Todo proyecto de obra pública o privada que pretenda realizarse dentro del área considerada como zona de amortiguamiento deberá contar con autorización expresa de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.
>
> **ARTICULO DECIMO SEGUNDO. -** Se declara veda total e indefinida de la caza y captura de las especies de jaguar, puma, tigrillo, leoncillo, mono araña, saraguato,

tapir, manatí, temaste, jabalí y oso hormiguero, en toda el área que comprende la "Reserva de la Biosfera Sian Ka'an".

ARTICULO DECIMO CUARTO. - El aprovechamiento de la flora y fauna silvestre dentro de la zona de amortiguamiento deberá realizarse por los habitantes de la reserva en forma racional, atendiendo a las restricciones ecológicas que al efecto emitan las autoridades competentes, sin perjuicio de lo que establezca el Calendario Cinegético.

Como ha sido mencionado, el proyecto "Casa Habitación Zula" consiste en una casa habitación de 299.53 m^2 cuadrados de dos niveles, con una altura máxima de 8.00 metros, con seis recámaras, sala-comedor, escaleras, pasillos, bodegas, 4.5 baños, una cocina, cuartos de servicio, alberca, un camino de acceso, un sendero a la playa, un humedal artificial con planta de tratamiento, sistema de biofiltro y dispersor, un aerogenerador, un tanque de gas LP de 1,000 litros, una caseta techada con planta de emergencia para producir electricidad en base a motor diésel, un tanque de diésel de 400.00 litros, una puerta corrediza de acceso ,áreas para residuos, y áreas de conservación.

Dado que el proyecto se encuentra en la zona de amortiguamiento, la promovente pretende obtener, a través de la presentación de un Documento Técnico Unificado, modalidad B a la SEMARNAT (que es la instancia que actualmente tiene las atribuciones de la desaparecida Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente), la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales y en materia de impacto ambiental.

Por lo anterior, la promovente está dando cumplimiento a los citados Artículos TERCERO y OCTAVO del Decreto de la Reserva. Dada las características del proyecto, ya descritas en el Capítulo II del presente estudio, el proyecto no involucra actividades de aprovechamiento de ninguna especie de fauna y/o flora, por lo que atiende lo establecido en los Artículos DÉCIMO SEGUNDO y DÉCIMO CUARTO del Decreto.

La construcción de una **"Casa Habitación Zula"** tipo ecológica no es una actividad que dañe al medio ambiente, sin embargo para el presente proyecto **"Casa Habitación Zula"** el cual se ubica dentro de la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an Quintana Roo se deben tomar todas las medidas que permitan la protección y conservación con base en criterios ecológicos en la planificación de la obra, incluyendo un poner en riesgo a los recursos naturales existentes en la zona donde se van a llevar a cabo las actividades. En 1993 es editado el Programa de Manejo de la Reserva que incluye normas de uso y Zonificación, entre los principales el desarrollo sostenible, conservación, inspección y vigilancia. Actualmente tiene tres largas superficie donde la actividad humana es limitada por permisos que contengan bajo impacto y desarrollo sustentable.

Regiones prioritarias de la CANABIO

La Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), ha clasificado el territorio del país de acuerdo con la relevancia de la biodiversidad que presenta. Así, cuenta con una clasificación de Regiones Terrestres Prioritarias, Regiones Marinas Prioritarias, Regiones Hidrológicas Prioritarias y Superficie en Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

La CONABIO a través del trabajo multidisciplinario con los sectores académicos, gubernamental, privado, social y de organizaciones no gubernamentales de conservación, identificó, delimitó y caracterizó 70 superficie costeras y oceánicas de la República Mexicana, consideradas prioritarias por su alta diversidad biológica, por el uso de sus recursos y por su falta de conocimiento sobre biodiversidad. De la misma forma, identificó las amenazas al medio marino de mayor incidencia o con impactos significativos en nuestras costas y mares. Esta información se organizó en fichas técnicas para cada área prioritaria identificada, las cuales contienen información general de tipo geográfico, climatológico, geológico, oceanográfico, así como la información biológica, de uso de los recursos, aspectos económicos y problemáticas de conservación y uso.

Lo anterior ha permitido obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las superficies identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

Considerando la ubicación del predio, éste se encuentra dentro de la Región Hidrológica Prioritaria Sian Ka'an, la Región Prioritaria Marina Sian Ka'an, el Área de Importancia para la Conservación de las Aves Sian Ka'an y la Región Terrestre Prioritaria Sian Ka'an- Uaymil-Xcalak.

En la **Figura 14** se puede apreciar la ubicación del predio, respecto de las áreas prioritarias de la CONABIO.

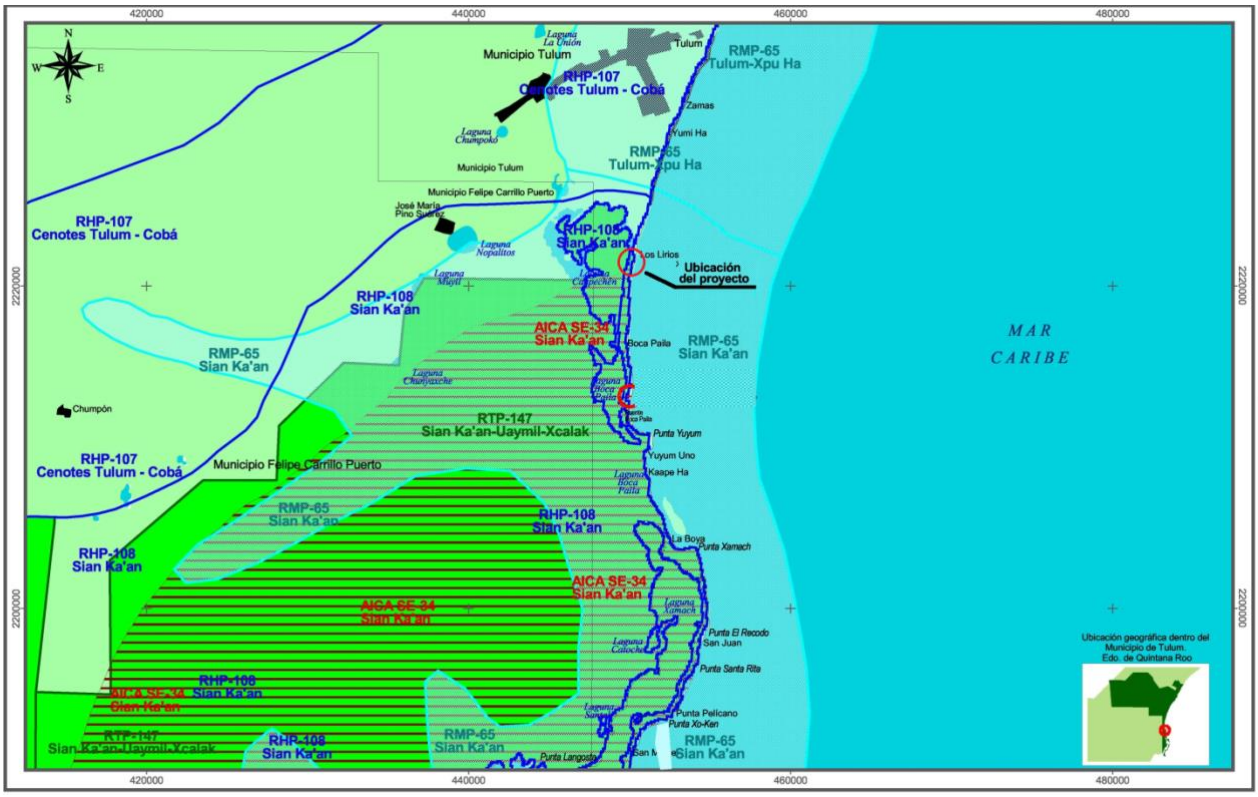

Figura 14. Ubicación del predio dentro de las áreas prioritarias existentes en la zona. En color verde se observa la región terrestre prioritaria Sian Ka'an- Uaymil- Xcalak.

Región Terrestre Prioritaria Sian Ka'an- Uaymil-Xcalak (www.conabio.gob.mx).

Características generales.

Región definida como prioritaria en función de la riqueza de ecosistemas con un grado alto de conservación. Comprende las ANP de Sian Ka'an y Uaymil, la Península Meridional de Quintana Roo (región Majahual-Xcalak) que bordea la Bahía de Chetumal.

Predomina la vegetación de selva baja subperennifolia, el manglar y la vegetación de zonas inundables, en un área con baja presencia de población humana (poblados costeros a lo largo de la comunicación carretera Cafetal-Majahual-Santa Cecilia y del entronque de Majahual hacia Tampalam). Presenta continuidad y comunicación con las otras regiones prioritarias del sur de Quintana Roo y los ecosistemas costeros y marinos de la zona tanto de México como de Belice.

Los principales tipos de vegetación y usos del suelo representados en esta región, así como su porcentaje de superficie son:

Selva baja subperennifolia: Comunidad vegetal de 4 a 15 m de altura en donde un 25 a 50% de las especies tiran las hojas. Abarca una superficie del 46%.
Manglar: Vegetación halófila densa dominada por mangles en zonas costeras, estuarinas y fangosas, siempre zonas salobres. Pueden alcanzar los 25 m. Abarca una superficie de 24%.
Vegetación acuática: Cualquier tipo de vegetación que requiera del medio acuático para vivir. Abarca un 21% de la superficie de la región.

Integridad ecológica funcional: Aún se mantienen poblaciones de peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos.

Función como corredor biológico: Presenta una conexión con Calakmul.

Presencia de endemismos: Una gran cantidad de especies endémicas, como son algunas palmas (el Chit y la Kuka), la despeinada, que pertenece a la familia de las yucas y el árbol de Siricote, entre otras.

Riqueza específica: En cuanto a flora destacan la palma Chit, el Siricote de playa, la uva de mar, el Chacá o palo mulato, la riñonina y el lirio de mar, entre otras. En cuanto a fauna, los inventarios sobre diversos grupos de fauna arrojan importante información, por ejemplo, se han descrito 103 especies de mamíferos, con especies amenazadas o en peligro de extinción, así como cinco especies de felinos (jaguar, puma, tigrillo, ocelote y leoncillo), el tapir, el jaguar, el manatí, el mono araña, y el saraguato, entre otros. Del grupo de las aves, el hocofaisán, la cigüeña jabirú, el flamenco rosa y los tucanes, entre otras.

Problemática ambiental: Existen problemas de crecimiento desordenado de poblaciones humanas debido a la promoción por parte del sector turístico en la zona costera.

Prácticas de manejo inadecuado: Sobreexplotación de especies comerciales, incremento de actividades turísticas, irregularidad en la tenencia de la tierra, invasión de especies exóticas, incendios forestales, cacería y extracción de recursos en forma clandestina.

Sitios RAMSAR

La Convención RAMSAR fue firmada en la ciudad de Ramsar, Irán, el 2 de febrero de 1971, entrando en vigor hasta 1975. En suma, es un tratado multilateral que sirve de marco para la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos, mediante acciones locales, regionales y nacionales, con el apoyo o cooperación internacional.

México ratificó la Convención el 20 de diciembre de 1984, siendo vinculante para el país hasta el 4 de julio de 1986. El 4 de noviembre de 1986, México incluyó en la lista, como su primer humedal de importancia internacional, a la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos. Hoy México cuenta con 112 Sitios RAMSAR.

La Convención contiene disposiciones tendientes a la conservación y aprovechamiento sustentable tanto de humedales que hayan sido incluidos en la Lista de sitios o humedales de importancia internacional, como aquellos que no lo han sido.
De manera muy particular, resalta el artículo 3.1 de la Convención Ramsar que obliga a las partes a "elaborar y aplicar su planificación de forma que favorezca la conservación de los humedales incluidos en la Lista y, en la medida de lo posible, el uso racional de los humedales de su territorio."

Con estos criterios, se ubicó a la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Quintana Roo, entre los 39 sitios con mayor valor en recursos de humedales y zonas marinas, por contener 4 de las 6 categorías evaluadas las cuales se refieren a:

- Valores en humedales de agua dulce.
- El componente de recursos marino-costeros.
- Recursos de manglares.
- Arrecifes de coral.

Las otras 2 categorías incluidas en el estudio fueron: "contener islas" y "contener lagos o ríos subterráneos", y si bien en Sian Ka'an existen ambos sistemas naturales, es posible que estos no fueran incluidos por la falta de un sustento técnico, en particular del sistema acuífero subterráneo de Sian Ka'an.
A los resultados de este análisis habría que añadir el significado en la superficie terrestre de la Reserva de las selvas bajas inundables endémicas de la Península de Yucatán y los petenes, como asociaciones vegetales exclusivas de las Penínsulas de Florida y Yucatán, y la presencia de arrecifes de coral. Sian Ka'an contiene los hábitats naturales de mayor importancia para la conservación de la biodiversidad in situ, incluyendo especies amenazadas o en peligro de extinción con valor excepcional universal desde el punto de vista de la ciencia o la conservación.

Entre las especies de plantas amenazadas o en peligro de extinción Sian Ka'an posee las palmas Chit (*Thrinax radiata*), Nakax (*Coccothrinax readii*), kuka (*Pseudophoenix sargentii*) y despeinada (*Beaucarnea ameliae*).

En cuanto a la fauna, Sian Ka'an registra las siguientes especies de animales amenazadas o en peligro de extinción:

Aves: Pelícano café (*Pelecanus occidentalis*), espátula rosa (Ajaia ajaja), flamenco rosa (*Phoeniconterus ruber*), Bobo (*Sula leucogaster*) Jabirú (*Jabiru mycteria*).
Reptiles: Tortuga blanca (*Chelonia mydas*), tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), la tortuga caguama (*Caretta caretta*), la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*), cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*).

Mamíferos: Jaguar (*Panthera onca*), puma (Felis concolor), ocelote, (*F. pardalis*), tigrillo (*F. weidii*), leoncillo (*F. yagouaroundi*), tapir (*Tapirus bardii*), mono saraguato (*Alouatta* pigra), jabalí de labios blancos (*Tayassu pecari*), manatí (*Trichechus manatus*) y el cachalote (*Physeter catodon*).

Sian Ka´an incluye las principales comunidades propias de la Península de Yucatán y el Caribe y se sitúa como una zona de transición que permite una gran diversidad de ambientes en donde se desarrollan organismos tanto mesoamericanos como antillanos.

Las principales comunidades existentes en Sian Ka'an de acuerdo con la CONANP (http://ramsar.conanp.gob.mx/sitios.php) son:

- Selvas tropicales con 4 subtipos (selva mediana subperennifolia, selva baja subcaducifolia, selva baja caducifolia y selva baja inundable).
- Vegetación inundable que comprende cayos, manglares de franja, manglares chaparros, marismas de zacate, tasistales y comunidades inundables arboladas con dosel abierto.
- Comunidades arbustivas que incluyen acahuales (vegetación secundaria), quemadales, vegetación de dunas costeras y áreas perturbadas.
- Cuerpos de agua como cenotes, lagunas interiores, las lagunas costeras y canales de escorrentía.
- Bahías representadas por cuerpos de agua marina someros con influencia de agua dulce.
- Plataforma arrecifal que abarca hasta la isobata de 50 m hacia mar abierto.

Los tipos de vegetación más importantes son la selva mediana subperennifolia, selva mediana subcaducifolia y selva baja caducifolia. También existen asociaciones de menor extensión, de distribución irregular como manglar, sabana, tintal, chechenal, tasistal, carrizal-sabal-tular y dunas costeras. La diversidad de ecosistemas, fauna y flora que tiene Sian Ka'an, así como el magnífico estado de conservación de sus recursos naturales, justificaron sobradamente su inscripción en la lista de la UNESCO como Patrimonio Mundial de la Humanidad, así como su inscripción como Sitio RAMSAR el 27 de noviembre de 2003, bajo el Número RAMSAR 1329.

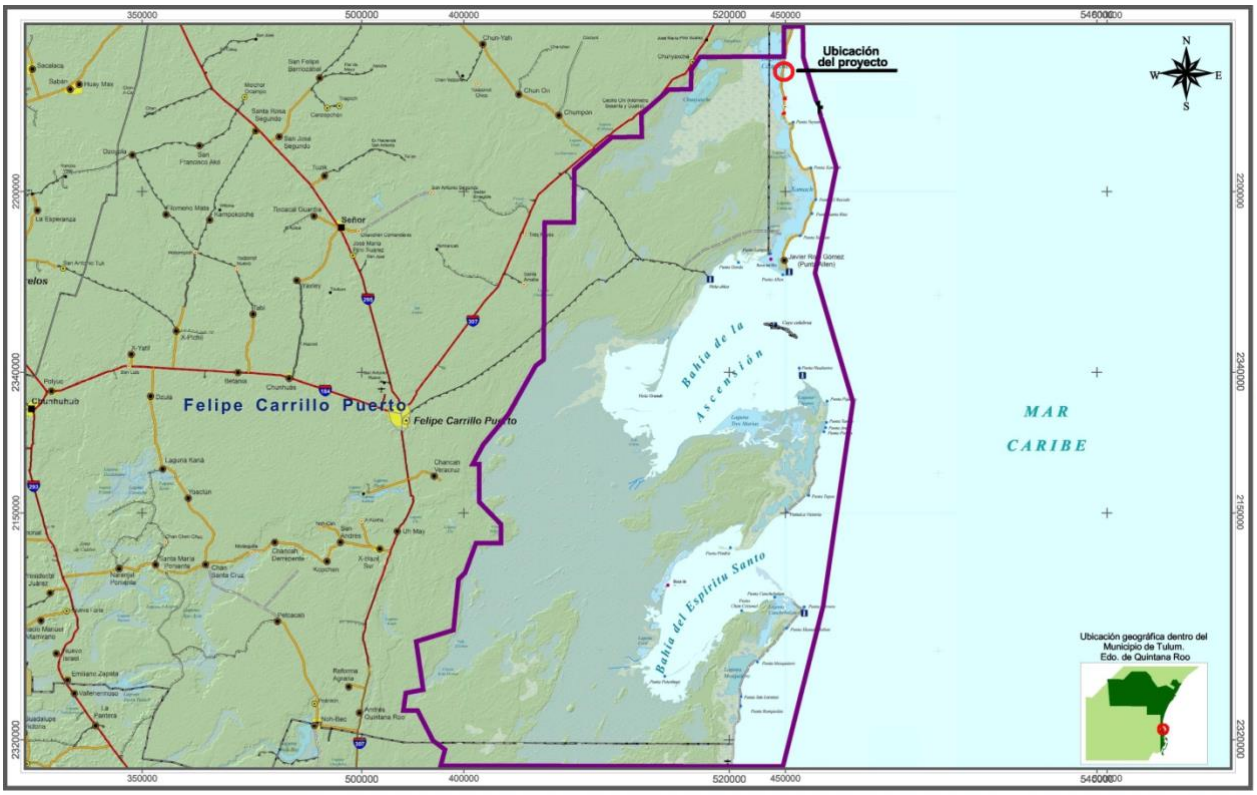

Figura 15. Ubicación del proyecto con respecto de los sitios RAMSAR (Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves. El polígono de color morado corresponde al sitio RAMSAR.

III.4. Normas Oficiales Mexicanas

Normas oficiales mexicanas, normas mexicanas, normas de referencia

Por su ubicación dentro de la Reserva de la Biosfera "Sian Ka´an" este proyecto tendrá que ajustarse a lo que establecen los instrumentos normativos aplicables, para la prevención y control de la contaminación atmosférica, de los ecosistemas acuáticos, del manejo de sustancias y residuos peligrosos, de la generación de ruidos, y del manejo de residuos sólidos, entre otras, para mitigar los efectos adversos sobre la biodiversidad que se ocasionen por las diferentes etapas del proyecto **"Casa Habitación Zula"** en especial para aquellas que se encuentren bajo un estatus de protección. Las siguientes normas son de observancia obligatoria y se deberán de considerar como medidas precautorias para minimizar los posibles impactos al medio ambiente y sus recursos.

Tabla 52. Especificaciones de la Normas Oficiales Mexicanas y su relación con el proyecto **"Casa Habitación Zula".**

Normas oficiales mexicanas	¿Qué dice?	Relación con el proyecto
NOM-001-SEMARNAT-1996	Establece los límites permisibles de contaminación en descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	Esta NOM aplica al proyecto **"Casa Habitación Zula"** y se cumplirá con ella, ya que no se descargarán aguas residuales al ecosistema ya que va a implementarse un sistema cerrado y aislado con geomembrana de tratamiento. En este sentido se ha establecido como medida de mitigación y parte integral del proyecto la instalación y operación, trampa de grasas, humedal artificial y planta de tratamiento de aguas residuales.
NOM-059-SEMARNAT-2010	Determina las especies subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. En está Norma se establecen 4 categorías, que son: Protegida, rara, frecuente y abundante.	El cumplimiento a esta Norma se observa en los programas de rescate, reubicación y trasplante de ejemplares Palma Chit (*Thrinax radiata*) con categoría de amenazada que se indica mediante el Programa de Rescate y Reforestación (ver **Anexos**) y el Programa de Ahuyentamiento de Fauna con especial atención a la iguana rayada (*Ctenosaura similis)* con categoría de amenazada
NOM-081-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente de fuentes fijas y su método de medición	Esta norma aplica para los niveles de ruido que se emitan a la atmósfera por la operación del equipo necesario para el buen desarrollo del proyecto **"Casa Habitación Zula"** en las diferentes etapas de construcción (la construcción del proyecto será de manera tradicional y no requerirá de maquinaria pesada, se utilizaran pequeños equipos que generaran ruidos menores a lo permitido por la NOM-081.

Tabla 53. NOM-162-SEMARNAT-2012 Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.

NOM-162-SEMARNAT-2012	5. Especificaciones generales	CUMPLIMIENTO
NOM-162-SEMARNAT-2012	**5.1** Las personas físicas o morales que realicen actividades de aprovechamiento no extractivo en el hábitat de anidación de tortugas marinas, deben cumplir con lo establecido en las siguientes especificaciones:	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple con las siguientes especificaciones
NOM-162-SEMARNAT-2012	**5.2** El cumplimiento de las especificaciones de la presente Norma Oficial Mexicana, no exime el procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental, en los casos en que resulte aplicable.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple con la especificación de adicionalmente seguir el procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental.
NOM-162-SEMARNAT-2012	**5.3** Los accesos al hábitat de anidación, tratándose de Áreas Naturales Protegidas, quedan sujetos a lo dispuesto en los Programas de Manejo correspondientes o, en su caso, a los accesos que establezca la Dirección del Área Natural Protegida.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** respecto a los accesos al hábitat de anidación, ya que se trata de un Área Natural Protegida, aceptar el estar sujetos a lo dispuesto en los Programas de Manejo correspondientes o, en su caso, a los accesos que establezca la Dirección del Área Natural Protegida y los seguirá rigurosamente.
NOM-162-SEMARNAT-2012	**5.4.** En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias: **5.4.1** Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.
NOM-162-SEMARNAT-2012	En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias: **5.4.2** Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** a través del cuidado y limpieza se favorecerá y propiciará la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.
NOM-162-SEMARNAT-2012	En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias: **5.4.3** 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.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** se retirará 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.

NOM-162-SEMARNAT-2012	5. Especificaciones generales	CUMPLIMIENTO
NOM-162-SEMARNAT-2012	En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias: **5.4.4** Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** se van a realizar las siguientes medidas precautorias: no instalar, orientar y en su caso, modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.
NOM-162-SEMARNAT-2012	En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias: **5.4.5** Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto: Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas. Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente. Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** la iluminación será del tipo que permita la orientación de las luminarias 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 luminarias direccionales que estarán provistas de mamparas o capuchas. Focos los focos serán de bajo voltaje (40 watts) o se usarán lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente. También las fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.
NOM-162-SEMARNAT-2012	En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias: **5.4.6** Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** se establecerán lineamientos de educación ambiental y se pondrán letreros indicativos para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías.

Con respecto a la **NOM-022-SEMARNAT-2003**, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 10 de abril de 2003 y el Acuerdo por el que se adiciona la especificación 4.43, publicado en el diario oficial de la federación el 7 de mayo de 2004, a continuación, se realiza la vinculación del proyecto con la citada NORMA.

En cuanto a la vinculación con la NOM -022-SEMARNAT-2003, la promovente manifiesta apegarse al numeral 4.43 para exceptuar el cumplimiento de la distancia señalada en el numeral 4.16. Como dicha excepción es aplicable cuando se aplican medidas de compensación que fomenten la activación en beneficio al humedal por lo anterior es que esta promovente instrumentará medidas de compensación, en los 682.34 m2 de mangle que se encuentran al oeste del camino Tulum-Boca Paila, dentro de la propiedad.
El cumplimiento con la normatividad se enmarca en los lineamientos del Programa Nacional de Remediacinó de la SEMARNAT 2024 – 2030. La compensación indicada en la NOM-022-SEMARNAT 2003, se realizará en el área de vegetación del mangle del predio.

Por separado también se llevará a cabo un Programa de Reforestación de las plantas rescatadas en el cambio de uso de suelo de terrenos forestales, mismos que serán cuidadas y conservadas temporalmente en un área de almacén temporal. También como medida de compensación se erradicarán bajo supervisión de la Dirección de la Reserva y de CONANP las casuarinas que hubiere en el predio.

La reforestación de manglares en la zona de humedal recupera la biodiversidad, restablece el ecosistema natural, fomenta el flujo hídrico y es hábitat de fauna entre otras son las expresiones de los beneficios que trae la reforestación del humedal.

Tabla 54. Vinculación del proyecto **"Casa Habitación Zula"** con la NOM-022-SEMARNAT-2003

NOM-022-SEMARNAT-2003	PROYECTO
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.	NO APLICA El proyecto **"Casa Habitación Zula"** no pretende la construcción de obras de canalización o construcción de canales o interrupción de flujos o desvió de agua, ni tampoco el establecimiento de infraestructura marina, el proyecto corresponde a la construcción de una casa unifamiliar, el predio sobre el que se pretende desarrollar cuenta con vegetación de manglar característica de humedal costero, sin embargo las obras correspondientes, no pretenden la afectación hacia este tipo de vegetación considerando dejarse como áreas de conservación. Por lo tanto, el proyecto no contraviene lo establecido en los numerales.
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.	NO APLICA. El proyecto **"Casa Habitación Zula"** no pretende la construcción de obras de canalización o construcción de canales o interrupción de flujos o desvió de agua.
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.	NO APLICA El proyecto **"Casa Habitación Zula"** no pretende la construcción de obras de canalización o construcción de canales o interrupción de flujos o desvió de agua.
4.4 El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** no pretende el establecimiento de infraestructura marina o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar. El proyecto **"Casa Habitación Zula** va a cumplir con la preservación, conservación, y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.
4.5 Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se colocarán bordos en las colindancias del manglar.
4.6 Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** corresponde a la construcción de una casa habitación unifamiliar en el cual las áreas de conservación serán las ocupadas por la vegetación de manglar característica de los humedales costeros, por lo que se tomarán las medidas necesarias para garantizar la no contaminación y/o asolvamiento, implementando medidas como la delimitación del área ocupada por el manglar, así como la constante eliminación de residuos sólidos que pudiera contaminar a esta área.
4.7 La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad de este.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se aprovechará, ni verterá agua proveniente de la cuenca que alimente al humedal costero, no se verterá ningún tipo de líquido en el área del manglar.
4.8 Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** no contempla el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos o químicos, sedimentos, carbón, metales pesados, solventes, grasas, aceites comestibles, o de cualquier otro tipo dentro del cuerpo de agua del humedal, toda vez que dada la ubicación del predio donde se pretende desarrollar contara con todos los servicios de instalación de sanitarios portátiles al inicio de las

NOM-022-SEMARNAT-2003	PROYECTO
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.	actividades con Sanirent móviles y sus servicio de recolección de lodos y posteriormente , el tratamiento de las aguas residuales durante la Construcción y Operación a través de un sistema con un humedal artificial y planta de tratamiento, el uso de compuestos orgánicos antes que los agroquímicos autorizados, la verificación continua de los equipos que se utilice para evitar derrames accidentales de aceites o combustibles.
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.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** no contempla el vertimiento aguas residuales crudas a la unidad hidrológica.
4.10 La extracción de agua subterránea por bombeo en superficie 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.	NO APLICA. En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se construirá pozos de extracción. El proyecto contará con un sistema de captación de aguas pluviales que al infiltrarse evitará la intrusión de la cuña de aguas salinas.
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.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá 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.
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.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple de manera satisfactoria esta especificación ya que no afecta 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.
4.13 En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo 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.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se realizará ninguna vía ni ningún tipo de obra sobre superficie de humedal o manglar, esta será destinada para área de conservación.
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.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se construirán vías de comunicación o caminos de acceso, colindantes o paralelos al flujo del humedal costero. El proyecto corresponde a la construcción de una casa unifamiliar. El proyecto **"Casa Habitación Zula** va a cumplir con la preservación, conservación, y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.
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	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** no contempla la instalación de postes, torres o líneas en la zona de manglar. Las obras y actividades que se prevén para el desarrollo del

NOM-022-SEMARNAT-2003	PROYECTO
posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.	proyecto no consideran ningún tipo de afectación a la vegetación de manglar.
4.16 Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semiintensiva, 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 permitirá actividades productivas o de apoyo.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semiintensiva, infraestructura o urbana. Dado que la casa habitación estará a menos de 100 metros del mangle mas cercano el proyecto se acoge al acuerdo del Diario Oficial de la Federación que adiciona la especificación 4.43 a la NOM -022 -SEMARNAT-2003, se instrumentarán medidas de compensación, en los 682.34 m2 de mangle que se encuentran al oeste del camino Tulum-Boca Paila, dentro de la propiedad.. *El cumplimiento con la normatividad se enmarca en los lineamientos del Programa Nacional de Remediació de la SEMARNAT 2024 – 2030. La compensación indicada en la NOM-022-SEMARNAT 2003, se realizará en el área de vegetación del mangle del predio.*
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	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá obtención del material para construcción Los materiales pétreos utilizados para la construcción del proyecto provendrán de bancos de materiales fuera de la Reserva de Sian Ka'an y que estén legalmente establecidos.
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.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no habrá relleno, desmonte, quema ni desecación de vegetación de humedal costero y tampoco implica perdida de vegetación característica de los humedales costeros.
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.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se realizará ninguna actividad de tiro, ni se depositarán materiales de dragado sobre la superficie de manglar.
4.20 Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se realizará la disposición de residuos sólidos en humedales costeros. Dicha desposición habiendo separado los residuos se realizará conforme a lo establecido por las autoridades municipales y de la Reserva.
4.21 Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semiintensiva en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del proyecto no exceda el equivalente de 10% de la superficie de la laguna costera receptora de sus efluentes en lo que se determina la capacidad de carga de la unidad hidrológica. Esta medida responde a la afectación que tienen las aguas residuales de las granjas camaronícolas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en el humedal costero y el ecosistema.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** no contempla la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semiintensiva en zonas de manglar y lagunas costeras.

NOM-022-SEMARNAT-2003	PROYECTO
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.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se realizará ninguna construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar. . Dado que la casa habitación estará a menos de 100 metros del mangle mas cercano el proyecto se acoge al acuerdo del Diario Oficial de la Federación que adiciona la especificación 4.43 a la NOM -022 -SEMARNAT-2003, se instrumentarán medidas de compensación, en los 682.34 m2 de mangle que se encuentran al oeste del camino Tulum-Boca Paila, dentro de la propiedad. El cumplimiento con la normatividad se enmarca en los lineamientos del Programa Nacional de Remediació de la SEMARNAT 2024 – 2030. La compensación indicada en la NOM-022-SEMARNAT 2003, se realizará en el área de vegetación del mangle del predio.
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.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se tiene contemplado realizar ningún tipo de canalización, así como tampoco habrá ninguna afectación a la vegetacióin de manglar.
4.24 Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se realizará ninguna actividad acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización
4.25 La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente postilaras de especies nativas producidas en laboratorio.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se realizará ninguna actividad acuícola dentro del proyecto **"Casa Habitación Zula"**.
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.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se realizará ninguna actividad o construcción sobre superficie de manglar, de igual manera no se realizará la remoción de larvas, peces o moluscos, por lo que no se contraviene a lo señalado en este numeral.
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.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no realizará ninguna actividad extractiva relacionada con la producción de sal dentro del predio donde se ubica el proyecto **"Casa Habitación Zula"**.
4.28 La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de referencia 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.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** no es de infraestructura turística y no se ubica dentro de un humedal costero, sin embargo, las obras del proyecto no pretenden la afectación de esta zona, por el contrario, se propone la conservación de dicha área, así como implementar medidas para su mantenimiento, por lo que el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no contraviene lo establecido en el presente numeral.
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, de áreas restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se prevé en ninguna etapa del proyecto la realización de ninguna actividad de turismo náutico en zonas de manglar.
4.30 En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** no contempla la utilización de vehículos náuticos.

NOM-022-SEMARNAT-2003	PROYECTO
(no mayor de 8 nudos), y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.	
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.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se tiene contemplado realizar actividades de turismo educativo, el proyecto consiste en la construcción de una casa unifamiliar de bajo impacto fuera de la zona de manglar.
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 de 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 30 Km. uno de otro	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** no contempla la elaboración de caminos. Considerando que la superficie de manglar que se localiza en el predio, se encuentra del lado Oeste del camino de terracería Tulum-Punta Allen, el proyecto no afectará el manglar.
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.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se tiene contemplado dentro del proyecto realizar ningún tipo de canales, así como tampoco la afectación de superficie de manglar.
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.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se considera la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros, toda vez que la superficie ocupada por la vegetación de humedal costero, se destinaran como 'área de conservación, así como no se pretende el paso de ganado, ni vehículos, ni personas a dicha área, toda vez que habrá restricción con letreros alusivos de prohibido el paso, para evitar el paso a esta zona.
4.35 Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar la superficie 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.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** considera llevar a cabo las actividades que la Reserva y la CONANP recomienden para proteger o conservar las superficies 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.
4.36 Se deberán restaurar, proteger o conservar la superficie de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo como se determinen en el Informe Preventivo.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"**, se van a restaurar, proteger o conservar la superficie de manglar ubicada dentro del predio del lado Oeste del camino Tulum-Boca Paila que está cerca de la orilla lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.
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.	Considerando que el humedal costero que se localiza en el predio del proyecto **"Casa Habitación Zula"**, se encuentra colindante a la Laguna denominada Campechen dentro de la Reserva de Sian Ka'an y forma parte de una franja del humedal costero que corre a lo largo de la laguna formando un ecosistema natural en donde se da una dinámica natural hidrológica y flujos hídricos continentales, por lo que se va a mantener la dinámica hidrológica, ya que esta no se encuentra afectada.
4.38 Los programas proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** contempla llevar a cabo reforestación con mangle con fundamentos científicos Dicha reforestación se llevará a cabo en la superficie de manglar

NOM-022-SEMARNAT-2003	PROYECTO
consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar.	dentro del predio. En cumplimiento con la normatividad se enmarca en los lineamientos del Programa Nacional de Remediació de la SEMARNAT 2024 – 2030. La compensación indicada en la NOM-022-SEMARNAT 2003, se realizará en el área de vegetación del mangle del predio.
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 suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.	El proyecto **"Casa Habitación Zula" apoyará** las acciones de restauración, de humedales costeros con zonas de manglar por lo que se usarán y van a 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 suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre. El cumplimiento con la normatividad se enmarca en los lineamientos del Programa Nacional de Remediación de la SEMARNAT 2024 – 2030. La compensación indicada en la NOM-022-SEMARNAT 2003, se realizará en el área de 682.34 m2 de vegetación del mangle del predio.
4.40 Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.	En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se van a introducir especies exóticas en 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.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** contempla obras de restauración dentro del manglar que se encuentra en la propiedad y se llevará a cabo durante toda la vida útil del proyecto en la Etapa de Construcción, y Operación.
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 proyecto **"Casa Habitación Zula"** considera el análisis integral de la unidad hidrológica y por su magnitud e impactos no provoca alteraciones significativas al respecto.
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."	En virtud de que el desplante del proyecto **"Casa Habitación Zula"** se encuentra a una distancia menor a aquella indicada en los numerales 4.14 y 4.16 de esta Norma, con el afán de exceptuar la restricción de 100 metros que se debe mantener entre el límite de la vegetación de manglar y las obras, el proyecto **"Casa Habitación Zula** con el Visto Bueno de la CONANP instrumentará las siguientes medidas de compensación en beneficio del humedal: El cumplimiento con la normatividad se enmarca en los lineamientos del Programa Nacional de Remediación de la SEMARNAT 2024 – 2030. La compensación indicada en la NOM-022-SEMARNAT 2003, se realizará en el área de vegetación del mangle del predio. -Diseño de la casa habitación en base a la preservación , conservación, y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar - Mantenimiento y limpieza de residuos sólidos a la zona del manglar dentro de la propiedad que esta al oeste del camino Tulum-Boca Paila. - Instalarán de letreros al lado del camino Tulum-Boca Paila de educación ambiental alusivos a la importancia de la conservación del mangle y sus funciones vitales. -Se imprimirá y circulará gratuitamente un folleto sobre educación ambiental enfocado a los mangles.

Con respecto al Decreto por el que se adiciona un articulo 60 TER, y se adiciona un segundo párrafo al artículo 99; todos ellos a la Ley General de Vida Silvestre, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 01 de febrero de 2007, que a la letra dice:

> ***"Artículo 60 TER.***- *Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.*
>
> *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 superficies de manglar.*
>
> ***Artículo 99.-…****Las obras y actividades de aprovechamiento no extractivo que se lleven a cabo en manglares, deberán sujetarse a las disposiciones previstas por el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente".*

Al respecto en base a este señalamiento el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no contempla la remoción, relleno, trasplante, poda u otra actividad que afecte la integridad del flujo hidrológico del manglar del ecosistema y de su zona de influencia, de la productividad natural, de la capacidad de carga natural del ecosistema de los proyectos turísticos, de las zonas de anidación, producción, refugio, alimentación y alevinaje o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítimo adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos, toda vez que la totalidad de la vegetación de manglar en los humedales costeros se mantendrá en sus condiciones actuales y que formara parte integral del proyecto, por lo que no se contraviene a lo señalado por la vigente Ley General de Vida Silvestre.

Después de complementar el análisis de concordancia y cumplimiento de las NOM's aplicables al proyecto, es de destacar, que aún en aquellas normas cuya aplicación es indirecta, el Proyecto, se ajusta a la estricta observancia de ellas. En este sentido de acuerdo con las NOM-022 que inciden en él, se concluye que el Proyecto cumple y se apega a lo señalado por las mismas.

III.5. Planes o Programas de Desarrollo Urbano (PDU).

Concordancia con los planes y programas relacionados con el proyecto "Casa Habitación Zula".

Sin duda los Planes y Programas, como se menciona en la Ley de Planeación, son los instrumentos que permiten al Ejecutivo, desarrollar las estrategias e instrumentos que fomentan y orientan el desarrollo del país; su condición como instrumentos de carácter inductivo, son sin duda elementos que fortalecen y favorecen el desarrollo de proyectos de inversión como el que nos ocupa; sin embargo, su condición jerárquica normativa, establece condiciones genéricas que, a manera de lineamientos, inciden en el proyecto, pero de manera alguna pueden, jurídicamente, limitarlo en su alcance, si este se atiene a lo que las leyes le indican En este sentido, se hace el análisis de concordancia del proyecto con el Plan Nacional de Desarrollo, los Programas Sectoriales y los programas de desarrollo de los temas que se vinculan al mismo, todos ellos, sustentados en sus consideraciones y limitados por lo que las leyes les imponen.

Tabla 55. Vinculación del proyecto con los Planes y programas de desarrollo.

Planes y Programas	Que dice	Relación con el proyecto
Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.	"El gobierno de México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, que en la época presente se ha evidenciado como un factor indispensable del bienestar. Se le define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esta fórmula resume insoslayables mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple con el requisito del desarrollo sostenible, ya que su diseño, construcción y operación garantiza la continuidad de los procesos ecológicos de la zona, mediante la aplicación de medidas de mitigación y compensación de los posibles efectos que éste pudiese ocasionar.
Programas Sectorial de Medio Ambiente	**Objetivos prioritarios** El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024 (PROMARNAT) contribuirá a los objetivos establecidos por el nuevo gobierno en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) como parte del Segundo Eje de Política Social. Sus Objetivos prioritarios, Estrategias prioritarias y Acciones puntuales están centrados en la búsqueda del bienestar de las personas, todo ello de la mano de la conservación y recuperación del equilibrio ecológico en las distintas regiones del país. El actuar del Programa se inspira y tiene como base el principio de impulso al *desarrollo sostenible* establecido en el PND, considerado como uno de los factores más importantes para lograr el bienestar de la población. En el cuadro que se muestra a continuación se enlistan los cinco Objetivos prioritarios del PROMARNAT.	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** cumple con los objetivos del Programa Sectorial ya que su diseño, construcción y operación sostenible garantiza la continuidad de los procesos ecológicos de la zona, mediante la aplicación de medidas de mitigación y compensación de los posibles efectos que éste pudiese ocasionar.
Programa Sectorial de Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo.	La planeación deberá llevarse a cabo como un medio para el eficaz desempeño de la responsabilidad del Estado sobre el desarrollo integral de la entidad y deberá tender a la consecución de los fines y objetivos políticos, sociales,	Con el proyecto **"Casa Habitación Zula"** se busca fortalecer la economía de la región y en particular el

Planes y Programas	Que dice	Relación con el proyecto
	culturales y económicos contenidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y la propia del Estado, para ello, estará basada en los siguientes principios: I.- El fortalecimiento de la soberanía en lo político, lo social, lo económico y lo cultural El equilibrio de los factores de la producción que proteja y promueva el empleo, en un marco de estabilidad económica y justicia social	incremento de empleos, para un fortalecimiento económico local.

CAPITULO IV.

DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA, SUBCUENCA Y MICROCUENCA DONDE SE ENCUENTRA UBICADA LA SUPERFICIE SOLICITADA INCLUYENDO CLIMA, TIPOS DE SUELO, TOPOGRAFÍA, HIDROGRAFÍA, GEOLOGÍA Y LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA FLORÍSTICA POR TIPOS DE VEGETACIÓN Y COMPOSICIÓN DE GRUPOS FAUNÍSTICOS.

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

De acuerdo con el Artículo 7 Fracción XVI de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) se define como Cuenca Hidrográfica: Superficie geográfica delimitada por la parte más alta de las montañas a partir de la cual fluyen las corrientes de agua, las cuales se unen y desembocan a una presa, lago o al mar; Lea más: https://leyes-mx.com/ley_general_de_desarrollo_forestal_sustentable/7.htm La Cuenca hidrológico-forestal es la unidad de espacio físico de planeación y desarrollo, que comprende el territorio donde se encuentran los ecosistemas forestales y donde el agua fluye por diversos cauces y converge en un cauce común, constituyendo el componente básico de la región forestal, que a su vez se divide en sub cuencas y microcuencas. El sistema ambiental de este proyecto, está definido según la cuenca hidrológica-forestal.

El Estado de Quintana Roo se ubica dentro de dos Regiones Hidrológicas; la RH-32 Yucatán Norte (Yucatán) que ocupa el 31.77% del territorio estatal y la RH-33 Yucatán Este (Quintana Roo) que abarca el 68.23% de la superficie estatal. A su vez estas regiones hidrológicas se dividen en cuencas hidrológicas y en la entidad se encuentra cuatro de ellas:

- En la RH-32 se encuentran las Cuencas 32ª Quintana Roo (31% de la superficie estatal) y la Cuenca 32B Yucatán (0.77% de la superficie del Estado).
- La RH-33 en la cual se distinguen las cuencas la 33ª Bahía de Chetumal y otras que ocupan el 34.76% del territorio estatal y la 33 Cuenca Cerradas B con el 33.47% de la superficie del Estado.

El Municipio Tulum está ocupado por las Cuencas Hidrológicas Quintana Roo y Cuencas Cerradas B; la primera se ubica al Norte del Estado y abarca la mayor parte de la superficie municipal con 91.27%, mientras que la segunda se ubica al Suroeste de la entidad y abarca el 8.73% del municipio.

Por su parte la cuenca 33B Cuencas Cerradas B, ocupa el 33.47% de Quintana Roo; la temperatura media anual es de 26°C con una ligera variación en cuanto a rangos de precipitación, que va de 1,000 mm al Oeste, hasta 1,500 mm al Noroeste y un escurrimiento superficial de 0 al 5%, aunque se pueden encontrar unidades con rango de escurrimiento del 5 al 10%; en ella se

localizan dos microcuencas dentro de Tulum, Javier Rojo Gómez y Chumpón, ubicadas al Sur del municipio.

Microcuenca Chumpon: Esta microcuenca se encuentra ubicada en las coordenadas UTM X=440,803.314; Y= 2,228,112.036 de la Región Hidrológica Yucatán Este y forma parte de la Cuenca Hidrológica conocida como "Cuenca Cerradas B" y de la subcuenca hidrológica "Chunyaxche – Santa Amalia. Parte de esta microcuenca se halla en parte del territorio que ocupa la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. Presenta cuerpos de agua perene con coeficiente de escurrimiento de 0 a 5%, 10 a 20% y 20 a 30%. Esta microcuenca en particular presenta material consolidado con posibilidades bajas (rocas metamórficas, sedimentarias y extrusivas que por su origen, escaso fracturamiento y baja porosidad limitan en alto grado la circulación del agua), áreas con material consolidado con posibilidades altas (rocas que, por su fracturamiento intenso y alta porosidad intercomunicada, permiten el flujo del agua) y áreas de material no consolidado con posibilidades bajas (Depósitos de material con granulometría variada y alto porcentaje de arcilla y limo que los hacen casi impermeables) para convertirse en un acuífero.

Puede resumirse lo siguiente: el proyecto **"Casa Habitación Zula"** se encuentra en la Región Hidrológica -Administrativa XII: Península de Yucatán, en la Región Hidrológica 33- Yucatán Este, en las Cuencas Cerradas B y en la microcuenca Chumpón.

El proyecto **"Casa Habitación Zula"** se encuentra en la Región Hidrológica -Administrativa XII: Península de Yucatán.

El proyecto **"Casa Habitación Zula"** se encuentra en la Región Hidrológica 33- Yucatán Este.

El proyecto **"Casa Habitación Zula"** se encuentra en las Cuencas Cerradas B

El proyecto **"Casa Habitación Zula"** se encuentra en la microcuenca Chumpón.

Microcuenca Chumpon: Esta microcuenca se encuentra ubicada en las coordenadas UTM X= 440,803.314; Y= 2, 228, 112.036. de la Región Hidrológica Yucatán Este y forma parte de la Cuenca Hidrológica conocida como "Cuencas Cerradas B" y de la subcuenca hidrológica "Chunyaxche – Santa Amalia. Parte de esta microcuenca se halla en parte del territorio que ocupa la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Presenta cuerpos de agua perene con coeficiente de escurrimiento de 0 a 5%, 10 a 20% y 20 a 30%.

Como parte del análisis de las condiciones ambientales que prevalecen en el sistema ambiental de la microcuenca Chumpón se realiza un diagnóstico del estado de conservación o de alteración de los componentes y procesos ecológicos de la misma, es decir, de la integridad funcional de los ecosistemas, ya que en última instancia el proyecto **"Casa Habitación Zula"** es viable ambientalmente si se demuestra que es compatible con la vocación del suelo y permite la continuidad de los procesos y la permanencia de los componentes ambientales (artículo 44 del REIA).

Los criterios considerados para la descripción del sistema ambiental dentro de la microcuenca Chumpon (**Fig. 16**) donde pretende establecerse el presente proyecto **"Casa Habitación Zula"** se consideran los siguientes criterios:

a) **Criterios de Planeación y Desarrollo (Enfoque Sistémico):** El sitio del proyecto se localiza en la Región Hidrológica Yucatán Este (No. 33) en la cuenca "Cuencas Cerradas" donde se tiene únicamente cuerpos de agua como son Laguna Chunyaxché, Laguna Chinchancanab, Laguna Caapechén, Laguna Boca Paila, Laguna Paytoro, Laguna Ocom y Laguna Esmeralda. De manera específica, el proyecto **"Casa Habitación Zula"** se encuentra sobre la barra arenosa en las inmediaciones del cuerpo de agua denominado Laguna Boca Paila y el Mar Caribe.

b) **Criterios Normativos (Enfoque Administrativo):** Al proyecto **"Casa Habitación Zula"** le aplican las regulaciones del POERSK, de manera particular se consideran los criterios de la UGA Tu1 que corresponden a la porción terrestre que colindan con el predio, así como una porción de agua del Mar Caribe que colinda al Este, y una porción de agua de la Laguna Boca Paila ubicada al Oeste.

c) **Criterios Técnicos (Enfoque Geográfico):** Los criterios técnicos considerados para la descripción del sistema ambiental de la microcuenca Chumpon son los siguientes:

- Se incluye la totalidad de la superficie sujeta a cambio de uso del suelo y la superficie total del predio;
- Se incluye la totalidad del área de influencia directa de los impactos potenciales derivados de la remoción de la vegetación forestal en este predio por la construcción del proyecto **"Casa Habitación Zula"** considerada de bajo impacto;
- Se incluyen las superficies colindantes al sitio del proyecto **"Casa Habitación Zula"** donde se prevén los impactos ambientales indirectos, así como las áreas que resulten beneficiadas con el establecimiento y la operación eficiente de este proyecto **"Casa Habitación Zula"**.

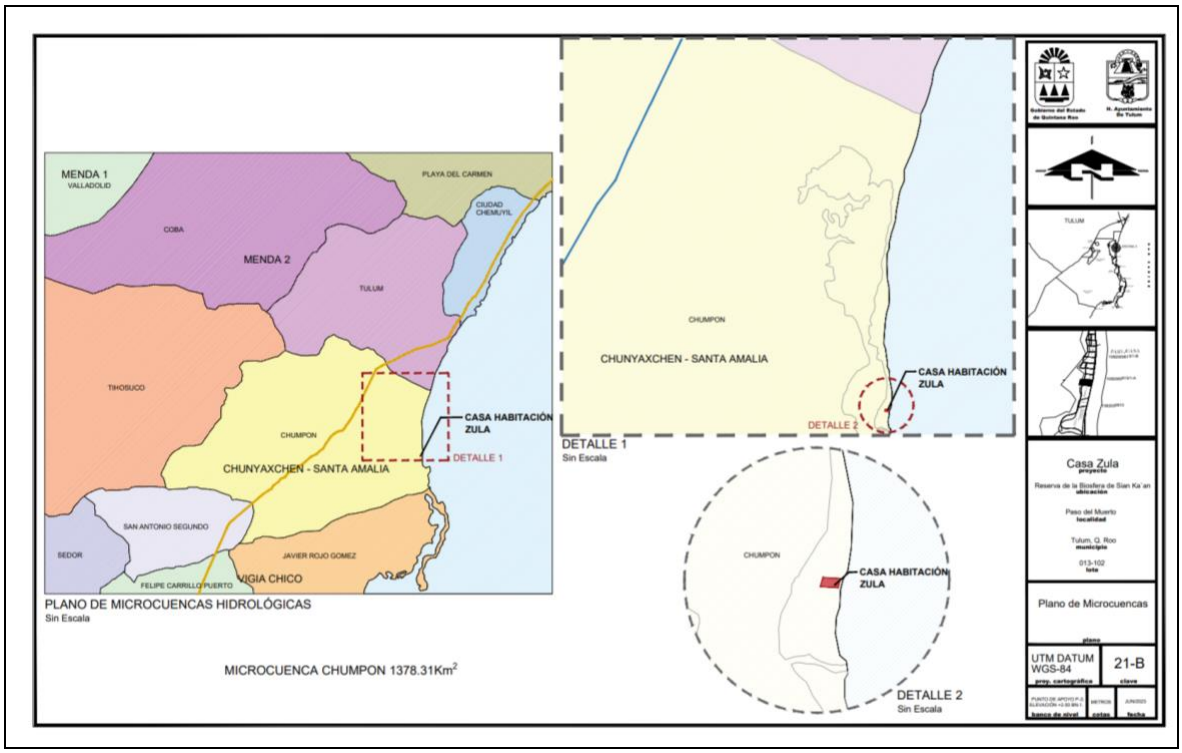

Figura 16. Delimitación de la microcuenca Chumpon en que se localiza el proyecto **"Casa Habitación Zula".**

La microcuenca Chumpon abarca una superficie total de 1378.31 kilómetros cuadrados y comprende el área de influencia directa e indirecta del proyecto, abarcando la franja de litoral costero entre la Laguna Boca Paila y el Mar Caribe (**Fig. 16 y 17**).

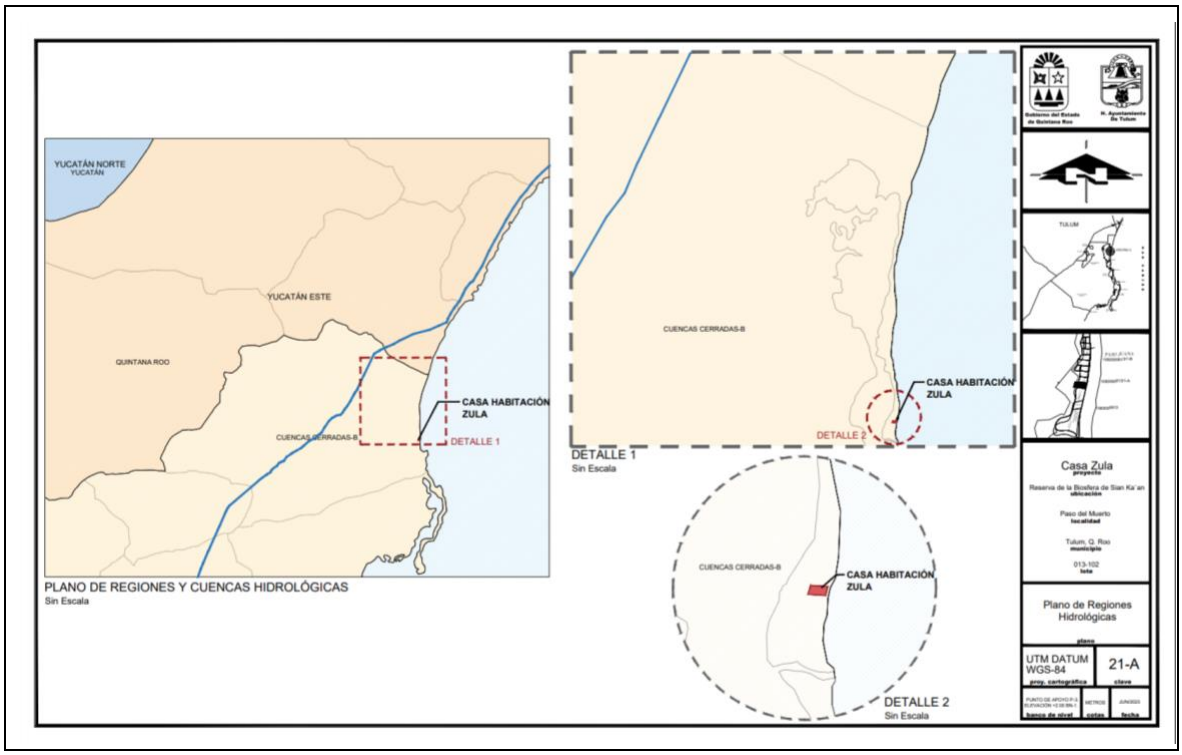

Figura 17. Region hidrológicas del proyecto **"Casa Habitación Zula"**.

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental de la micro cuenca Chumpón

Esta microcuenca se encuentra ubicada en las coordenadas UTM X=440,803.314; Y= 2,228,112.036 de la Región Hidrológica Yucatán Este y forma parte de la Cuenca Hidrológica conocida como "Cuenca Cerradas B" y de la subcuenca hidrológica "Chunyaxche – Santa Amalia. Parte de esta microcuenca se halla en parte del territorio que ocupa la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.

Presenta cuerpos de agua perene con coeficiente de escurrimiento de 0 a 5%, 10 a 20% y 20 a 30%. Esta microcuenca en particular presenta material consolidado con posibilidades bajas (rocas metamórficas, sedimentarias y extrusivas que por su origen, escaso fracturamiento y baja porosidad limitan en alto grado la circulación del agua), áreas con material consolidado con posibilidades altas (rocas que, por su fracturamiento intenso y alta porosidad intercomunicada, permiten el flujo del agua) y áreas de material no consolidado con posibilidades bajas (Depósitos de material con granulometría variada y alto porcentaje de arcilla y limo que los hacen casi impermeables) para convertirse en un acuífero.

Se presenta en información mesurable y en instrumentos cartográficos, habiéndose considerado para su formulación, las siguientes acciones:

a) la ubicación del predio y su relación con los instrumentos de planeación aplicables,

b) la naturaleza y magnitud del proyecto **"Casa Habitación Zula".**

c) la representación cartográfica de la dispersión de los impactos ambientales previstos, y

d) la identificación de las condiciones y características de las comunidades vegetales predominantes.

La elaboración de este capítulo contempló la generación de información técnico-científica mediante estudios especializados fundamentados en estudios de campo (recorridos en el sitio de estudio) y gabinete (bibliografía y cartografía) del medio biótico y abiótico. Dicha información se convirtió en el insumo fundamental para el planteamiento y diseño del proyecto **"Casa Habitación Zula"** y responde a distintos niveles de extensión geográfica. En la siguiente **Tabla 56** se muestra la estructura bajo la cual se presenta la información generada y los distintos niveles de extensión geográfica que comprendieron los estudios ambientales realizados.

Tabla 56. Niveles de extensión geográfica que comprendieron los estudios realizados.

FACTORES AMBIENTALES	ESTUDIO	EXTENSIÓN GEOGRÁFICA
MEDIO ABIÓTICO		
Clima y fenómenos meteorológicos	Clima y fenómenos meteorológicos	Región hidrológica 33-Yucatan Este y Cuencas Cerradas -B
Geomorfología	Geología	Región hidrológica 33-Yucatan Este y Cuencas Cerradas -B
Suelo	Edafología	Región hidrológica 33-Yucatan Este y Cuencas Cerradas -B
Agua	Hidrología Superficial y Subterránea	Región hidrológica 33-Yucatan Este y Cuencas Cerradas -B
Aire	Vientos	Región hidrológica 33-Yucatan Este y Cuencas Cerradas -B
MEDIO BIÓTICO		
Vegetación	Caracterización de Flora	Microcuenca Chumpón
Fauna	Caracterización de Fauna	Microcuenca Chumpón
Composición de poblaciones y comunidades	Caracterización de Flora y Fauna	Microcuenca Chumpón
Biodiversidad	Caracterización de Flora y Fauna	Microcuenca Chumpón
Ecosistemas	Caracterización de Flora y Fauna	Microcuenca Chumpón
Ecosistemas ambientales sensibles	Caracterización de Flora y Fauna	Microcuenca Chumpón
MEDIO SOCIOECONÓMICO		
Medio Socioeconómico	Estudio Socioeconómico	Estatal y Municipal

El análisis de los estudios técnicos que se presentan en esta caracterización y el análisis del SA de esta microcuenca, incluyen las descripciones del patrón de ocupación del área natural protegida de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, las condiciones y características predominantes en las comunidades vegetales que integran la microcuenca Chumpon, así como,

los cambios que se han registrado en las últimas décadas como consecuencia del crecimiento poblacional y por el establecimiento de los desarrollos turísticos y casas unifamiliares.

Se identificaron y determinaron las unidades de paisajes presentes en la superficie del **SA**, entendidas estas como componentes discretos y perceptibles del especio terrestre que se estructuran en función de su composición característica o fisionomía distintiva que las hace ser claramente diferenciables.

La integración de este capítulo, tiene como objetivo generar la información necesaria que le permita a la autoridad, considerar durante el proceso de evaluación las disposiciones específicas que le establecen los artículos 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 44 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental en el sentido de:

I. Determinar la calidad ambiental del o de los ecosistemas que vaya (n) a ser afectado (s) por las obras y/o actividades, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen a ser objeto de aprovechamiento o afectación.

II. Que se mantiene la biodiversidad, que se mitiga la erosión de los suelos, que se previene el deterioro de calidad del agua o la disminución de su captación y que la afectación directa o indirecta de los recursos naturales, sobre los cuales vaya a incidir el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no ponga en riesgo la integridad funcional y la capacidad de carga del(os) ecosistema(s) de los que forman parte dichos recursos, por tiempos indefinidos.

Por lo antes citado, en este apartado se hace una caracterización concreta, objetiva y sustentada tanto en el inventario de la microcuenca Chumpon, así como el levantamiento en campo, como de la que deriva de la consulta a bibliografía especializada y actualizada.

IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del sistema ambiental de la microcuenca Chumpon.

La calidad ambiental del sistema ambiental de la microcuenca Chumpon donde se ubica el proyecto, se describe en función de la evolución del área natural protegida Reserva de la Biósfera Sian Ka'an en las últimas décadas y el impacto ocasionado en su estructura y su funcionamiento, por efecto de los cambios que han experimentado sus componentes físicos, biológicos y socioeconómicos de mayor importancia.

Los factores ambientales y antropogénicos que han afectado al área, se analizaron para evaluar el estado actual de la vegetación. Este análisis sirve de base para respaldar las recomendaciones sobre las medidas de mitigación que se proponen en función de las condiciones de la vegetación y de las especies seleccionadas, que se encuentran dentro del predio.

Entre los factores ambientales que han provocado la degradación de la vegetación en esta microcuenca, destacan las tormentas tropicales y los huracanes, fenómenos que son recurrentes

en esta zona y que afectan de manera directa la vegetación que actúa como forma de contención de los vientos dando el efecto de barrera. Los ciclones tropicales Gilberto y Wilma, se encuentran entre los más fuertes que han afectado de manera reiterada a los ecosistemas del Área Natural Protegida y en particular a la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an del Estado de Quintana Roo. Diversos estudios documentan que los vientos fuertes alteran de manera drástica la fisonomía y la estructura de la vegetación costera y la vegetación de manglar.

Entre los daños más evidentes a la vegetación que actúa como barrera rompe vientos, por encontrarse en la línea de costa, destacan la defoliación, ruptura de ramas y tallos, caída de árboles y hasta la muerte de algunos ejemplares de flora. Por sus efectos naturales de aclareo induce pocos cambios en la composición de especies y la recuperación de la mayoría de las plantas afectadas se hace evidente luego de pocos meses después de la afectación (Sánchez, 2000). Sin embargo, se reconoce que el impacto de los huracanes, se incrementa de manera significativa cuando se presenta asociado a otros factores de disturbio como los incendios forestales y los cambios de uso del suelo provocados por las actividades productivas. Situación que no se ha dado de manera particular en la zona donde se ubica el predio.

La vegetación predominante en el sitio del proyecto dentro de la microcuenca Chumpon en la que se encuentra el proyecto, de acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación, serie VII del INEGI (escala 1: 250,000), corresponde a vegetación de manglar. Sin embargo, de acuerdo con la verificación de campo y la interpretación de imágenes de satélite, se pudo determinar que en el sitio del predio predominan dos tipos de vegetación: (1) vegetación de manglar en zonas de humedal costero colindante a la Laguna Boca Paila y (2) vegetación de duna costera sobre sustrato arenoso hacia el Mar Caribe.

Por su parte, entre los factores antropogénicos que han provocado la degradación de la vegetación, se encuentran los desarrollos de tipo turístico y las casas unifamiliares de bajo impacto que se han desarrollado bajo los lineamientos y criterios ecológicos establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka´an. Este instrumento de política ambiental tiene el objetivo de alentar un desarrollo turístico e infraestructura de servicios, que permita la permanencia de los recursos naturales sin llegar al conservacionismo extremo.

El crecimiento que ha tenido la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, hace imprescindible un desarrollo con una planeación integral estratégica, que cumpla con los requerimientos de los propietarios y posesionarios de los predios, y se encuentre acorde con los instrumentos de planeación en materia ambiental.

El proyecto denominado **"Casa Habitación Zula",** pretende la construcción de una casa unifamiliar de bajo impacto, contemplada dentro de un Desarrollo Turístico Integral de la región, la cual brinda la oportunidad de convivencia con la naturaleza y el medio ambiente, capitalizando la belleza potencial en la zona y coadyuvando a la protección y conservación de los recursos

naturales del área, tomando en cuenta la creación de empleos directos e indirectos y propiciando el desarrollo para la entidad en general.

Un desarrollo sin límites en esta región, puede provocar el deterioro y/o destrucción de una de las regiones del Caribe Mexicano que aún conserva su belleza y valor ecológico. Un desarrollo de este tipo puede ser una causa del deterioro ambiental y en conjunto constituye la principal amenaza para la diversidad biológica y la conservación del agua como recurso, si no se ajustan dentro de un marco legal de regulación.

El escenario ambiental que se espera por la construcción y operación del proyecto **"Casa Habitación Zula"** que es de bajo impacto, coincide con el entorno en el cual se encuentra, es decir, que el proyecto formará parte de un ambiente natural. La naturalidad que se observa en el ámbito estudiado se confirma toda vez que no se afectará la vegetación de manglar que se localiza en la microcuenca Chumpon.

IV.2.3. Medio abiótico

IV.2.3.1. Clima y fenómenos meteorológicos

El régimen climático característico en Quintana Roo, de acuerdo con la clasificación climática de Koppen modificada por García (1981), corresponde con el tipo cálido subhúmedo (Aw), afectado localmente por su vecindad con el Mar Caribe y las bajas elevaciones del terreno sobre el nivel del mar. Por su parte, el clima del municipio de Tulum y que predomina en la micro cuenca corresponde al subtipo Aw2 (x´), denominado cálido subhúmedo con lluvias en verano. Este clima, es el más húmedo de los subhúmedos, con precipitación total entre 1,000 y 1,200 mm de mayo a octubre y temperaturas promedio máximas y minimas de 31.5 y 19.5 °C de mayo a octubre (**Fig. 18**). Este clima es benévolo y apto para las actividades humanas en la Reserva de Sian Ka'an.

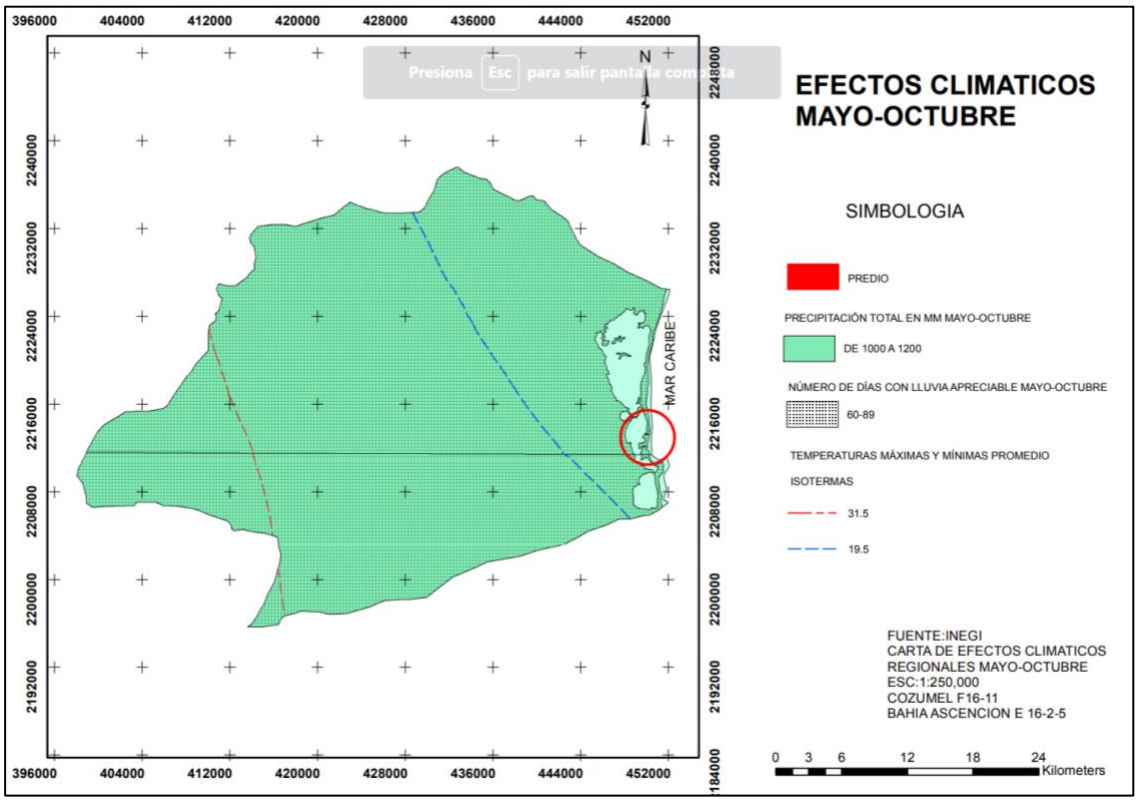

Figura 18. Efectos climáticos en la microcuenca Chumpon.
Fuente: INEGI, Carta de efectos climáticos mayo -octubre. Escala 1: 250,000

Una característica que sirve como referencia para la clasificación en este grupo climático es que la temperatura media del mes más frío es mayor de 18 °C. Por otra parte, las isolletas se encuentran cercanas a los 1,500 mm, estando los valores medios de humedad relativa en un rango del 80 al 90% como consecuencia del régimen de lluvias prevaleciente y su cercanía al mar. El balance de escurrimiento medio anual es de 0-20 milímetros mientras que el déficit por evapotranspiración para la zona es de 600 a 700 milímetros anuales.

Temperatura promedio anual y mensual. - De acuerdo con datos de la CNA, las temperaturas medias anuales para la microcuenca donde se ubica el proyecto oscilan desde 26 ºC hasta 27.7 ºC, y la temperatura media para el mismo lapso es de 26.5 ºC. Las temperaturas medias extremas son de 19.0 ºC la mínima y 35.2 ºC la máxima. Hasta el momento la temperatura más baja es de 9.5 ºC y se registró en marzo de 1996, mientras que la más alta fue en agosto de 1998 con 39.5 ºC. De acuerdo con las temperaturas medias mensuales, el mes más frío es enero con 24.1 ºC, y julio el más caluroso con 29.3 ºC, con una oscilación térmica de 5.2 ºC.

Precipitación promedio anual y mensual. - En cuanto a la precipitación en la zona, el año de mayor precipitación fue 1998, cuando se registraron 1,955.3 mm de lluvia; mientras que 1996 presentó la menor cantidad con 1,032.0 mm de precipitación pluvial. La mayor precipitación ocurre generalmente en el mes de septiembre, el cual tiene un promedio de 231.0 mm de lluvia

mensual; mientras que abril es el mes que presenta la menor precipitación mensual promedio, con un registro de 39.2 mm.

La precipitación máxima registrada en 24 horas ocurrió en el mes de septiembre del 2000 y fue de 230.6 mm. En referencia cartográfica, en escala 1:1'000,000 (INEGI), la Precipitación Total que se corresponde a una lámina de agua de 1,093 mm como promedio anual. 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 medio anual es de 0-20 mm mientras que el déficit por evapotranspiración para la zona es de 600 a 700 mm anuales (www.cna.gob.mx).

En relación con los factores de riesgo hidro meteorológico, la zona donde se pretende llevar a cabo la implementación del proyecto **"Casa Habitación Zula"** se encuentra en la franja de paso de huracanes que se forman en la región del Atlántico. Lo anterior, de acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), determina que exista un riesgo mediano a este tipo de fenómenos meteorológicos (**Fig. 19**).

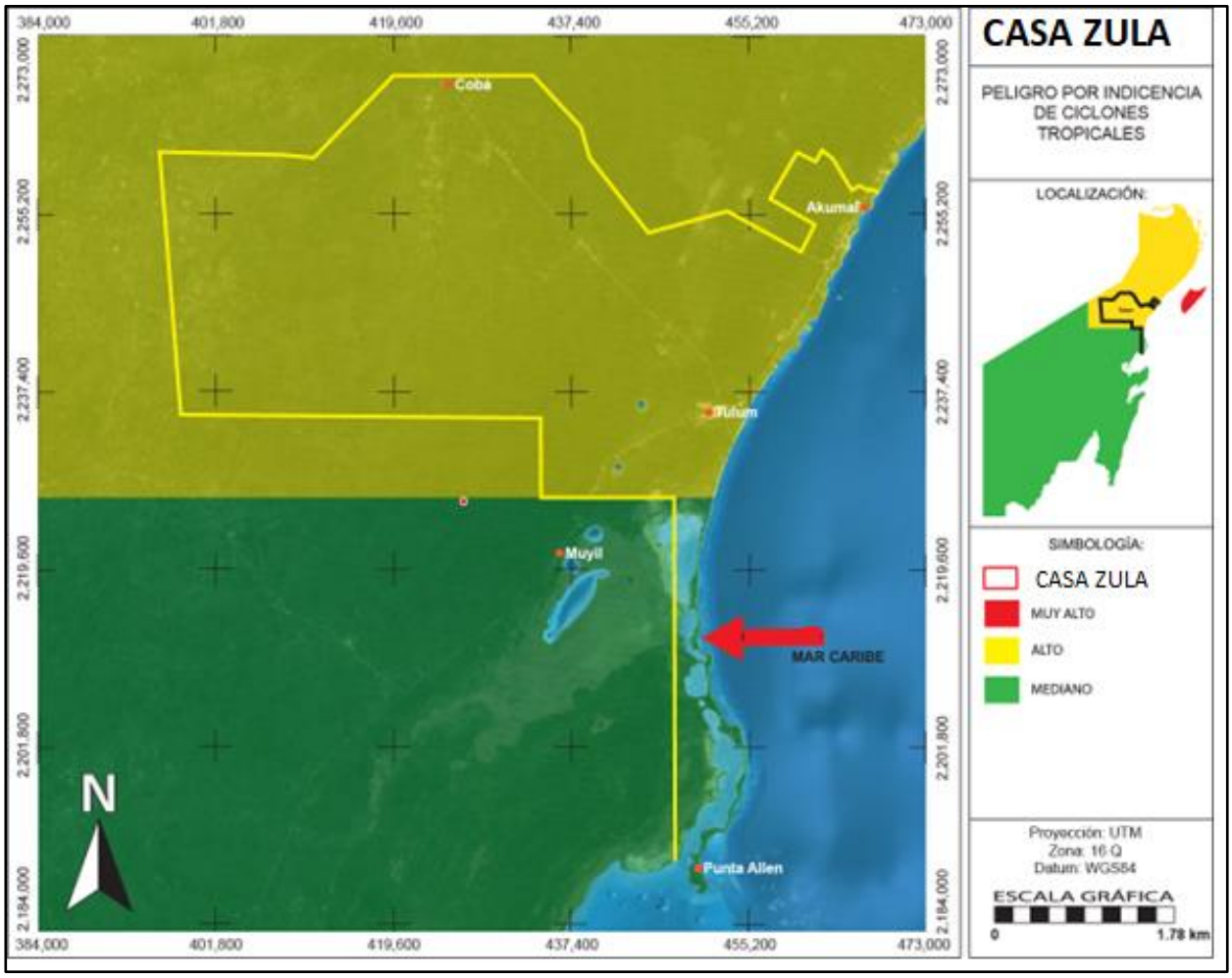

Figura 19. Mapa de peligros por incidencia de ciclones tropicales.
Fuente: Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

Los huracanes son frecuentes durante la última parte del verano y el comienzo del otoño (agosto-octubre e incluso noviembre). Cuando se generan estas perturbaciones atmosféricas afectan a las costas de Quintana Roo. Los fuertes vientos, el oleaje generado por los mismos y las ondas de tormenta que elevan considerablemente el nivel del mar causan con regularidad efectos destructivos en los ecosistemas costeros. Los vientos generados por estos fenómenos suelen alcanzar velocidades superiores a 120 nudos (222 km/h).

En la **Tabla 55** se presentan algunas características importantes de los huracanes que se han presentado en la región en los últimos 25 años y que han ocasionado alguna afectación en la costa del Estado de Quintana Roo.

Tabla 57. Lista de algunos de los huracanes que se han presentado en la región de la Península de Yucatán.

Nombre	Categoría	Estados afectados	Fecha		Velocidad máxima vientos (km/h)
			Año	Mes	
Ernesto	H1	Sur de Quintana Roo	2012	Agosto	150
Rina	TT	Norte de Quintana Roo	2011	Octubre	120
Paula	H1	Norte de Quintana Roo	2010	Noviembre	160
Ida	H2	Norte de Quintana Roo	2009	Noviembre	160
Dean	H5	Península de Yucatán, Veracruz, Edo de México.	2007	Agosto	280
Emily	H4	Quintana Roo, Yucatán, Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila.	2005	Julio	250
Stan	T1	Quintana Roo, Veracruz, Chiapas, Tabasco, Oaxaca	2005	Septiembre	75
Wilma	H4	Quintana Roo	2005	Octubre	275
Ivan	H5	Quintana Roo, Yucatán	2004	Septiembre	270
Claudette	H1	Quintana Roo, Yucatán	2003	Julio	140
Isidore	H3	Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco	2002	Septiembre	205
Chantal	TT	Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco	2001	Agosto	115
Gordon	DT	Quintana Roo, Yucatán, Campeche	2000	Septiembre	55
Mitch	H5	Centroamérica, Península de Yucatán	1998	Noviembre	250
Roxanne	H3	Campeche, Quintana Roo, Tabasco	1995	Octubre	160
Opal	DT	Campeche, Quintana Roo, Tabasco	1995	Septiembre-Octubre	35
Gilberto	H5	Península de Yucatán, Tamaulipas, Monterrey.	1988	Septiembre	296

IV.2.3.2. Geomorfología

El Estado de Quintana Roo queda comprendido en su totalidad dentro de la provincia Fisiográfica denominada "Península de Yucatán" que se caracteriza por presentar una superficie sensiblemente plana. La geología del estado tiene su origen en las rocas sedimentarias de material calizo que se remontan al Terciario y Cuaternario, que se formaron por la aportación de material principalmente biogénico proveniente de organismos que se desarrollaron en mares someros. De manera más específica y de acuerdo con el INEGI (1984) en su carta geológica escala 1:250,000 COZUMEL F16-11, en la zona del proyecto se presentan suelos Litorales Q(li) de origen cuaternario constituidos por arenas de diferente composición y tamaño, de bien o mal clasificadas según el área en que se encuentren, están formadas por oolitas y en menor cantidad por fragmentos de moluscos, corales, equinodermos, espículas de esponjas, alucionarios y equinodermos, además de microforaminíferos bentónicos y planctónicos. Estos forman una franja angosta plana, localizada entre la Laguna Boca Paila y el Mar Caribe (**Fig. 20**).

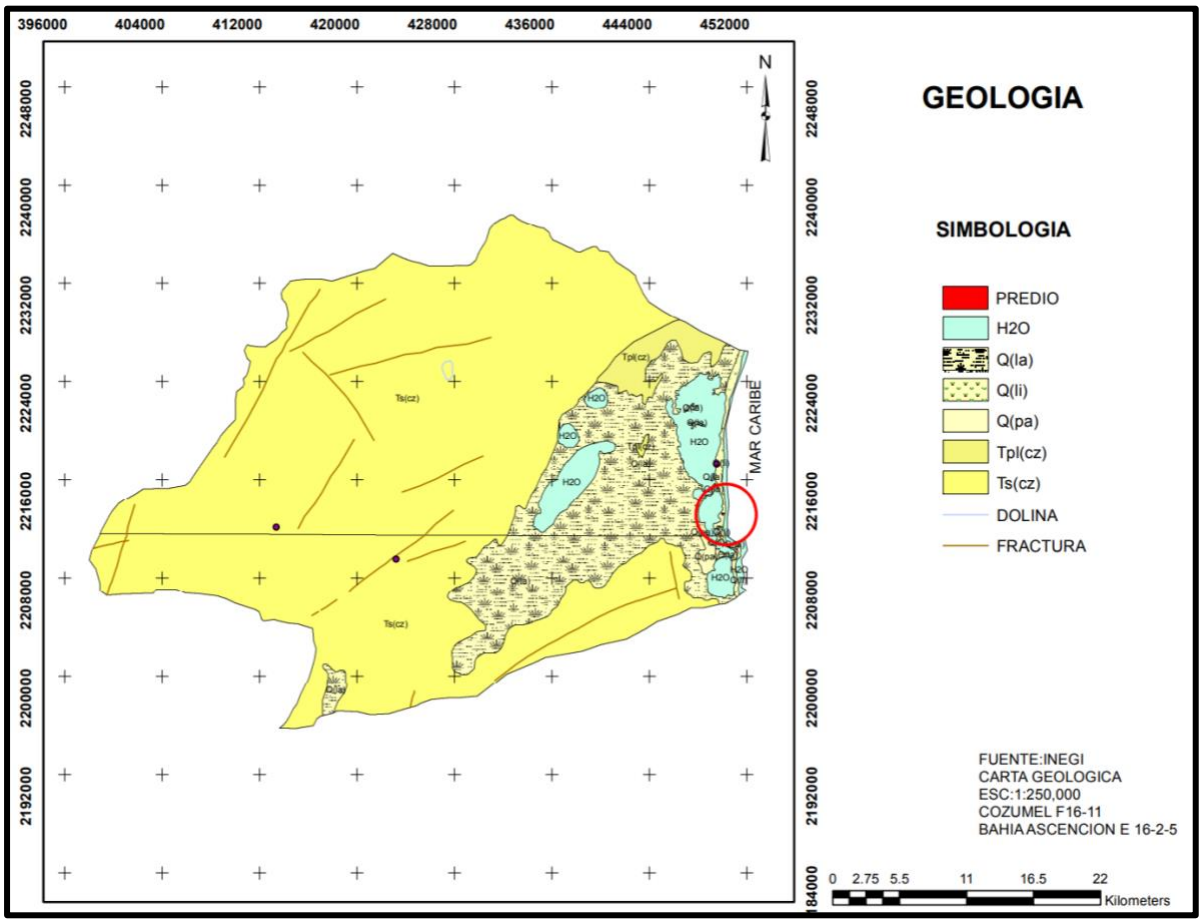

Figura 20. Mapa Geológico del Área de Estudio

Fuente: Carta Geológica del INEGI "COZUMEL F16-11" a escala 1: 250 000

IV.2.3.3. Suelo

El área de estudio de este proyecto **"Casa Habitación Zula"**, por sus características geológicas, se define como una estructura relativamente joven, de origen sedimentario con formaciones rocosas sobre las cuales se han depositado arenas y estructuras de origen orgánico marino que han dado forma a una losa caliza consolidada con fracciones en proceso de consolidación.

La visión geotécnica considera el suelo como material sin consolidar que se encuentra sobre el lecho rocoso. Desde el punto de vista agrícola, el suelo es la capa de material fértil que recubre la superficie de la Tierra y que es explotada por las raíces de las plantas y a partir del cual obtienen sostén, nutrimentos y agua. Desde una perspectiva ambiental, este concepto simple ha evolucionado hasta reconocer su papel fundamental en todos los procesos eco sistémicos por las funciones y servicios que realiza en la regulación y la distribución del flujo de agua o como amortiguador de los efectos de diversos contaminantes.

De acuerdo con la "Carta Edafológica Cozumel F16-11 Escala 1: 250,000, el tipo de suelo presente en el predio en donde se pretende establecer el proyecto es Regosol Calcárico con composición porcentual de 4% de arcillas, 6% de limos y 90% arena, sin estructura y escaso contenido de materia orgánica (menor de 1%) y relativamente alcalinos. Según la clasificación mundial de suelos le corresponde la asociación ARcasoh+SCsowar/1 (Fig**. 21**). De acuerdo con la clasificación Maya, corresponde a los tipos conocidos como K'aak'che'il y Kanche'il (monte que está en contacto con el agua de mar).

Son suelos que tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen, muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad. Se incluyen en este grupo los suelos arenosos costeros como el arenosol con pocas partículas de arcilla que retienen la humedad y los nutrientes, escaso nitrógeno por la poca descomposición de materia orgánica. El agua de lluvia se filtra rápidamente, dejando una superficie seca, condiciones poco favorables para la germinación de semillas, salvo para el caso de la halófitas. El manto freático humedece al suelo debido a su escasa profundidad por ser un predio costero.

Son suelos que a pesar de su cercanía al mar se mantienen libres de sales solubles, aunque no así en el caso del sodio que llegan a ocupar poco más de 20% de la capacidad de intercambio catiónico; pues sus valores por lo regular son muy bajos, menores de 3 meq/100 g de suelo con una saturación de bases del orden de 100%, destacando el calcio como elemento más abundante, seguido del magnesio; son poco fértiles y presentan buen drenaje.

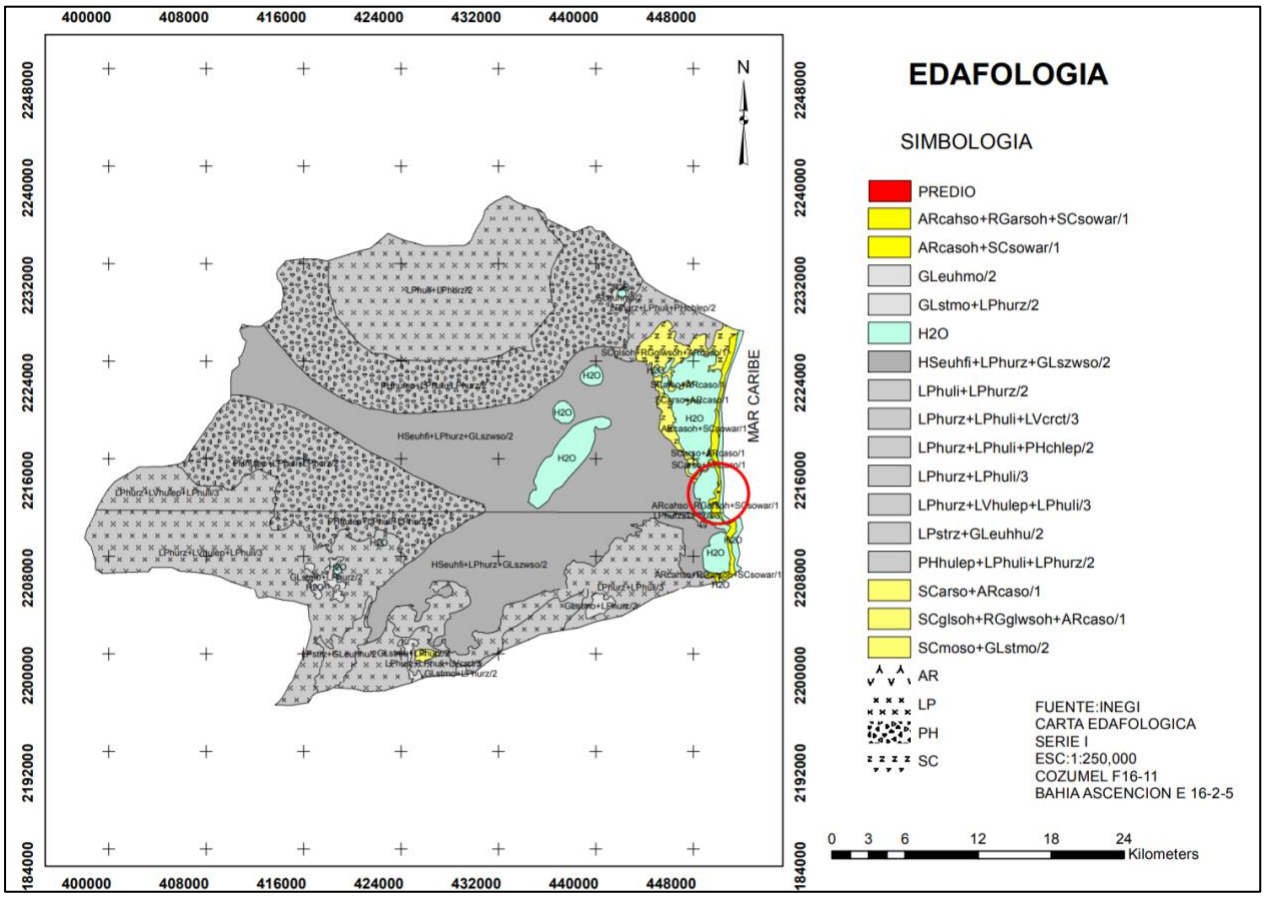

Figura 21. Mapa Edafológico del Área de Estudio
Fuente: Carta Edafológica del INEGI "COZUMEL F16-11" a escala 1: 250 000"

En la microcuenca Chumpon destacan por su extensión las asociaciones de suelos del tipo Leptosol. Los leptosoles (del griego leptos, delgado) se caracterizan por su escasa profundidad (menor a 25 cm). Una proporción importante de estos suelos se clasifica como leptosoles líticos, con una profundidad de 10 centímetros o menos. Otro componente destacado de este grupo es el de los leptosoles réndzicos, que se desarrollan sobre rocas calizas y son muy ricos en materia orgánica. En algunos casos son excelentes para la producción agrícola, pero en otros pueden resultar muy poco útiles por dos razones: su escasa profundidad los vuelve muy áridos y el calcio que contienen puede llegar a inmovilizar los nutrientes minerales. Los leptosoles dominan la península de Yucatán, territorio que emergió del fondo oceánico en fecha relativamente reciente, por lo que sus suelos no han tenido ocasión de desarrollarse.

Tabla 58. Asociaciones de suelos predominantes y superficie que ocupan en la microcuenca Chumpon.

Asociaciones de suelos	Hectáreas
ARcahso+RGarsoh+SCsowar/1	350.38
ARcasoh+SCsowar/1	569.33
GLeuhmo/2	141.65
GLstmo+LPhurz/2	1039.79
HSeuhfi+LPhurz+GLszwso/2	38788.75
LPhuli+LPhurz/2	17513.24
LPhurz+LPhuli/3	8304.24
LPhurz+LPhuli+LVcrct/3	4232.40
LPhurz+LPhuli+PHchlep/2	2430.20
LPhurz+LVhulep+LPhuli/3	19033.98
LPstrz+GLeuhhu/2	1401.49
PHhulep+LPhuli+LPhurz/2	34034.04
SCarso+ARcaso/1	87.22
SCglsoh+RGglwsoh+ARcaso/1	2369.72
SCmoso+GLstmo/2	145.36
H2O	7388.76
Total	137830.53

IV.2.3.4. Agua

Una de las características físicas más importantes que interactúan con el relieve es sin duda el drenaje superficial. En general para los Estados de Yucatán y Quintana Roo, no hay corrientes de agua superficiales relevantes debido al escaso relieve, la alta permeabilidad del sustrato geológico y al poco espesor del suelo.

La excepción de esta particularidad lo constituye el Río Hondo, que sirve de límite natural entre México y Belice. Todas las demás corrientes de la entidad son de régimen transitorio, bajo caudal y muy corto recorrido y desembocan a depresiones topográficas donde forman lagunas, principalmente efímeras, con excepción de las de Bacalar, Chichancanab, Paiyegua y Chunyaxche, que son permanentes debido a que en ellas aflora el nivel freático.

El sitio del proyecto **"Casa Habitación Zula"** se localiza en la Región Hidrológica Número 33 (Yucatán Este) dentro de la Microcuenca Chumpón. En la Región Hidrológica Número 33, la circulación de agua subterránea es abundante debido a las elevadas precipitaciones y alta permeabilidad de la superficie cárstica. La recarga de acuíferos ocurre en la región poniente a través de los volúmenes infiltrados y los flujos subterráneos se convierten en descargas hacia el mar. Se considera que el flujo de agua subterráneo está a poca profundidad, ya que aflora ocasionalmente en cenotes y lagunas intermitentes. Las altas temperaturas registradas durante todo el año ocasionan una evapotranspiración muy alta (85%) que se estima en 600 a 700 mm anuales (www.cna.gob.mx).

El sistema fluvial superficial es, en términos generales, poco desarrollado, característico de zonas cársticas. Frecuentemente forma redes dendríticas y subdendríticas, surgencias y pérdidas. El régimen de la mayoría de las corrientes, salvo ciertas excepciones, es intermitente. Muchas de ellas sólo circulan en la superficie en presencia de pendiente en el suelo (mayor a 1.5), por lo que al llegar a la zona de ruptura de pendiente su cauce desaparece en la superficie. Por esta razón, el escurrimiento superficial se interrumpe para continuar a profundidad.

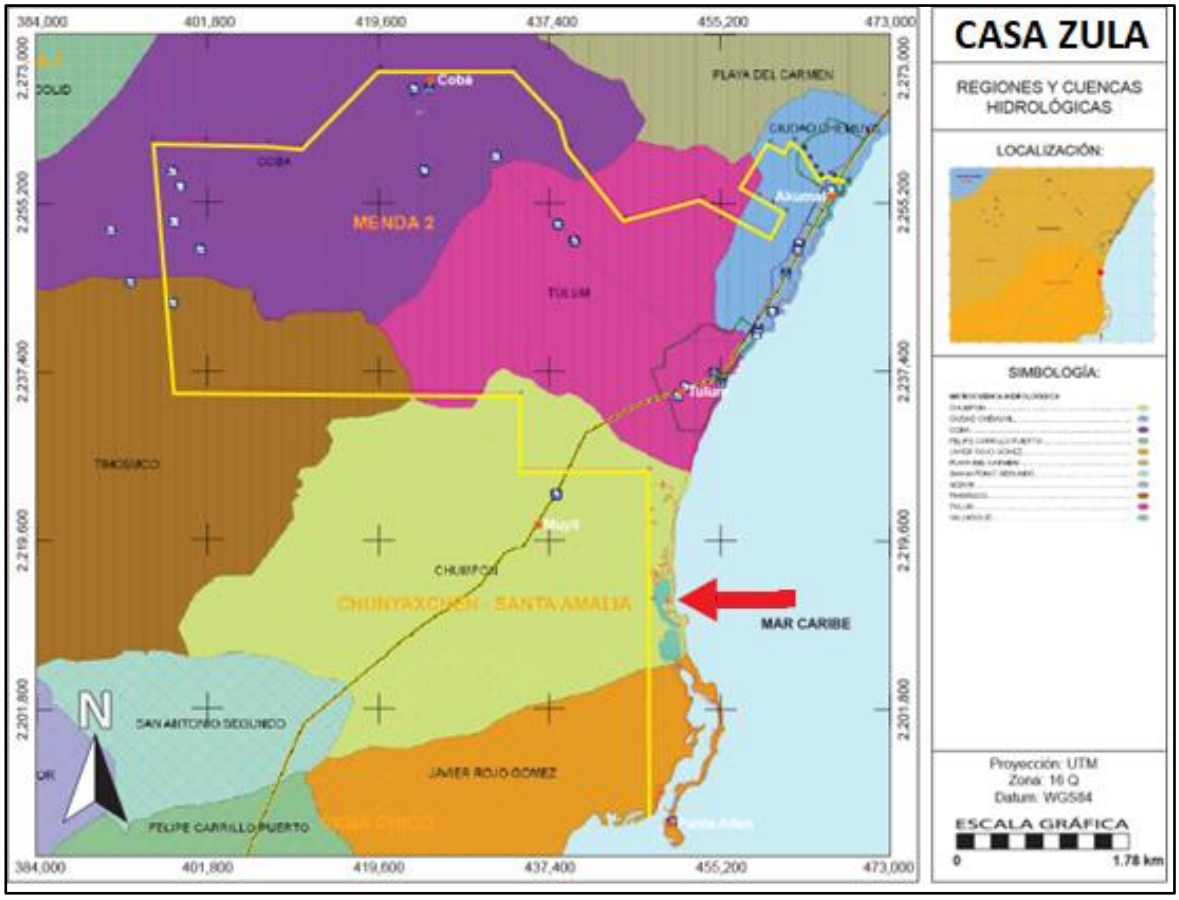

Figura 22. Microcuencas Hidrológicas del Área de Estudio
Fuente: Caracterización Ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Tulum.

Por su parte, la Microcuenca Chumpón (**Fig. 22**) se encuentra ubicada en las coordenadas UTM X= 440,803.314; Y= 2, 228,112.036 y forma parte de la Cuenca Hidrológica conocida como "Cuencas Cerradas B" y de la subcuenca hidrológica "Chunyaxche – Santa Amalia. Parte de esta microcuenca se halla en parte del territorio que ocupa la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Presenta cuerpos de agua perennes con coeficientes de escurrimiento de 0 a 5%, 10 a 20% y 20 a 30%. Esta microcuenca en particular presenta material consolidado con posibilidades bajas (rocas metamórficas, sedimentarias y extrusivas que por su origen, escaso fracturamiento y baja porosidad limitan en alto grado la circulación del agua), áreas con material consolidado con

posibilidades altas (rocas que, por su fracturamiento intenso y alta porosidad intercomunicada, permiten el flujo del agua) y áreas de material no consolidado con posibilidades bajas (Depósitos de material con granulometría variada y alto porcentaje de arcilla y limo que los hacen casi impermeables) para convertirse en un acuífero.

Hidrología superficial. La región carece de corrientes de agua superficiales y presenta índices de escurrimiento en la zona costera que van desde 5% hasta 10% o desde 10% hasta 20 % debido a la presencia de arcillas y limo. Los cenotes, lagunas y aguadas son las únicas manifestaciones de agua superficial. Las dos últimas tienen su origen en zonas donde se forman llanuras de inundación, que permanecen temporal o permanentemente inundadas. El coeficiente de escurrimiento donde se ubica el predio es de 0 a 5% (**Fig. 23**).

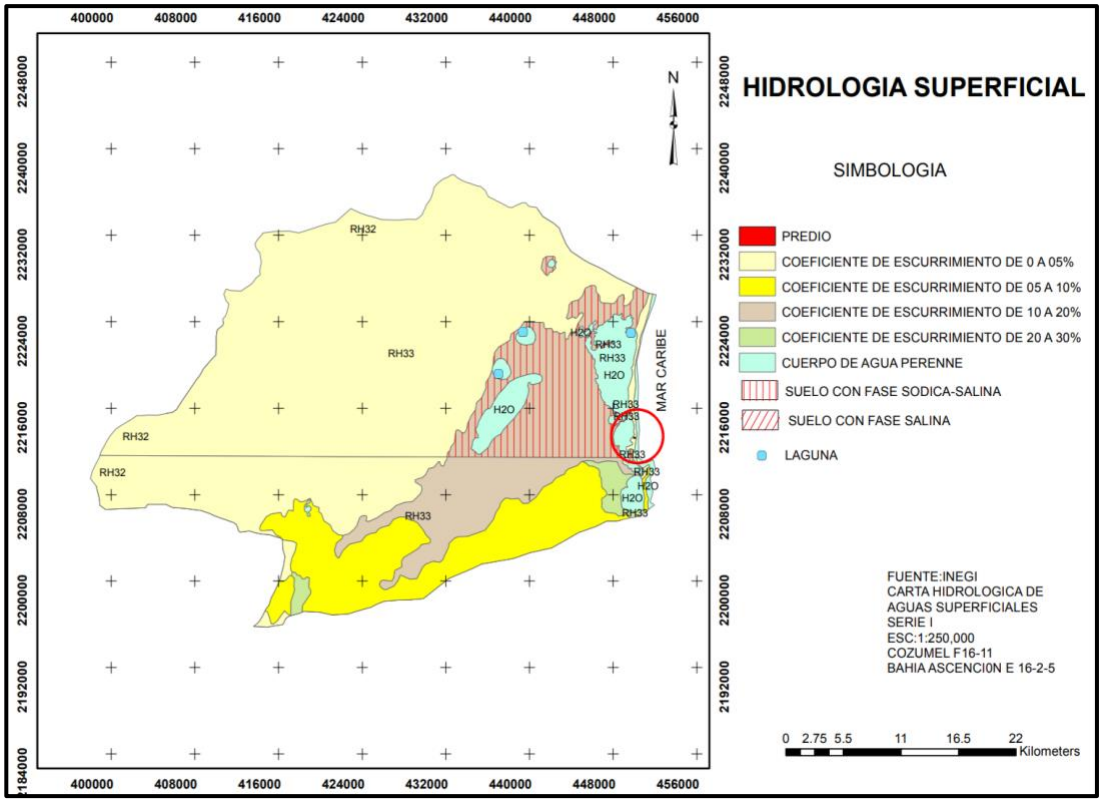

Figura 23. Mapa Hidrológico Superficial del Área de Estudio
Fuente: Carta Hidrológica de Aguas Superficiales del INEGI "COZUMEL F16-11" a escala 1: 250 000"

Como se aprecia en la tabla siguiente la mayor parte de la microcuenca Chumpon presenta un coeficiente de escurrimiento de 0 a 5 % (63.6 % de la microcuenca), le sigue por su ocupación (16.9 % de la micorcuenca) las áreas con coeficientes de escurrimiento de 10 a 20 %: de 5 a 10 % ocupan 13 % y de 20 a 20% ocupan 1.2%; mientras que los cuerpos de agua ocupan el 5.4% de la superficie de esta microcuenca.

Tabla 59. Caracterisitcas de la hidrología superficial y superfie de ocupación en la microcuenca Chumpon.

Condiciones de la hidrología superficial	Hectáreas
Coeficiente de escurrimiento de 0 a 05%	87607.22
Coeficiente de escurrimiento de 05 a 10%	17911.44
Coeficiente de escurrimiento de 10 a 20%	23298.08
Coeficiente de escurrimiento de 20 a 30%	1626.65
Cuerpo de agua perenne	7387.14
Total	137830.53

Hidrología subterránea. Formado por lo general por calizas de características variadas y depósitos de litoral, el acuífero tiene un espesor máximo del orden de 300.00 m. La profundidad del nivel estático va desde 20 m hasta 50 m hacia su interior y disminuye a menos de un metro en las costas.

La porosidad y la permeabilidad primarias del acuífero dependen de su litología; sus valores son altos en los estratos constituidos por conchas de esqueletos y organismos, mientras que son bajos en los estratos de caliza masiva. La recarga del acuífero tiene lugar en el lapso de mayo a octubre y es originada principalmente por las lluvias de mayor intensidad. En general, la elevada precipitación pluvial, la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica, favorecen la renovación del acuífero.

Su descarga ocurre fundamentalmente por flujo subterráneo hacia el mar, por evaporación directa en depresiones topográficas en la que la superficie freática queda expuesta a la radiación solar, por evapotranspiración a través de la cubierta vegetal y por bombeo para satisfacer necesidades de abastecimiento público, urbano, doméstico y abrevadero. La unidad geo hidrológica presente en la zona del proyecto **"Casa Habitación Zula"** corresponde a la denominada material no consolidado con posibilidades bajas de funcionar como acuífero (Fig. 24).

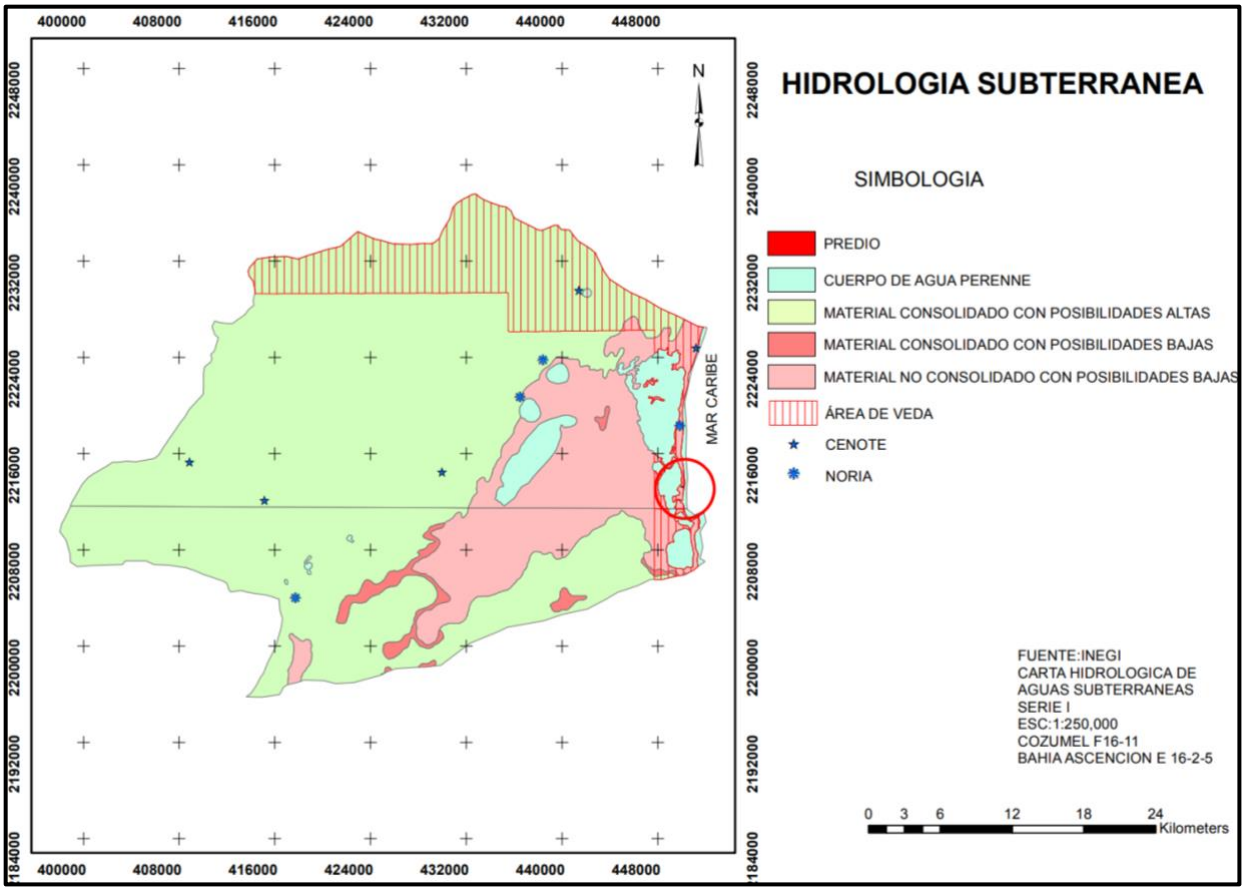

Figura 24. Mapa Hidrológico Subterráneo del Área de Estudio
Fuente: Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas del INEGI "COZUMEL F16-11" a escala 1: 250 000"

La unidad geo hidrológica denominada material no consolidado con posibilidades bajas de funcionar como acuífero, se halla a lo largo de la línea de costa y forma parte de zonas sujetas a inundación y lagunares. La forman suelos lacustre, palustre, litoral y eólico. Al lacustre y palustre los constituyen lodo calcáreo, arena de grano fino y materia orgánica en descomposición, de permeabilidad baja; los otros son de arena de grano medio, con fragmentos de moluscos, microorganismos marinos y corales, su permeabilidad es alta; en tales materiales no es posible que se desarrolle un acuífero económicamente explotable; sin embargo, los materiales litoral y eólico contienen agua salada debido a su contacto con agua de mar.

Como se aprecia en la tabla siguiente la mayor parte de la microcuenca Chumpon corresponde a un material consolidado con posibilidades altas (75.5% de la microcuenca), le siguen por su extensión (17.6 % de la micorcuenca) las áreas con materiale no consolidado con posibilidades bajas; las áreas con material consolidado con posibilidades bajas de actuar como acuifero ocupan 1.6 % y los cuerpos de agua ocupan el 5.3% de la superficie de esta microcuenca.

Tabla 60. Caracterisitcas de la hidrología subterránea y superfie de ocupación en la microcuenca Chumpon.

Caracteristicas de hidrologia subterránea	Hectáreas
Material consolidado con posibilidades altas	104061.40
Material no consolidado con posibilidades bajas	24226.74
Material consolidado con posibilidades bajas	2172.57
Cuerpo de agua perenne	7369.82
Total	137830.53

IV.2.3.5. Aire

Gracias al relieve prácticamente plano de la Península de Yucatán y a la influencia de diferentes masas de aire marítimo tropical que son transportadas por los Vientos Alisios del Caribe y el Atlántico se considera que la calidad de aire en la región es óptima. En la microcuenca Chumpon no existen fuentes fijas de contaminación atmosférica registradas en el Registro Nacional de Emisiones. Asi mismo por las características propias de esta Reserva de la Biosfera, las fuentes móviles que generan contaminación son también limitadas, por lo que no se prevén en el corto y mediano plazo, consecuencias en la salud humana derivadas de la contaminación atmosférica en la microcuenca Chumpon.

IV.2.4. Medio biótico

IV.2.4.1. Vegetación

a) Metodología

La caracterización de la vegetación de la microcuenca y su sistema ambiental y la del predio que incluye la superficie de cambio de uso del suelo que se solicita para este proyecto, se realizó en dos etapas. En primera instancia se llev+o a cabo una revisión de fuentes secundarias y se obtuvieron fotografías de la zona, se realizaron recorridos en brechas y caminos que ya existían en el área para reconocer el tipo y las condiciones de la vegetación presentes a partir de sus diferencias fisonómicas, así como, para identificar evidencias de usos y perturbaciones previas en la vegetación.

Posteriormente se realizó el levantamiento de datos en la vegetación de matorral costero en cuatro cuadrantes de muestreo de 100 m^2 (10 m x 10 m) con una subunidad de 4 m^2 (2 m x 2 m). Estos cuadrantes están ubicados en las áreas de conservación del predio y que permanecerán sin alteraciones debidas al proyecto, por lo que representan las condiciones que prevalecerán como parte del sistema ambiental de esta microcuenca.

En las unidades de 100 m^2 se llevó a cabo el inventario de todos los árboles, arbustos y palmeras con diámetro del tallo a la altura del pecho (DAP) de 5 cm y mayores (estrato arbóreo) y árboles y arbustos menores de 5 cm DAP y palmeras mayores a un metro de altura sin tallo definido, registrándose el nombre común de la especie, el diámetro del tallo a la altura del pecho (DAP), la altura total y la condición del árbol, en este caso todos los individuos registrados fueron marcados

con numeración seguida por sitio. Asimismo, en cada cuadrante se registró también el número de individuos sanos y vigorosos que presentan características apropiadas para su rescate y reubicación. Dentro de la subunidad de muestreo de 4.0 m², se registraron los individuos de la regeneración, arbustos menores a un metro de altura y plantas herbáceas (estrato herbáceo).

Los parámetros que se establecieron para la toma de datos de cada unidad, con su correspondiente subunidad de muestreo se presentan en la **Tabla 58**.

Tabla 61. Parámetros establecidos para la toma de datos en cada uno de los cuadrantes de muestreo.

Tamaño de Cuadrante	Parámetros para la toma de datos
Sitio de 100 m² (10 X 10 m.)	**Estrato Arbóreo:** Se tomaron los datos de todos aquellos individuos que tengan diámetro normal en el rango de 5 cm y mayores, así como, palmas con tallo definido. **Estrato Arbustivo:** Se tomaron los datos de todos aquellos individuos que tengan diámetro normal menor a 5 cm y mayores de 2 cm de diámetro normal, así como las palmas mayores a un metro sin tallo definido.
Sitio de 4 m² (2 X 2m.)	**Estrato Herbáceo:** Se registra la información correspondiente a la regeneración natural de las especies presentes considerando arbustos, palmas y hierbas menores a un metro.

Tabla 62. Coordenadas de los sitios de muestreo empleados durante el levantamiento de datos en campo para la descripción de la vegetación del sistema ambiental de la microcuenca Chumpon en coordenadas UTM Datum WGS-84 Zona 16N.

Sitios de muestreo de flora y fauna en la microcuenca		
SITIO	***COORDENADAS UTM***	
	X	***Y***
1	**450120.69**	**2213295.33**
3	**450095.35**	**2213209.33**
5	**450004.67**	**2213302.69**
7	**449976.32**	**2213217.65**

Para la descripción cuantitativa de la vegetación de matorral costero y que a su vez representan la vegetación de la microcuenca Chumpon se ubicaron cuatro sitios de muestreo (1, 3, 5, 7) que permanecerán como parte de la superficie de conservación del proyecto propuesto y se utilizan para realizar la comparación con los resultados obtenidos de los tres sitios de muestreo (2, 4 y 6) que se encuentran dentro de la superficie de cambio de uso de suelo propuesto para este proyecto.

En la **Figura 25**, se representa la ubicación de los sitios de muestreo sobre la vegetación de matorral costero en el predio de este proyecto.

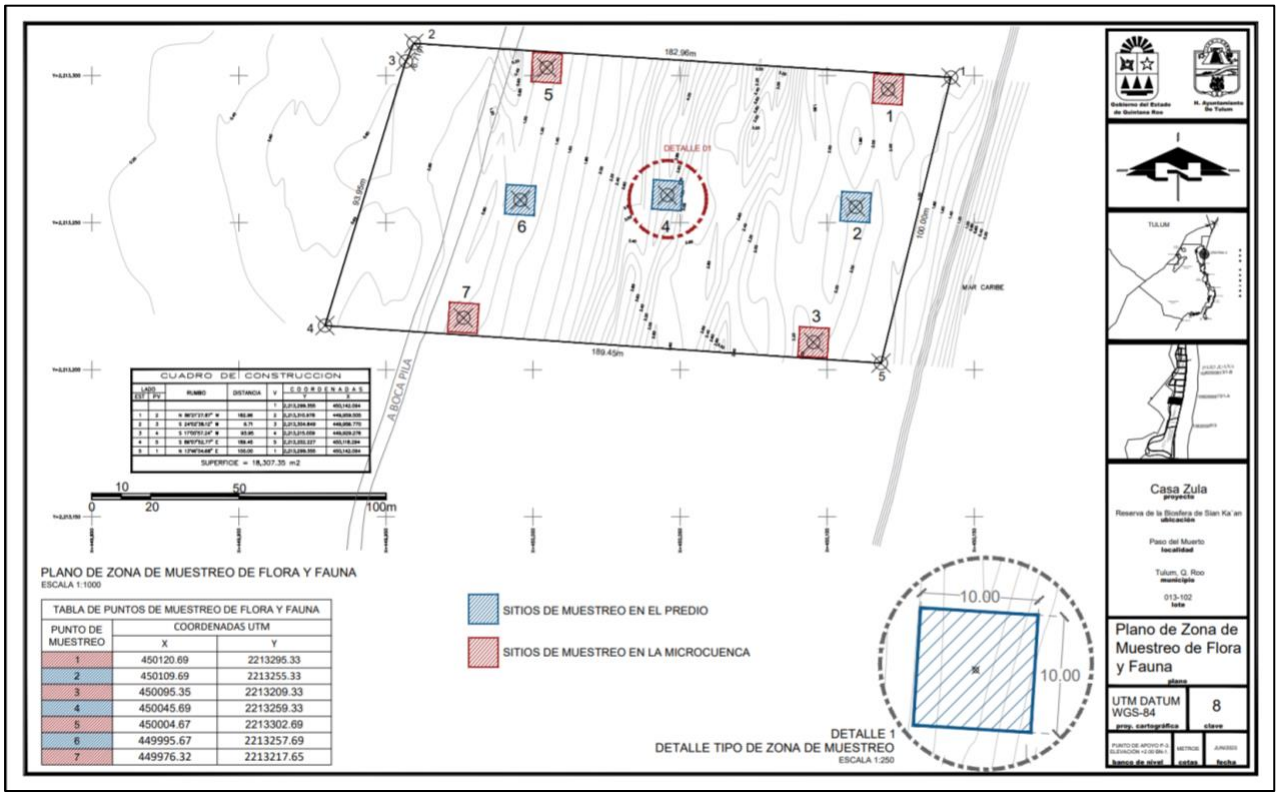

Figura 25. Ubicación espacial de los sitios de muestreo

Por su parte, el trabajo de gabinete consistió en la recopilación de información técnica en fuentes secundarias y la revisión de estudios de vegetación realizados en el área de estudio. Una vez realizado el levantamiento de datos en campo, para fines prácticos y para facilitar el análisis de la información, la vegetación se categorizó en una estructura vertical de la siguiente manera:

- ✓ Estrato Arbóreo: En este estrato se incluyen los individuos de 5.0 cm de DAP y mayores, que representan a las especies arbóreas forestales y las palmas con tallo definido.
- ✓ Estrato Arbustivo: Se incluyen los individuos menores a 5.0 cm de diámetro medidos a 1.30 metros del suelo y palmas mayores a un metro de altura sin tallo definido. En este grupo están presentes individuos juveniles indicadores de la regeneración de las especies de importancia forestal, así como arbustos característicos del matorral costero y algunas palmas adultas.
- ✓ Estrato Herbáceo: Se registra la información correspondiente a la regeneración natural de las especies presentes considerando arbustos menores a un metro y plantas herbáceas.

El análisis estructural de los diferentes estratos registrados en los cuadrantes de muestreo, se analizó con base en los valores de Riqueza Específica, Valor de Importancia Relativa y Diversidad, de acuerdo a la siguiente metodología:

- ✓ **Riqueza Específica:** 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. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad. Esto es posible únicamente para ciertos taxa bien conocidos y de manera puntual en tiempo y en espacio (Moreno, 2001).

  El listado de las especies observadas en el matorral costero en las inmediaciones del predio y que representa la micorcuenca se preparó de acuerdo con la nomenclatura propuesta por Carnevalli *et al*., (2010), avalado por CONABIO y se ordenó alfabéticamente por familias y especies. Se incluyen las categorías de forma de vida correspondientes a cada especie y las categorías de protección de acuerdo con la NOM–059–SEMARNAT–2010.

- ✓ **Valor de Importancia Relativa:** El Índice de Valor de Importancia Relativa es un índice sintético estructural desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados y se calculó de la siguiente manera:

VIR = DR + FR + DMR

Donde:

- ✓ La densidad relativa (DR) es igual al número de individuos de cada especie entre el número total de individuos x 100.
- ✓ La frecuencia relativa (FR) es igual a la frecuencia de cada especie entre la frecuencia total de todas las especies x 100.
- ✓ La dominancia relativa (DMR) es igual a la dominancia de cada especie entre la dominancia de todas las especies x 100. Se calculó el área basal de cada especie a partir de la sumatoria del área basal de cada individuo (diámetro al cuadrado x 3.1416/4).

- ✓ **Diversidad:** En este estudio se analizó la diversidad de especies por estrato para observar la variación de la riqueza y la abundancia de las especies de los estratos registrados en las unidades de muestreo. Para este análisis se utilizó el índice de Shannon Wiener (H'), que refleja la relación entre riqueza y uniformidad (Magurran, 1988; citado por Moreno C., 2002), de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$H'=-\sum pi \ln pi$$

Donde:

- ✓ H'= contenido de la información de la muestra.
- ✓ Pi=proporción de la muestra que pertenecen a la especie i.

✓ **Equidad:** La equitatividad (E) puede entenderse como que tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies (Newman, 2003). Esto es, refleja la distribución de individuos entre especies (Clements y Newman, 2002). Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies.

Para conocer la distribución de los individuos entre las especies registradas por estrato se calculó el índice de Equidad de Pielou (Moreno, 2001), mediante la siguiente fórmula:

E= H / Hmax,

Donde:

- ✓ E=Equidad
- ✓ H=Diversidad de especies
- ✓ Hmax= Diversidad de especies máxima= log2S

- **Área Basal:** Se calculó el área basal de cada especie a partir de la sumatoria del área basal de cada individuo (diámetro al cuadrado x 3.1416/4). El área basal es la superficie de la sección transversal del tallo de un árbol a la altura del pecho. El Área Basal (AB) se calcula mediante el diámetro a 1.30 metros del suelo o también llamada a la altura del pecho, según la siguiente fórmula:

A.B.= D^2 * ¼π y

Donde:

- ✓ AB = Área basal
- ✓ D^2 = Diámetro a la altura del pecho (en metros) al cuadrado
- ✓ ¼ π = Un cuarto de Pi = (3.1416)/4

El área basal de una especie, de una categoría diamétrica, de un grupo diamétrico ya sea por hectárea o de todo el predio es igual a la suma de las superficies basales de todos los árboles considerados en cada caso.

El cálculo del volumen total árbol (VTA), se realizó considerando los resultados del Inventario realizado en los sitios de muestreo, donde se obtuvo un factor aplicable al

volumen fustal que permite estimar el volumen total del árbol, dicho factor se calculó para las especies registradas en el predio.

b) Resultados

- **Tipos de vegetación en el sistema ambiental de la microcuenca Chumpon.**

Los tipos de vegetación identificados en el sistema ambiental de la microcuenca Chumpón de acuerdo con la serie VII de la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI (2021) corresponden con las características de la selva mediana subperennifolia, la selva baja subcaducifolia, la selva baja espinosa subperennifolia, los tulares, los manglares y la vegetación de dunas costeras. Entre los usos de suelo que estan presentes destacan los asentamientos humanos y la agricultura de temporal.

La selva mediana subperennifolia y las selvas bajas son comunidades vegetales dominadas por árboles, plantas leñosas con tronco definido, que se desarrollan sobre suelos jóvenes, someros y ricos en materia orgánica, con pedregosidad y rocosidad aflorante, por lo que se agrupan para formar el ecosistema de Selva. Los manglares y tulares son comunidades vegetales que se desarrollan en suelos planos, inundados o sujetos a inundación temporal, por lo que se agrupan en el ecosistema de humedal. La vegetación de duna costera se desarrolla en una delgada franja arenosa paralela al litoral. Mientras que las árteas con intervención humana corresponden a los asentamientos humanos y la agricultura de temporal. Por último, las áreas sin cobertura vegetal correspondem a los cuerpos de agua, áreas desprovistas de vegetación y sin vegetación aparente.

En términos generales se puede concluir que la vegetación del área de estudio está formada de manera predominante por los ecosistemas de selva (selva mediana subperennifolia y selva baja subcaducifolia) y humedales (manglar, sabana y tular) y en menor proporción de fragmentos de la vegetación de duna costera y se reconoce que la mayor parte del crecimiento de los asentamientos humanos se ha registrado sobre la selva mediana subperennifolia y la vegetación de duna costera.

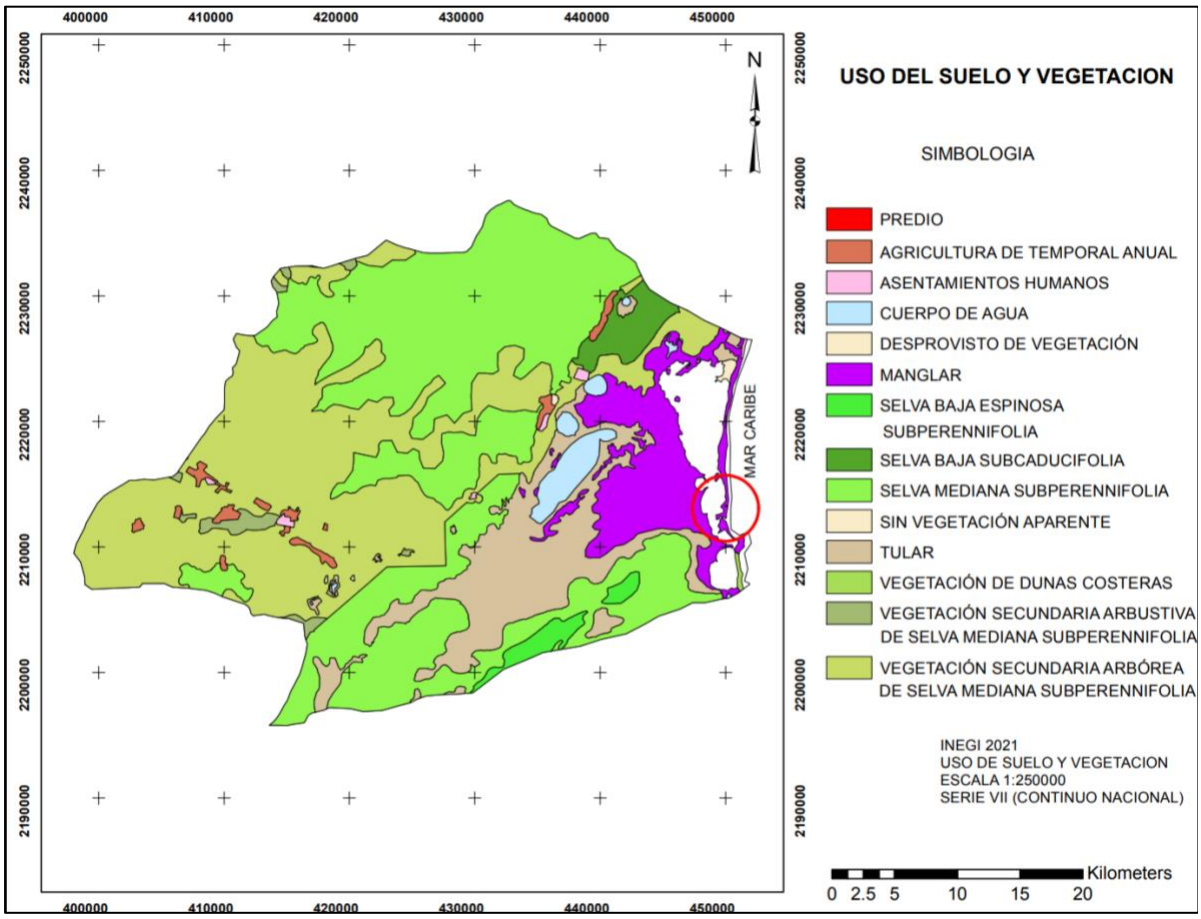

Figura 26. Carta de Uso de Suelo y Vegetación del Área de Estudio
Fuente: Uso de Suelo y Vegetación. Serie VII. INEGI 2021. Escala 1: 250 000. Contínuo nacional.

De acuerdo con la Carta de Usos de Suelo y Vegetación Serie VII, INEGI (2021) el tipo de vegetación predominante que se reporta para el sistema ambiental de la microcuenca Chumpon, corresponde a la vegetación de Selva y que la vegetación predominante en el predio de este proyecto es el manglar (**Fig. 26**).

Los humedales dentro de la microcuecna Chumpon se representan en color morado como extensas franjas que bordean los cuerpos de agua cercanos a línea de costa y se desarrollan sobre suelos planos y con inundación. Los humedales del manglar corresponden a una cuenca inundable con agua salobre. Mientras que los humedales más alejados de la costa están formados por vegetación de tular, por lo general con inundación de agua dulce de manera temporal.

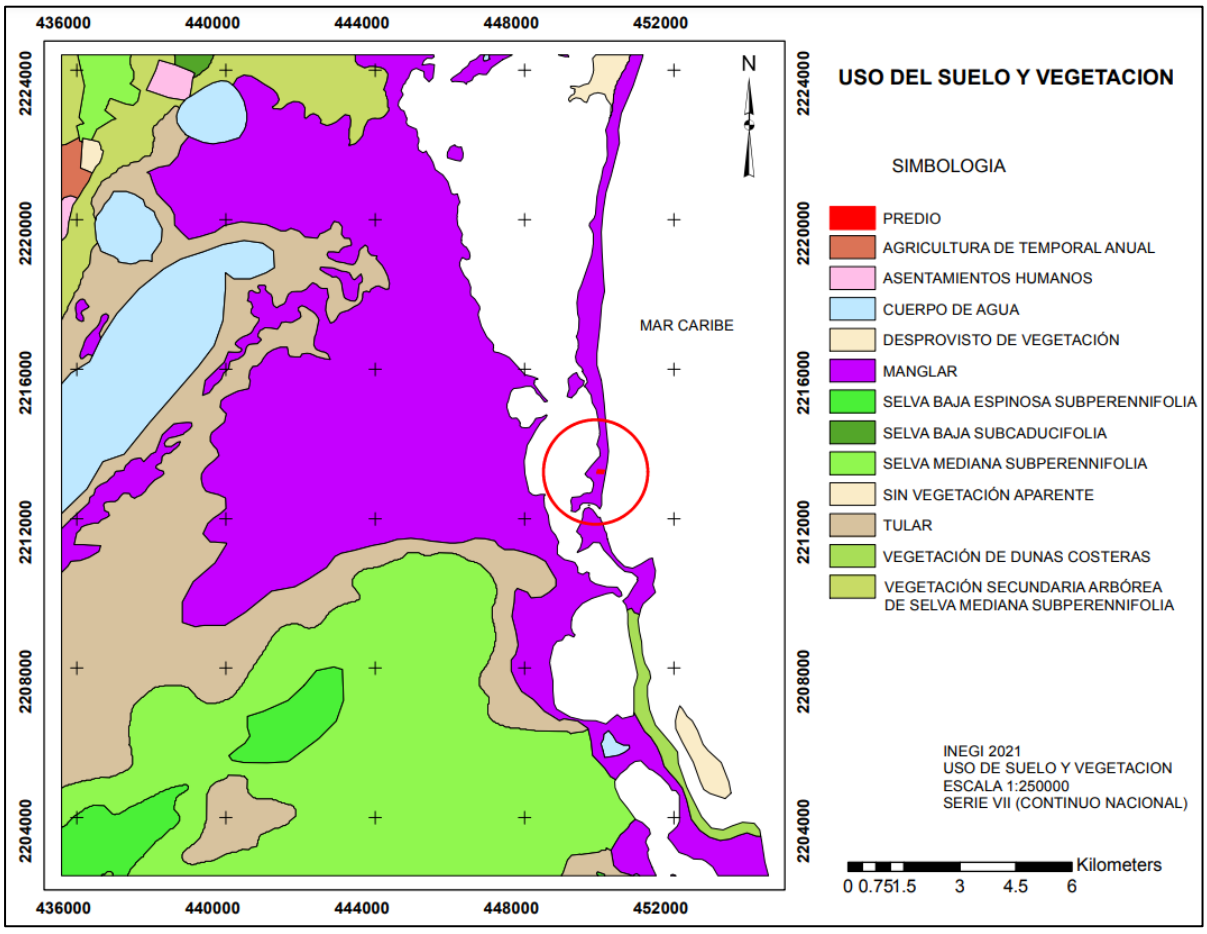

Figura 27. Mapa de vegetación y uso de suelo en la microcuenca Chumpon donde se ubica el predio.

Sin embargo, de acuerdo con la verificación de campo y la interpretación de imágenes de satélite, se pudo determinar que en el pedio se presentan dos tipos de vegetación: (1) la vegetación de manglar en zona de humedal costero que corresponde a una pequeña franja que va del camino de terracería hacia el Oeste y es colindante a la Laguna Boca Paila y (2) la vegetación de duna costera sobre sustrato arenoso hacia el Mar Caribe en la que se solicita el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

El área de construcción del proyecto **"Casa Habitación Zula"**se encuentra exclusivamente en vegetación de duna costera que se encuentra cubierta con matorral costero. Entre los elementos de los usos del suelo en el predio destaca que el predio es atravesado por el camino de terracería que comunica Tulum y Punta Allen. Aunado a lo anterior, entre el matorral costero y el Mar Caribe se puede observar una franja continua de arena que se encuentra sin vegetación aparente y que corresponde a la porción terrestre de la playa.

Tabla 63. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones que prevalecen en la Microcuenca Chumpon

Tipos de vegetación y usos de suelo	Hectáreas	%
Selva mediana subperennifolia	52,273.99	37.9
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	43,529.24	31.6
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	1,238.23	0.9
Selva baja subcaducifolia	2,580.89	1.9
Selva baja espinosa subperennifolia	1,671.14	1.2
Vegetación de dunas costeras	97.83	0.1
Tular	15,584.33	11.3
Manglar	11,019.37	8.0
Agricultura de temporal anual	1,424.83	1.0
Sin vegetación aparente	157.92	0.1
Desprovisto de vegetación	51.27	0.0
Cuerpo de agua	7,862.68	5.7
Asentamientos humanos	338.81	0.2
TOTAL	**137,830.53**	**100.0**

En la vegetación de manglar en zona de humedal costero colindante a la Laguna Boca Paila), se pueden apreciar ejemplares de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*). Es una comunidad densa, dominada principalmente por un grupo de especies arbustivas y arbóreas cuya altura es desde 3 m hasta 5 m, pudiendo alcanzar hasta los 7 metros de altura total en algunos sitios. Se desarrolla en suelos inundables en zonas bajas y fangosas de las costas, en lagunas, esteros y estuarios de los canales.

Aun cuando los manglares tienen muchos usos reconocidos, en esta zona no existen aprovechamientos autorizados. Una característica importante que presenta la madera de mangle es la resistencia a la putrefacción. Pero quizá la función más importante que presenta el manglar es el albergue de muchas especies de fauna en particular de invertebrados como los moluscos y crustáceos.

Los tipos de manglares comunes en esta zona son:

- ✓ **Manglares de franja:** Pantano presente en los cayos y en los bordes de laguna costera, con comúnmente de 2 a 4 metros de altura. Sus componentes típicos son; el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), en este orden de resistencia a la salinidad del agua.
- ✓ **Manglar chaparro:** Esta formación de *Rhizophora mangle*, es junto con el pantano de zacates, la más extensa en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Tiene alrededor de 2 m de altura (porque los nutrientes no pueden ser absorbidos por la abundancia de carbonato de calcio) y cubre grandes extensiones de áreas interiores bajas que en época seca posiblemente concentren sales.

La vegetación de duna costera se asienta sobre sustrato arenoso y se distribuye paralela al litoral del Mar Caribe. Esta comunidad vegetal en general se encuentra entre la zona de playa a lo largo de la franja costera y el manglar. De esta forma, se aprecia una distribución a manera de franjas por lo general de entre 10 y 200 m de ancho. Dentro de esta vegetación se puede observar dos tipos de asociaciones, las cuales se distinguen de acuerdo a la dominancia de especies herbáceas, arbustivas y/o arbóreas.

- ✓ La primera asociación se ha denominado generalmente como **vegetación halófila costera** y entre las especies herbáceas características se puede señalar a: *Ambrosia hispida (margarita de mar), Tournefortia gnaphaloides (tabaquillo o sikimay), Sesuvium portulacastrum (verdolaga de playa), Ambrosia hispida (Margarita de mar), Suriana marítima (Romero de playa) y Lantana involucrata (Oregano xiw).*



Figura 28. Panorámica de la vegetación de la primera asociación denominada vegetación halófila costera.

- ✓ La segunda asociación denominada **matorral costero** presenta dominancia de especies arbustivas y arbóreas, con individuos de 2 a 6 m de altura, con abundancia de *Coccoloba uvifera (uva de mar), Cordia sebestena (Siricote de playa), Thrinax radiata (Chit), Cocos nucifera (coco), Metopium bruwnei (Chechem), Bursera simaruba (Chaca rojo), Sideroxylon americanum (Muyche)* entre otras.



Figura 29. Vista de la vegetación de la segunda asociación denominada matorral costero.

Respecto de la flora marina, en general se encuentra bien representada en la reserva la correspondiente al Caribe mexicano. Los principales hábitats son las franjas rocosas expuestas, las zonas con sustrato duro y las praderas de pastos marinos en las márgenes de las bocas de las bahías. Estas comunidades son refugio y alimento para una gran cantidad de animales, principalmente invertebrados y pequeños peces, entre los que se cuentan especies de importancia económica y comercial, como la langosta espinosa *Palinurus argus*, cuyos juveniles buscan refugio entre las algas frondosas. Se desconocen aún, en su mayor parte, las formas dulceacuícolas de los cuerpos de agua epicontinentales de la reserva.

Para conocer la composición de especies que se distribuyen en el área de interés, se realizaron recorridos por todo el terreno. Durante los recorridos de campo se realiza el registro de las especies presentes y con base en una revisión bibliográfica y el conocimiento previo del personal, se registraron las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas observadas directamente en la vegetación costera de las inmediaciones de este proyecto, con el fin de conformar el listado florístico de la vegetación presente en la microcuenca Chumpon.

La vegetación identificada presenta una riqueza de 22 especies de plantas vasculares, de las cuales seis especies son características de los manglares y 15 especies son típicas del matorral costero. Se identificaron 9 especies arbótreas, 8 especies arbustivas, 4 son herbáceas y una especie es rastreras. De acuerdo con el espectro de formas de vida, se puede observar que la mayor parte

de las especies registradas son árboles, seguido de arbustos y herbáceas. Estas especies se encuentran agrupadas en 17 Familias.

Tabla 64. Listado florístico de las especies vegetales registradas en la vegetación costera identificadas en las inmediaciones del predio.

N°	Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida
1	ACANTHACEAE	*Avicennia germinans*	Taab che	Árbol
2	ACANTHACEAE	*Bravaisia berlandieriana*	Julub	Arbusto
3	AIZOACEAE	*Sesuvium portulacastrum*	Xukul	Rastrera
4	AMARYLLIDACEAE	*Hymenocallis littoralis*	Lirio de mar	Herbácea
5	ANACARDIACEAE	*Metopium brownei*	Chechem	Árbol
6	ARECACEAE	*Cocos nucifera*	Cocotero	Palma
7	ARECACEAE	*Thrinax radiata*	Chiit	Palma
8	ASTERACEAE	*Melanthera nivea*	Sak sooj	Herbácea
9	BORAGINACEAE	*Cordia sebestena*	Siricote de playa	Arbusto
10	BORAGINACEAE	*Tournefortia gnaphalodes*	Sikimay	Arbusto
11	CHRYSOBALANACEAE	*Chrysobalanus icaco*	Jicaco	Arbusto
12	CIPERACEAE	*Cladium jamaicense*	Zacate coortadera	Herbácea
13	COMBRETACEAE	*Conocarpus erectus*	Botoncillo	Árbol
14	COMBRETACEAE	*Laguncularia racemosa*	Mangle blanco	Árbol
15	FABACEAE	*Pithecellobium keyense*	Yaax kaax	Arbusto
16	NYCTAGINACEAE	*Neea psychotrioides*	X-ta'tsi	Árbol
17	POLYGONACEAE	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar	Árbol
18	RHIZOPHORACEAE	*Rhizophora mangle*	Mangle rojo	Árbol
19	RUBIACEAE	*Ernodea litoralis*	Erli	Herbácea
20	SAPOTACEAE	*Pouteria campechiana*	K'anisté	Árbol
21	SAPOTACEAE	*Sideroxylon americanum*	Xmuyche	Árbol
22	SURIANACEAE	*Suriana maritima*	Romero	Arbusto

De acuerdo con la información recopilada en el área de estudio se registraron cinco especies que se reportan como Amenazadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: de las cuales cuatro pertenecen al manglar y una especie se encuentra en el matorral costero. Las especies protegidas presentes en el manglar son: Taab che (*Avicennia germinans*), (*Conocarpus erectus*) Botoncillo, (*Laguncularia racemosa*) Mangle blanco y Mangle rojo (*Rhizophora mangle*); mientras que la especie citada con estatus de amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y que está presente en el matorral costero: es la palma Chit (*Thrinax radiata*) de la cual, como medida de mitigación se tiene se tiene contemplado dar prioridad a esta especie para su rescate y reubicación en las áreas de conservación del proyecto.

Tabla 65. Especies bajo estatus de Amenazadas observadas en las inmediaciones del predio y listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010 Estatus
Thrinax radiata	Chit	Amenazada
Rhizophora mangle	mangle rojo	Amenazada
Avicennia germinans	Mangle, negro	Amenazada
Laguncularia racemosa	Mangle blanco	Amenazada
Conocarpus erectus	Mangle botoncillo	Amenazada

A continuación, se presentan los resultados de la descripción cuantitativa de la vegetación presente en los sitios de muestreo que representan a la microcuenca:

- **Valor de Importancia Relativa en el SA**

En las **Tablas de la 66 a la tabla 68**, se presentan los Valores de Importancia Relativa (VIR) de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo de la vegetación de matorral costero que describen la vegetación donde se inserta el proyecto **"Casa Habitación Zula"**.

Tabla 66. Valor de importancia relativa del estrato arbóreo de la microcuenca.

Nombre científico	Nombre común	DR	FR	DMR	VIR
Thrinax radiata	Chiit	64.3	40.0	57.4	161.8
Metopium brownei	Chechem	33.1	40.0	39.7	112.8
Pithecellobium keyense	Yaax kaax	1.9	10.0	0.8	12.7
Chrysobalanus icaco	Jicaco	0.6	10.0	2.0	12.7
		100.0	100.0	100.0	300.0

Tabla 67. Valor de importancia relativa del estrato arbustivo de la microcuenca.

Nombre científico	Nombre común	DR	FR	DMR	VIR
Thrinax radiata	Chiit	71.4	44.4	63.1	179.0
Pithecellobium keyense	Yaax kaax	21.4	33.3	30.5	85.3
Chrysobalanus icaco	Jicaco	3.6	11.1	4.3	18.9
Cocos nucifera	Cocotero	3.6	11.1	2.1	16.8
		100.0	100.0	100.0	300.0

Tabla 68. Valor de importancia relativa del estrato herbáceo.

Nombre científico	Nombre común	DR	FR	DMR	VIR
Thrinax radiata	Chiit	75.0	66.7	44.4	186.1
Pithecellobium keyense	Yaax kaax	25.0	33.3	22.2	80.6
		100.0	100.0	100.0	300.0

Como se puede observar en las Tablas previamente citadas, solo se registraron cinco especies en los sitios de muestreo que representan el matorral costero de la microcuenca y la Palma Chit (*Thrinax radiata*) es la especie que presenta los Valores de Importancia Relativa más altos en los tres estratos, por lo que se puede inferir, que es la especie más representativa de la vegetación de matorral costero de la microcuenca Chumpon donde se inserta el proyecto **"Casa Habitación Zula"**.

- **Diversidad de especies en el matorral costero de la microcuenca Chumpon.**

En la **Tabla 69**, se presentan los valores de diversidad de especies (Índice de Shannon-Wiener) para los tres diferentes estratos identificados en la vegetación de matorral costero presente en la microcuenca Chumpon donde se inserta el proyecto. Los tres estratos presentan valores muy parecidos, por lo que se considera que no presentan diferencias significativas entre estratos.

Tabla 69. Riqueza, Diversidad (H') y Equitatividad de las especies por estrato en el matorral costero de la microcuenca.

Índices	Estratos		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
H=	1.1	1.2	1.0
Hmax=	2.0	2.0	1.0
Equitabilidad=	0.5	0.6	1.0
Riqueza	4	4	2

En las **Tablas 70, 71 y 72**, se presentan los valores de diversidad de especies (Índice de Shannon-Wiener) por estratos de las especies registradas en las cuatro unidades de muestreo en las áreas de conservación del predio en el que se pide autorización para la realización de este proyecto **"Casa Habitación Zula"**. Se puede observar que los valores varían entre los diferentes estratos, asimismo, se observa que la diversidad aumenta hacia el estrato herbáceo.

Tabla 70. Índice de Shannon-Wienner del estrato arbóreo en el matorral costero de la microcuenca Chumpon.

Especies	d/muestra	pi	-(pi)(log2pi)	(log2pi)
Metopium brownei	52	0.3312	0.5280	-1.5942
Thrinax radiata	101	0.6433	0.4094	-0.6364
Chrysobalanus icaco	1	0.0064	0.0465	-7.2946
Pithecellobium keyense	3	0.0191	0.1091	-5.7096
	157	1.0000	0.0000	0.0000
			1.0930	
		H=	1.1	
		Hmax=	2.0	
		Equitabilidad=	0.5	

Tabla 71. Índice de Shannon-Wienner del estrato arbustivo en el matorral costero de la microcuenca Chumpon.

Especies	d/muestra	pi	-(pi)(log2pi)	(log2pi)
Thrinax radiata	20	0.7143	0.3467	-0.4854
Cocos nucifera	1	0.0357	0.1717	-4.8074
Chrysobalanus icaco	1	0.0357	0.1717	-4.8074
Pithecellobium keyense	6	0.2143	0.4762	-2.2224
	28	1.0000	1.1663	0.0000
		H=	1.2	
		Hmax=	2.0	
		Equitabilidad=	0.6	

Tabla 72. Índice de Shannon-Wienner del estrato herbáceo en el matorral costero de la microcuenca Chumpon.

Especies	d/muestra	pi	-(pi)(log2pi)	(log2pi)
Thrinax radiata	2	0.500	0.5000	-1.0000
Pithecellobium keyense	1	0.250	0.5000	-2.0000
	4	1.000	1.0000	0.0000
		H=	1.0	
		Hmax=	1.0	
		Equitabilidad=	1.0	

Los índices de diversidad obtenidos para los diferentes estratos y de manera general según el método utilizado de Shannon-Wiener se consideran bajos, lo anterior, es debido a que en los sitios de muestreo únicamente se registraron cuatro especies en los estratos arboreo y arbustivo y solo dos especies en el estrato herbáceo. Esto nos indica que en el matorral costero donde se solicita el CUSF, se desarrolla una comunidad vegetal con limitada diversidad florística. En consecuencia, la equitatividad puede entenderse como que tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies por lo que se puede apreciar que la vegetación presente en el predio del proyecto, presenta muy baja diversidad y equidad lo que se afirma porque existe una gran abundancia de palmas de Chit.

IV.2.4.2. Fauna

- **Descripción de la fauna en la microcuenca Chumpon.**

La fauna del estado de Quintana Roo es típicamente Neo tropical y pertenece a la Provincia Yucatanense (sensu Barrera, 1982). Sin embargo, otros autores (Udvardy, 1975) la asimilan con la región costera del Golfo de México, separando la provincia yucateca en la parte norte de la península.

Dentro del variado mosaico ambiental de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, un número notable de especies faunísticas encuentra su hábitat apropiado, y de acuerdo a las compilaciones de la diversidad de grupos faunísticos que se han realizado (Navarro y Robinson, 1990; Navarro y Suárez, 1992), se registra una cantidad de 2,161 especies faunísticas entre las que se encuentran: hidromedusas (7 especies), sifonóforos (34 especies), corales escleractineos y gorgonáceos (84 especies), helmintos parásitos (41 especies), quetognatos (3 especies), poliquetos (55 especies), oligoquetos (4 especies), pseudoscorpidnidos (4 especies), copépodos (619 especies), copépodos planctónicos (16 especies), crustáceos (276 especies), Odonatos (47 especies), coleópteros lamelicornios (74 especies), sifonaptera (15 especies), dípteros (310 especies), abejas nativas (90 especies), aves (339 especies), mamíferos (103 especies).

En cuanto a reptiles la lista aún no se encuentra recopilada, pero entre las especies conspicuas se tienen las siguientes: la tortuga blanca *(Chelonia mydas),* la tortuga laúd, la tortuga caguama *(Caretta caretta),* la tortuga carey *(Eretmochelys imbricata),* el cocodrilo *(Crocodylus moreletii y C. acutus),* varias -especies de tortugas terrestres y dulceacuícolas *(Rhynoclemys sp.),* y la nauyaca *(Bothrops asper).* Al igual que los reptiles, la lista de anfibios es aún incompleta, las especies que se han registrado en la zona son: *Buto valliceps, Rana sp, Hyla stauffery, Hyla microcephala, Hyla loquas, Leptodactylus melanonotus Hypopachus cuneus, Agalichmis calidris, Smilisca baudini, Rhyrunobyas vemulosa.* (Datos Tomados del Plan de Manejo de la Reserva 1998).

Se estima que hay más de 320 especies de aves (residentes y migratorias), entre las que se encuentran no menos de 70 especies acuáticas (Lopez Ornat, 1983). Destacan las colonias de fragata rabihorcado (*Fregata magnificens),* pelícano café *(Pelecanus occidentalis),* el cormorán o Camacho *(Phalacrocorax olivaceus),* Gaitán o cigüeña *(Mycteria americana),* ibis blanco *(Eudocimus albus),* espatula rosa *(Ajaia ajaja),* 15 especies de garzas, y la presencia del flamenco *(PhoenicorJterus ruber),* el Bobo *(Sula leucogaster)* y el escaso, casi extinto Jabiru *(Jabiru mycteria),* el ave más grande de América.

Según Navarro *et al.* (1990), entre los mamíferos destacan las cinco especies de felinos neo tropicales: jaguar (*Panthera onca*), puma (*Felis concolor*), ocelote, *(F. pardalis),* tigrillo *(F. weidii)*, leoncillo *(F. yagouaroundi),* el tapir *(Tapirus bairdii),* saraguato *(Alouatta pigra),* venado cola blanca *(Odocoileus virginianus),* venado temazate *(Mazama americana)* jabalí de labios blancos *(Tayassu pecari),* jabalí de collar *(Pecari tajacu),* tepescuincle *(Agouti paca),* sereque *(Dasyprocta punctata),* taira *(Eira barbara),* oso hormiguero *(Tamandua tetradactyla),* mico de noche *(Potos flavus),* manatí *(Trichechus manatus)* y el cachalote *(Physeter catodon).*

- **Descripción de la fauna registrada en el matorral costero de la microcuenca Chumpon.**

El muestreo de campo para la descripción de la fauna en el sistema ambiental de la microcuenca Chumpo donde se inserta el proyecto **"Casa Habitación Zula",** fue realizado en el mes de mayo del 2022 (sequia) y en el mes de julio del 2023 (lluvias), con el objeto de identificar las especies de fauna de vertebrados que existen en él y determinar la presencia de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La metodología empleada para el reconocimiento de los vertebrados terrestres se fundamenta en los trabajos de Acosta-Aburto (2001), Aranda-Sánchez (1981), Day *et al.* (1980), Gaviño *et al.* (1979), Manzanilla y Péefaur (2000), donde se indican formas de captura, observación y análisis de información sobre vertebrados terrestres. En la identificación de los individuos se recurrió a listados y guías especializadas, particularmente en los trabajos de Berlanga (1993), Campbell (1999), Howell and Webb (1995), Lee (1996), Mackinnon (1986), Peterson and Chalif (1993), López-Ornat (1990) y Navarro *et al.* (1990).

El reconocimiento de la fauna de vertebrados terrestres se realizó a partir de observaciones directas e indirectas durante dos días consecutivos en cada periodo, 4 horas diarias, metodológicamente se realizaron observaciones directas e indirectas para lo cual se contó con binoculares, guías de campo (publicadas) y otras herramientas para ubicar e identificar a las especies de fauna que se distribuyen en el predio, así como recorridos por el predio debido las limitaciones visuales que imponía la estructura y composición de la vegetación natural . Con base en dichas técnicas, se elaboró el listado de la fauna representativa de la microcuenca. Las técnicas específicas empleadas para la identificación de las especies por grupo de fauna (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) se describen a continuación.

✓ **Herpetofauna.-** Para el caso de la herpetofauna se realizaron recorridos y se llevó a cabo un método combinado de búsqueda y detección. Este método permite desarrollar una lista de especies de un tipo de hábitat. No se realizaron capturas ni sacrificios de organismos, ya que el objetivo del estudio implicó únicamente la identificación en campo de los mismos, por lo que se recurrió únicamente al método de observación directa.

Se llevó a cabo una búsqueda de anfibios y reptiles en el micro hábitats en el predio, revisando restos vegetales, rocas, cuevas, troncos, etcétera. Así también se buscaron algunas señales que indican la presencia de estos organismos tales como mudas y restos óseos. Todas estas técnicas empleadas permiten verificar la ocurrencia (presencia) de especies en el área y son las más recomendadas para tal efecto.

✓ **Avifauna.-** Para las aves se utilizaron binoculares para su observación a distancia y para determinar las especies se emplearon claves especializadas. Este método permite desarrollar una lista de especies en un tipo de hábitat. El objetivo de este estudio es registrar la presencia de las especies en el área, para lo cual la técnica empleada de observación directa cumple tal fin. El método utilizado por observación directa corresponde tanto a observaciones con ayuda de binoculares y fotografías, como al registro de sonidos como cantos y llamados de las aves. Toda la información fue verificada con la ayuda de guías de identificación especializadas de aves.

✓ **Masto fauna. -** Se utilizó el método de observación directa, detección de rastros y huellas. Estos métodos permiten identificar la presencia de diversas especies en un tipo de hábitat. Al igual que para el muestreo de aves, se realizaron recorridos en el predio, para registrar los mamíferos observados. Sin embargo, dada la sensibilidad de los mamíferos para percibir la presencia humana por el olfato u oído, estos huyen o se esconden rápidamente, lo cual dificulta o imposibilita su observación, siendo pocos los que logran ser observados y/o identificados. Es por ello que se recurre además al método de búsqueda a través de rastros y huellas.

Considerando lo anterior, se llevó a cabo la búsqueda de rastros a lo largo de las brechas, durante los recorridos hechos para la observación directa e indirecta de mamíferos, registrando todas aquellas especies que pudieran identificarse mediante dichos rastros.

- **Análisis de datos**

✓ **Abundancia Relativa**

El análisis de datos se realizó a partir de la tabulación de los registros obtenidos y se aplicó la siguiente fórmula para determinar la abundancia relativa (A.R).

$$A.R.= \frac{\text{Número de registros para la especie "X"}}{\text{Número de registros de la especie más abundante}} * 100$$

Con la finalidad de estandarizar el análisis de los datos para los diversos grupos de vertebrados terrestres, una vez que se calculó la abundancia relativa se asignaron las siguientes categorías de abundancia de acuerdo a lo propuesto para aves por Petingill (1969):

Tabla 76. Abundancia relativa de vertebrados.

Categoría	Rango
Abundante	De 90% hasta 100% de abundancia relativa
Común	De 65% hasta 89% de abundancia relativa
Frecuente	Con 31% hasta 64% de abundancia relativa
Escasa	Con 10% hasta 30% de abundancia relativa
Rara	Con 1% hasta 9% de abundancia relativa

- **Riqueza de especies**

La riqueza de especies obtenida en el predio se estimó a partir del Índice de Shannon-Wiener que está expresado por la siguiente fórmula:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \log_2 p_i$$

Donde:

- ✓ S = número de especies (la riqueza de especies)
- ✓ Pi = abundancia proporcional de la especie i, lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra:

$$\frac{n_i}{N}$$

Donde

- ✓ ni = número de individuos de la especie i
- ✓ N = número de todos los individuos de todas las especies

De esta forma, el índice se expresa como H' y contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). Este índice normalmente se refiere con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber

ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas). Entre mayor es el índice, mayor es la diversidad.

- **Resultados**

Los resultados del estudio de la fauna silvestre registrada en las áreas de conservación con matorral costero que representan la microcuenca Chumpon nos permiten verificar que existe un grupo mejor representado que los otros y que su abundancia se relaciona con las condiciones de la vegetación y por la presencia humana en los predios cercanos. Las aves fueron las especies más abundantes por ser las más conspicuas. Una gran cantidad de las aves que se observaron son especies que hacen sus recorridos con vuelos diurnos por el lugar en busca de alimento. Algunas de las especies registradas en el predio fueron observadas alimentándose de insectos, frutos o semillas.

En el caso de la herpetofauna se puede afirmar que dentro del predio encuentran todos los recursos que requieren para vivir, pues además de la gran cantidad de vegetación correspondiente a matorral costero y la pequeña porción de manglar, existe colindante al predio un cuerpo de agua (Laguna Boca Paila) que dan soporte a diversas especies. En el caso de los mamíferos, se pudo constatar por evidencias indirectas la existencia de mamíferos pequeños, en su mayoría herbívoros. No se encontraron evidencias de especies mayores como en el caso de los felinos quizá por la actividad humana correspondiente a las constantes visitas de turistas y lugareños que entran a la ANP.

Tabla 73. Concentrado de los resultados de campo para la fauna del matorral costero en la microcuenca Chumpon.

Nombre científico	Nombre común	Registros	Abundancia relativa	Categoria
Aves		29		
Amazilia rutila	Colibrí canela	1	17	Escasa
Columbina passerina	Tortolita	4	67	Común
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy	1	17	Escasa
Cyanocorax yucatanicus	Chara Yucateca	4	67	Común
Dives dives	Tordo cantor	2	33	Frecuente
Icterus cucullatus	Bolsero	1	17	Escasa
Melanerpes aurifrons	Carpintero	2	33	Frecuente
Melanerpes pigmaeus	carpintero	1	17	Escasa
Mimus gilvus	Cenzontle	6	100	Abundante
Ortalis vetula	Chachalaca	4	67	Común
Piranga rubra	Tangara roja	1	17	Escasa
Quiscalus mexicanus	Zanate	2	33	Frecuente
Mamíferos		4		
Nasua nasua	Tejón	2	33	Frecuente

Nombre científico	Nombre común	Registros	Abundancia relativa	Categoria
Dasyprocta punctata	Tzereque	1	17	Escasa
Sciurus yucatanensis	Ardilla yucateca	1	17	Escasa
Reptiles		6		
Anolis sp.	Lagartija	4	67	Común
Ctenosaura similis	Iguana negra	2	33	Frecuente

De los resultados obtenidos del trabajo de campo se observa que el grupo de fauna silvestre mejor representado en este predio son las aves con 12 especies y un total de 29 registros, seguido de los mamíferos con 3 especies con 4 registros y los reptiles con 2 especies y 6 registros.

- **Riqueza de especies**

De acuerdo con los datos obtenidos, la diversidad de los diferentes grupos de vertebrados es notablemente variada. El grupo de las aves resultó por razones obvias el grupo más diverso registrando un índice H= 3.3 y Hmax = 3.6, siendo este grupo el más cercano a 5, por lo que se que se considera como medio. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que muchas de las especies de aves registradas únicamente se encuentran en la zona con el propósito de alimentarse y en tránsito.

En el caso de los mamíferos; dicho índice H equivale a 0.6 y Hmax de 1.6 que se consideran bajos. El número de especies para este grupo, sin duda puede aumentar si se incrementa el número de muestreos a lo largo del año. Además, es necesario mencionar que los registros obtenidos en el presente estudio sólo reflejan una parte de las especies que ocurren en un sitio en particular en dos periodos; ya que fluctuaciones estacionales y ambientales en el corto plazo afectan la posibilidad de observar la mayor parte de los individuos que habitan el área en un momento en particular. (cf. Manzanilla y Péfaur, 2000).

Tabla 74. Cálculo del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener para la avifauna registrada en el matorral costero de la microcuenca.

INDICE DE SHANNON DEL GRUPO DE LA AVES DE LA MICROCUENCA				
Especies	**d/muestra**	**pi**	**-(pi)(log2pi)**	**(log2pi)**
Amazilia rutila	1	0.0345	0.1675	-4.8580
Columbina passerina	4	0.1379	0.3942	-2.8580
Crotophaga sulcirostris	1	0.0345	0.1675	-4.8580
Cyanocorax yucatanicus	4	0.1379	0.3942	-2.8580
Dives dives	2	0.0690	0.2661	-3.8580
Icterus cucullatus	1	0.0345	0.1675	-4.8580
Melanerpes aurifrons	2	0.0690	0.2661	-3.8580
Melanerpes pigmaeus	1	0.0345	0.1675	-4.8580
Mimus gilvus	6	0.2069	0.4703	-2.2730

INDICE DE SHANNON DEL GRUPO DE LA AVES DE LA MICROCUENCA				
Especies	**d/muestra**	**pi**	**-(pi)(log2pi)**	**(log2pi)**
Ortalis vetula	4	0.1379	0.3942	-2.8580
Piranga rubra	1	0.0345	0.1675	-4.8580
Quiscalus mexicanus	2	0.0690	0.2661	-3.8580
	29	1.0000	3.2887	0.0000
		H=	3.3	
		Hmax=	3.6	
		Equitabilidad=	0.9	

Tabla 75. Cálculo del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener para los mamíferos registrados en el matorral costero de la microcuenca.

INDICE DE SHANNON DEL GRUPO DE MAMIFEROS DE LA MICROCUENCA				
Especies	**d/muestra**	**pi**	**-(pi)(log2pi)**	**(log2pi)**
Nasua nasua	2	0.0690	0.2661	-3.8580
Dasyprocta punctata	1	0.0345	0.1675	-4.8580
Sciurus yucatanensis	1	0.0345	0.1675	-4.8580
	4	0.1379	0.6011	-2.8580
		H=	0.6	
		Hmax=	1.6	
		Equitabilidad=	0.4	

El escaso número de especies registradas, encuentra su explicación en los estudios de corta duración como el presente. Tienen la limitación que los registros obtenidos sólo reflejan una parte de las especies que ocurren en un sitio en particular en dos épocas del año.

En los sitios de muestreo de las áreas de conservación de este predio se verificó la presencia de un reducido número de especies de fauna silvestre (17 especies) que representan el 2.25% y el 2.61% reconocidos para la Península de Yucatán y el Estado de Quintana Roo, respectivamente (Pozo 2011). Esta reducida representación proporcional, así como los valores de abundancia relativa obtenidos y los índices de diversidad estimados, se deben al reducido periodo de muestreo. Asimismo, es importante reconocer que la biodiversidad faunística que existe en el predio del proyecto **"Casa Habitación Zula"** es reflejo de la existente en la región.

No hay que perder de vista que como parte de este proyecto **"Casa Habitación Zula"** se mantendrá un área de conservación de 16,675.96 m^2 que corresponde al 91.09 % de la superficie del terreno a ser evaluado que es de 18,307.35 m^2 En el predio domina la vegetación nativa de matorral costero, lo cual, en el proyecto dará lugar a espacio para la presencia de refugios, madrigueras, sitios de anidación y alimento; así como para favorecer algunos parámetros de las poblaciones (migración, inmigración, natalidad, estructura de sexos, etc.) que permiten la reproducción entre individuos y la permanencia de las principales variables ambientales (humedad, temperatura, etc.).

- **Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010**

De acuerdo con la información recopilada en este predio, se registró una especie de fauna que se reporta como Amenazada por 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 o cambio de lista de especies en riesgo" (Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2010), la cual corresponde con la iguana rayada (*Ctenosaura similis*).

IV.2.5. Medio socioeconómico

Diagnóstico socioeconómico general del Municipio de Tulum.

1. El Municipio de Tulum se ha caracterizado por lo siguiente:

2. Crecimiento demográfico exponencial. En 1990 Tulum tenía solo 2000 habitantes. Hoy hay 46,721 habitantes, registrados en el Censo de INEGI, pero con más de 100,000 gente viviendo en el Municipio que puede crecer a 300,000 o más en 2030.

3. Expansión de la mancha urbana, publicó la SENTENCIA en la Controversia 68/2021, del Gobierno Federal contra el Municipio de Tulum por el cual se impugna el Programa Municipal de Ordenamiento Territorial, Ecológico y de Desarrollo Urbano de Tulum (PMOTEDUS) a lo cual el CEMDA lo llama un "precedente fundamental", contra la especulación inmobiliaria; y que amenaza un crecimiento urbano irregular.

4. Crecimiento económico a través del turismo.

5. El turismo en 2023 en Tulum puede llegar a representar 2,000,000 de visitantes y con el Tren Maya y el aeropuerto, mucho más.

6. Insuficiente infraestructura
   La velocidad de crecimiento de Tulum ha dado lugar a un rezago importante en la infraestructura urbana, en especial en abasto de agua, tratamiento de drenajes y residuos de todo tipo.

La prospectiva de crecimiento bajo el escenario ante la inminente inauguración del Tren Maya y de que se construya el aeropuerto de Tulum es hacia un creciente desarrollo del PIB y de la población.

- **Crecimiento demográfico de Quintana Roo y de Tulum**

El 19 de mayo de 2008, se decretó la creación del Municipio de Tulum con cabecera municipal en la Ciudad de Tulum (Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo de fecha 19 de mayo de 2008 Tomo II, Número 50 Extraordinario, Séptima Época) con una extensión territorial de 2,040.94 km² y conservando entre otras localidades, a Akumal, Chemuyil y Punta Allen. El crecimiento poblacional de la entidad fue la principal razón de la creación de este nuevo municipio, separándolo del Municipio de Solidaridad.

De acuerdo con el Anuario Estadístico y Geográfico por Entidad Federativa 2013 (INEGI), el Municipio de Tulum tiene una población de 32,300 habitantes, lo que representa el 2.17% de la población total del Estado de Quintana Roo.

En 2020, subió a 46,721 personas censadas, más los turistas que en 2022 pasaron de 1,700,000 pernoctas en ese año. (**Tabla 76**).

Tabla 76. Población del Estado de Quintana Roo 2013-2020.

Número	Municipio	Población 2013	Población 2020
001	Cozumel	86,752	88,626
002	Felipe Carrillo Puerto	82,700	83,990
003	Isla Mujeres	18,365	22,686
004	Othón P. Blanco	228,190	233,648
005	Benito Juárez	738,420	911,503
006	José María Morelos	39,368	39,165
007	Lázaro Cárdenas	27,823	29,171
008	Solidaridad	189,993	333,800
009	**Tulum**	**32,300**	46,721
010	Bacalar	41,048	41,754
011	Puerto Morelos	26,921	
Total en el Estado de Quintana Roo		**1,484,960**	**100%**

Fuente: INEGI 2013. INEGI 2020

El Municipio de Tulum, es junto con los Municipios de Benito Juárez y Solidaridad, los de mayor crecimiento demográfico en el país. En 2020 tiene una tasa de crecimiento anual de 5.3% solo en tres años, la población del Municipio de Tulum aumento en 4,037 individuos (**Tabla 77**). El principal motivo es la inmigración de población atraída por la oferta de empleo y las

oportunidades de desarrollo económico propiciado por el turismo que es sin duda la actividad económica básica.

Tabla 77. Aumento de la Población del Estado de Quintana Roo y del Municipio de Tulum 2010-2013.

Población	Tulum	Quintana Roo
Población Total 2010 (Censo de población y vivienda INEGI)	28,263	1,325,578
Población Total 2013 (Anuario Estadístico por Entidad Federativa INEGI)	**32,300**	1,484,960
Aumento de Población en el Periodo 2010-2013	4,037	159,960
Población Total 2020 (Anuario Estadístico por Entidad Federativa (INEGI).	46,721	1,857,985
Aumento de Población en el Periodo 2010-2023	14,421	373,025
Proyección 2030		
Proyección 2050		

Fuente: Anuario Estadístico por Entidad Federativa INEGI.

Dentro de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, la mayor parte de la población se concentra en las colonias de pescadores en las localidades de Javier Rojo Gómez (Punta Allen) y Punta Herrero con cerca de 1,000 habitantes. El resto de la población se encuentra diseminada a lo largo de la costa en pequeños ranchos y desarrollos turísticos.

La densidad poblacional para la Reserva de Sian Ka'an, reportada en el Plan de Manejo del Área Natural Protegida, es de 0.16 habitantes por km^2 y el porcentaje de terrenos utilizados para la actividad humana es del 0.85 por ciento.

En el sitio del proyecto **"Casa Habitación Zula"**, no existen impactos del pasado ni asentamientos humanos.

- **Estructura de la población por sexo y edad**

En la **Figura 30** se presenta la estructura de edad y sexo del municipio de Tulum de acuerdo con el INEGI 2011, donde se aprecia que el índice de masculinidad en este municipio es ligeramente superior a la media.

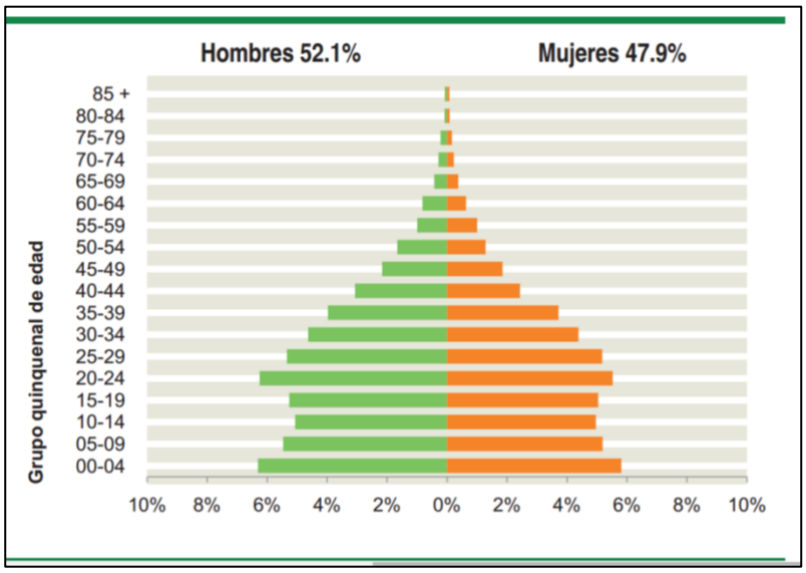

Figura 30. Estructura de edad y sexo del municipio de Tulum.
Fuente: Panorama sociodemográfico de Quintana Roo. INEGI, 2011.

En 2023 en Quintana Roo hay 936,779 hombres o sea que 50.4% de hombres y 52.2% de mujeres con un total de 921,206 (INEGI, 2020). Por edad en Quintana Roo en 2020, 29.3% tienen memos de 17 año; 22.1% tienen entre 18 y 29 años, 40.4% tienen entre 30 y 59 años y 7.1% tienen 60 años o más (INEGI, 2020).

- **Natalidad y mortalidad de la población**

El nivel de vida de una población, siempre se refleja en las estadísticas de nacimientos y defunciones, a través de estas se puede evaluar la calidad de la alimentación, la eficiencia de los servicios de salud, la infraestructura en los servicios básicos, entre otras cuestiones. Cuando en un lugar bajan los índices de mortalidad infantil y aumenta la esperanza de vida, se puede hablar de un mejoramiento en la calidad de vida.

En el municipio de Tulum el promedio de hijos nacidos vivos por grupo de edad presenta una tendencia de incremento casi lineal ya que a lo largo de su vida las mujeres entre 15 y 19 años han tenido en promedio 0.2 hijos nacidos vivos; mientras que este promedio es de 4.1 para las mujeres entre 45 y 49 años. En cuanto al porcentaje de hijos fallecidos por grupo de edad la tendencia de incremento que se aproxima a una curva. Dado que para las mujeres de 15 a 19 años de edad se registran 2 fallecimientos por cada 100 hijos nacidos vivos, mientras que para las mujeres de 45 a 49 años el porcentaje es de 8 (**Fig. 31 y 32**).

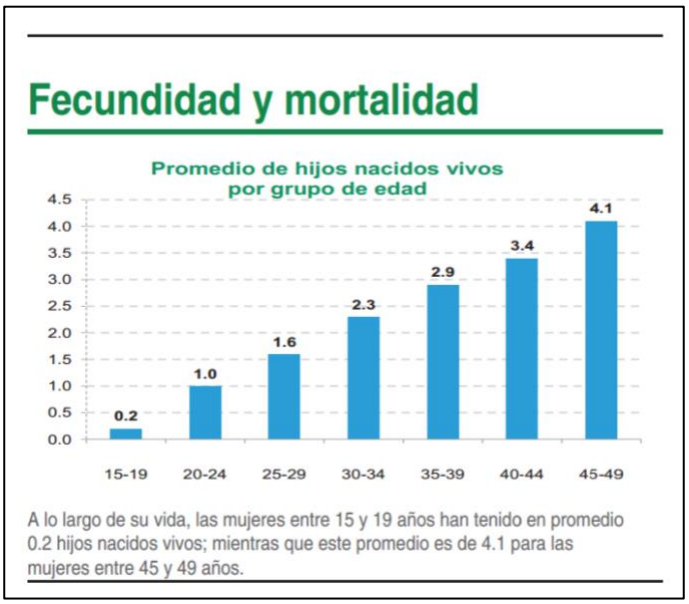

Figura 31. Fecundidad y mortalidad del municipio de Tulum.
Fuente: Panorama sociodemográfico de Quintana Roo. INEGI, 2011.

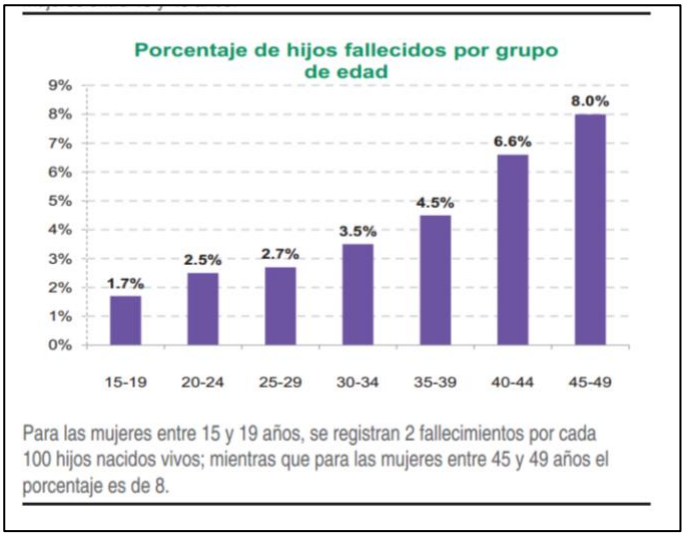

Figura 32. Fecundidad y mortalidad del municipio de Tulum.
Fuente: Panorama sociodemográfico de Quintana Roo. INEGI, 2011.

- **Escolaridad**

En Quintana Roo el promedio de escolaridad es de 10.2% de la población de 15 años, o más, y en Tulum 9.3, comparado con el nacional de 9.7, Quintana Roo está arriba. (INEGI, 2020).

- **Migración en Tulum**

Los procesos migratorios en el Estado de Quintana Roo, son en gran medida responsables de las altas tasas de crecimiento poblacional mencionadas en el punto anterior. De la población estatal, aproximadamente el 40% nació en la entidad, mientras que el 60% restante, proviene de otras entidades como son Yucatán, Veracruz y el Distrito Federal entre otras. En particular, la migración hacia el Municipio Tulum es bastante alta, en virtud del crecimiento turístico, situación que es evidente en localidades como Playa del Carmen, Akumal y Puerto Aventuras.

Los movimientos migratorios de grupos que hablan lenguas indígenas son muy importantes en la entidad. En 1990, 450 000 hablantes de lengua indígena vivían en una entidad federativa diferente a aquélla donde habían nacido, es decir, 8.7 por ciento del total nacional. Dentro de este flujo migratorio global destacan los originarios de Oaxaca y Yucatán. En cambio, por el lugar de destino sobresalen el Distrito Federal, el Estado de México y Quintana Roo.

El flujo más cuantioso entre dos entidades federativas corresponde a los 71,000 indígenas nacidos en Yucatán que viven en Quintana Roo, que equivalen al 15.5% de la migración total nacional y representan el 87% de la emigración total de Yucatán y el 91.4% de la inmigración total a Quintana Roo. La migración Maya se da dentro de su hábitat tradicional (en cambio, el 71% de los indígenas oaxaqueños sallen de su hábitat tradicional).

Quintana Roo es un estado receptor de campesinos inmigrantes de la Península de Yucatán y de todo el sureste mexicano por su disponibilidad de tierras y su economía en expansión, por ello es difícil prever en el largo plazo los requerimientos de tierras de la creciente población. Ante esto, la Reserva de Sian Ka'an requiere de una reglamentación clara y apropiada a sus objetivos.

- **Economía**

La economía principal en la zona del proyecto es de mercado; las actividades terciarias son las que predominan dentro de la estructura económica de la población. De acuerdo a los datos del censo de (INEGI, 2020), la PEA en el Estado, en el Municipio de Tulum y en el área de influencia directa no rebasa el 1.4%, siendo el mayor generador de empleo el sector terciario, con un 67.24%, el secundario con un 16.37% y el primario con un 15.76% en 2020 la tasa de participación económica de la población de 12 años o más, era de 68.5 siendo el nacional de 62.0. La PEA en 2020 en Quintana Roo, fue de 990,307 personas.

En 2022, el índice de desigualdad, o Índice de Gin e de 0.47 con 18.8% de la población en extrema pobreza y 43% en pobreza moderada (Data México, 2022).

En el área que se ha denominado de influencia directa, la actividad económica primaria está representada por la pesca principalmente. Las actividades económicas secundarias corresponden a pequeñas unidades de producción en industrias y a la construcción.

El sector económico terciario básicamente se dedica a actividades vinculadas al turismo y en menor escala a los servicios públicos.

Cabe resaltar que, en los últimos años, estas cifras se han modificado con base en el desarrollo turístico de la Riviera Maya.

El PIB en 2021 creció en Quintana Roo en un 16% siendo la entidad con mayor crecimiento.

Tabla 78. PIB del estado de Quintana Roo.

Sector de actividad económica	Variación porcentual anual	Monto en 2021 millones de pesos
Sector primario	***28.1***	***$4,376 (1.2%)***
Sector secundario	***0.2***	***$46.223 (13.1%)***
Sector terciario	***18.0***	***$302,837 (85.7%)***
Total		***$353.436 millones de pesos***

✓ **Actividades Primarias**

El cultivo de milpas de temporal se practica en forma esporádica principalmente en los bordes del camino Felipe Carrillo Puerto-Vigía Chico. El método utilizado para la siembra de maíz, frijol y calabaza es el de roza-tumba-quema pero desafortunadamente los delgados suelos de tzekel no resisten más de dos años de cultivos e intemperización y se degradan. Esto y la fuerte invasión de malezas han obligado a los campesinos a abandonar una y otra vez sus cultivos.

Los suelos de Sian Ka´an representan una de las fracciones más conflictivas de la Península; son suelos oligotróficos muy delgados de reciente formación con pedregosidad y rocosidad muy elevadas y son fácilmente inundables.

En determinados lugares la fragilidad es extrema debido principalmente a la intemperización tras el desmonte. Las superficies que se abrieron al cultivo han ofrecido rendimientos muy bajos: 400 a 700 kg de maíz por hectárea y año. En el caso del ganado los índices de agostadero son de 15 a 20 ha por unidad animal.

La mayor parte de las explotaciones de ambos tipos han sido abandonadas dejando tras de sí gran superficie en áreas de vegetación degradada sobre todo cerca de los caminos. Para lograr la productividad sostenida del suelo será necesario hacer intensivas las prácticas agrícolas y ello requiere de experimentación y de asesoría técnica a la población local. Destaca el hecho de que Sian Ka´an no dispone de una población de tradición campesina y mucho menos ganadero. Los campesinos que apenas suman una decena generalmente se han instalado allí en épocas recientes y apoyan su subsistencia con otras actividades como la caza, la pesca, la corta de durmientes o el trabajo asalariado.

De acuerdo con el Censo de Población INEGI 2011, las actividades primarias reportadas para el Municipio de Tulum se presentan en la **Tabla 79**.

Tabla 79. Actividades primarias reportadas para el Municipio de Tulum (INEGI 2011).

Actividades primarias	Tulum	Quintana Roo
Superficie sembrada de frijol (Hectáreas), 2011	318	3,561
Superficie sembrada de maíz grano (Hectáreas), 2011	2,278	68,609
Superficie sembrada del resto de cultivos nacionales (Hectáreas), 2011	6	40,120
Superficie cosechada de frijol (Hectáreas), 2011	318	3,121
Superficie cosechada del resto de cultivos nacionales (Hectáreas), 2011	6	36,853
Volumen de la producción de frijol (Toneladas), 2011	64	1,709
Volumen de la producción de maíz grano (Toneladas), 2011	1,139	67,470
Superficie sembrada de temporal (Hectáreas), 2011	2,602	109,743
Volumen de la producción de carne en canal de bovino (Toneladas), 2011	75	4,915
Volumen de la producción de carne en canal de porcino (Toneladas), 2011	213	5,270
Volumen de la producción de carne en canal de ovino (Toneladas), 2011	9	267
Volumen de la producción de carne en canal de gallináceas (Toneladas), 2011	105	5,662
Volumen de la producción de carne en canal de guajolotes (Toneladas), 2011	11	141
Volumen de la producción de huevo para plato (Toneladas), 2011	31	829
Volumen de la producción de miel (Toneladas), 2011	135	2,268
Volumen de la producción de cera en greña (Toneladas), 2011	4	70

✓ Actividades Secundarias

De acuerdo con el Censo de Población INEGI 2011, las actividades secundarias reportadas para el Municipio de Tulum se presentan en la **Tabla 80**.

Tabla 80. Actividades secundarias reportadas para Quintana Roo. (INEGI 2022).

Actividades secundarias	Quintana Roo (millones de pesos)
Minería	$6,656
Ventas de energía eléctrica	$4,578
Construcción	27,105
Industria	$7,894
Total	$46,233

En el área que se ha denominado de influencia directa, la actividad secundaria está representada por pequeñas unidades de productos de consumo humano inmediato y a la construcción.

✓ **Actividades Terciarias**

En el Estado de Quintana Roo como se ha visto las actividades terciarias que incluyen al turismo son dominantes.

La economía de las comunidades de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka´an está basada en el sector terciario, con predominio de la actividad eco turística, altamente diversificada con algunos hoteles ecológicos. Las actividades primarias y secundarias tienen un desarrollo poco significativo (pesca de langosta) y en ocasiones generan productos destinados al consumo local. Es una economía que depende casi en su totalidad de los productos generados por las actividades primarias y secundarias de otras entidades.

En Quintana Roo en 2020 hubo 20,000,000 de turistas y en el Municipio de Tulum el crecimiento urbano y turístico ha sido desordenado y en 2011 la Suprema Corte de Justicia revocó el Programa de Desarrollo Urbano de Tulum 2006 – 2030.

En el año de 2023 se prevé que haya en Tulum más de 1,700,000 turistas, 54% de Estados Unidos. (INEGI, 2020).

Las actividades terciarias en Quintana Roo en 2022 arrojaron un mono de $302,837 millones de pesos de los cuales $110,567 se derivan del turismo. (INEGI, 2022).

En 2017, según el Gobierno Estatal de Quintana Roo habría más de 120,000 cuartos de hotel.

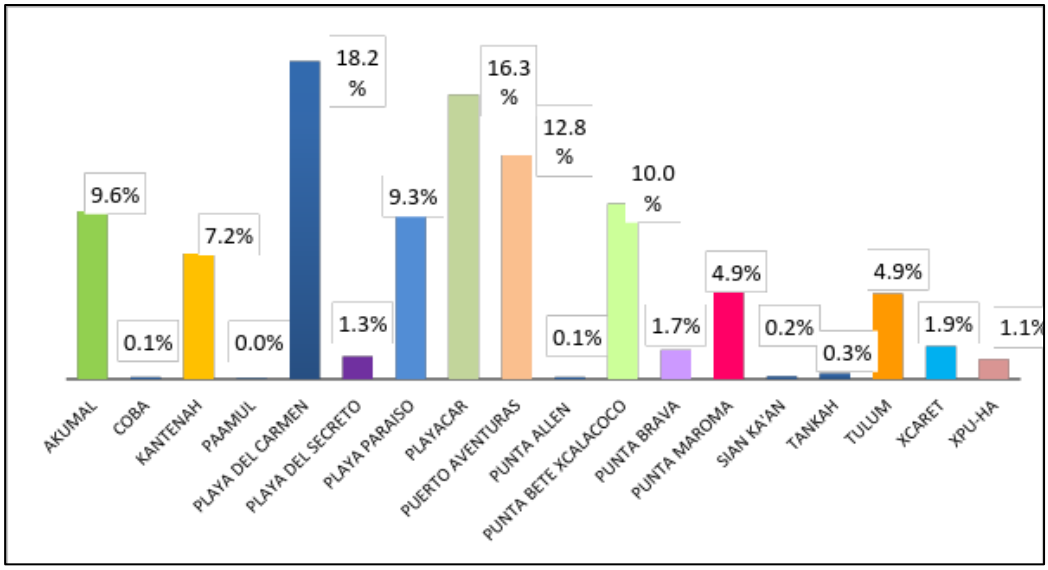

Figura 33. Distribución del diferente micro destinos de la Riviera Maya.
Fuente: Barómetro Turístico de la Riviera Maya 2013. Fideicomiso de promoción turística de la Riviera maya (www.rivieramaya.com)

Tulum ofrece al turismo nacional e internacional y como actividad principal, hostelería ecológica, que guarda intacta, las tradiciones del pasado Maya en su arquitectura y que se fusionan con la modernidad del presente en cuanto a servicios. Además, posee las mejores playas del estado y a nivel internacional, con sus blancas arenas y paradisíacos lugares del Caribe Mexicano. Tanto en la zona hotelera de playas, así como en el centro de la ciudad, el turista puede disfrutar de excelentes restaurantes que ofrecen comida regional e internacional de excelente calidad. En el municipio, la hospitalidad hacia el turismo es la vocación de toda su gente.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda (INEGI), en el año 2010 se hospedaron 297,860 turistas en establecimientos dentro del Municipio de Tulum, y en 2022 lleó a 1,700,000 turistas.

Se prevé que con el Tren Maya y el aeropuerto esta cantidad pueda subir a 3,000,000 antes de 2050.

- **Infraestructura y servicios en la Reserva**

En 2020 en Quintana Roo 85.5% de las viviendas disponen de agua entubada, y 73.8 cuentan con drenaje.

La Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an es dividida por el camino de Felipe Carrillo Puerto a Vigía Chico que se continúa por un ramal hasta la costa que enfrenta a Punta Allen. Este camino data de 1955 y fue construido sobre la antigua vía férrea que transportaba el chicle hasta el puerto de Vigía Chico la cual fue abandonada después del ciclón en 1955.

Este camino cuenta en la actualidad con un ramal de terracería en dirección noroeste hacia el pueblo de Chumpón ya fuera de los límites de la Reserva. Existen otros dos caminos costeros de terracería que comunican a Punta Allen con Tulum y a Punta Herrero con Majahual respectivamente. Ningún tramo de estos caminos está pavimentado.

La única población con servicios de agua potable y alcantarillado es Punta Allen, en el resto de Sian Ka'an no existe un servicio de agua potable. Esta se extrae de pozos someros. La colonia Javier Rojo Gómez posee luz eléctrica generada por una planta diésel que funciona de las 19:00 a las 23:00 hrs. y cuenta con sistema fotovoltaico. Los hoteles de la zona cuentan con generadores para luz eléctrica. La colonia Rojo Gómez es la única dotada de servicios básicos como una escuela primaria un servicio médico ambulatorio del Instituto Mexicano del Seguro Social servicios que no existen en la colonia Punta Herrero debido a su reciente formación como asentamiento.

- **Características culturales de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an**

En Quintana Roo 423,166 personas son indígenas, aunque solo 9,546 no hablan español. (INEGI, 2020).

La creación de la reserva ha tenido un impacto benéfico al conservar, no sólo la variada riqueza natural de la zona, sino que también ofrece cierto grado de protección a las extensas zonas arqueológicas que se encuentran dentro de su perímetro.

Actualmente, se encuentran registrados 22 sitios arqueológicos dentro de los límites de la Reserva. Estos incluyen la ciudad de Chunyaxche (o Muyil), una de las comunidades Mayas más importantes de Quintana Roo en tiempos prehispánicos, así como varias importantes comunidades costeras que se dedicaban a la explotación de recursos marinos y participaban en las redes de comercio que enlazaban al litoral con otras regiones del mundo Maya (Andrews, 1988).

La Reserva de la Biosfera de Sian Ka´an se encuentra aproximadamente a 10 km al sur de la Zona Arqueológica de Tulum, probablemente la segunda zona arqueológica más visitada a nivel nacional, superada únicamente por Teotihuacán. Visitan anualmente a Tulum aproximadamente400,000 personas.

El inicio de las actividades turísticas en la Reserva, se remonta a principios de los setenta cuando las ruinas de Tulum comenzaron a atraer turistas nacionales y extranjeros. Con casi 100 km de playas, la Reserva tiene un enorme potencial turístico. Actualmente, entre las localidades cercanas al sitio del proyecto **"Casa Habitación Zula"** que cuentan con infraestructura turística son Tulum que cuenta con 98 hoteles, Akumal con 24 hoteles, Coba con dos hoteles, Tankah con cuatro hoteles, con categorías desde una estrella hasta cinco estrellas de acuerdo con el Barómetro Turístico de la Riviera Maya de diciembre 2013.

Entre 1930 y 1940 se inició el cultivo de coco en las costas de la Reserva. El cultivo fue próspero hasta que los ciclones en la década de los años 50 destruyeron gran parte de las plantaciones. Posteriormente la plaga conocida como amarillento letal del coco causada por un mico plasma llegado de Florida en la década de los setenta ha destruido la mayor parte de los cocales de la zona norte de la Reserva. Las costas interiores de las bahías no han sido cultivadas por tratarse de terrenos inundables y pantanosos.

La explotación ganadera para engorda bajo métodos extensivos sin cultivos de zacates tiene muy altos índices de agostaderos. Actualmente hay tres ranchos: Hermanos Lagos Los Arana y Emilio Tasx que destinan grosso modo, 2,000 ha en Sian Ka'an a esta actividad.

Actualmente la zona costera entre Tulum y Punta Allen, basa su economía en la pesca, y el cupo limitado de socios en la cooperativa evita el aumento poblacional de la colonia. Los únicos sectores organizados entre la población de Sian Ka'an son los pescadores y cuentan con cinco cooperativas pesqueras las que operan en la zona las cuales son:

- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera de Vigía Chico S.C.L. con sede en la colonia Javier Rojo Gómez que cuenta con 80 socios que operan entre Boca Paila y Punta Pájaros
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera José María Azcorra S.C.L. con 40 socios asentados en Punta Herrero que operan entre Punta Mosquitero y el fondo de la Bahía del Espíritu Santo (campamento Ma. Elena isla el Chal y Sacrificios)
- Sociedad Cooperativa de Cozumel con asentamientos en dicha isla fuera de los límites de la Reserva pero que pescan esporádicamente en la costa que se encuentra entre las dos bahías y en la porción norte de la Bahía del Espíritu Santo.
- Otras dos cooperativas pesqueras operan parcialmente en la zona de Reserva son la de Tulum cuya área de pesca se extiende al norte de Boca Paila y la del Uvero al sur de Punta Mosquitero.

El principal producto pesquero es la langosta espinosa (*Panulirus argus*) cuyos juveniles se desarrollan en las bahías y lagunas costeras. Su talla comercial mínima es de 13.5 cm de cola; es muy apreciada en el mercado donde alcanza cotizaciones de $15 US/kg. En su mayor parte se exporta congelada a los EUA. Los ingresos por venta de langosta suponen en total el 74% de las entradas netas anuales de la cooperativa (Espejel 1983) lo que indica una marcada preferencia por esta especie y sugiere que la pesquería se diversifique.

Las capturas anuales en la Bahía de la Ascensión oscilan entre 50 y 80 toneladas de colas limpias. Existe un porcentaje de langosta no declarada que es capturada incluso en temporada de veda por personas ajenas a la cooperativa. La veda de cuatro meses comprende del 15 de marzo al 15 de julio. Durante esta época los pescadores regresan a sus lugares de origen, o se dedican a la de menor valor comercial como son los tiburones gato, martillo y tintorera; la escama, fundamentalmente huachinango, palometa, sábalo, mero, cherna, boquinete y caracol. Por otra parte, los pescadores están bien equipados, cuentan con 100 lanchas, generalmente de fibra de vidrio de 25 pies de eslora, motores fuera de borda de 40 CV, trampas para langosta, palangres y redes. En la Bahía de la Ascensión se da un tipo de organización poco común en el que los fondos marinos se han dividido en terrenos de pesca entre los socios de la cooperativa. La pesca deportiva se practica esporádicamente como actividad ligada al turismo. Así se capturan macabí, barracuda, palometa, róbalo, robalo y ocasionalmente el pez vela.

- **Régimen de propiedad en la Reserva**

El 99% de la tierra en la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an es de propiedad nacional. Solamente en la franja costera que enfrenta al mar abierto hay propiedades privadas que coinciden con los ranchos copreros y las zonas de mayor potencial turístico. Las costas en las Bahías son de propiedad nacional. El límite occidental de la Reserva está marcado por ejidos del municipio de Felipe Carrillo Puerto y del municipio de Cozumel.

Tabla 81. Ejidos circundantes a la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an.

Ejido	Extensión	Núm. Habitantes
Pino Suarez	10,409 ha	47 ejidatarios
Chunyaxche	104,115 ha	288 ejidatarios
Tres Reyes	10,550 ha	36 ejidatarios
Felipe Carrillo Puerto	47,043 ha	111 ejidatarios
X-Hazil	55,043 ha	308 ejidatarios
Andrés Quintana Roo	6,100 ha	61 ejidatarios

Los ejidatarios de la zona circundante poseen dotaciones de 274 hectáreas por ejidatario. Las actividades básicas en estos ejidos son la agricultura de temporal la explotación forestal y la ganadería extensiva.

En el litoral existe la mayor parte de los ranchos, y las dos colonias de pescadores: la Colonia Javier Rojo Gómez con 340 habitantes y Punta Herrero con 40 en 1983. Solo 26 personas viven en la zona continental interior. Las tendencias demográficas están directamente ligadas a la potencialidad de los recursos naturales en cada porción de la Reserva, y varían mucho de los litorales a las partes continentales.

Las zonas continentales están más expuestas a la colonización por la existencia de caminos de acceso. Sin embargo, solo hay seis ranchos, lo que muestra la poca atracción que el área ha generado para los campesinos sin tierra de la periferia. Una fuerte limitación es la inseguridad en la tenencia de la tierra de los ocupantes de terrenos nacionales, aunque el proyecto **"Casa Habitación Zula"** de Sian Ka'an detuvo muchos de ellos y canalizó otros.

IV.2.6. Paisaje

La comunidad costera de esta zona de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka´an, forma parte de un corredor turístico en la parte norte que va desde el Arco Maya en los límites del Ejido Pino Suárez hasta la comunidad de Javier Rojo Gómez (Punta Allen). A pesar del desarrollo turístico que se ha dado en esta zona, los inversionistas han optado por utilizar la vegetación natural y lo que este a su alrededor para darle belleza a la arquitectura de los proyectos y eso es lo que hace de la costa de la Reserva, un área ecológica de descanso, las playas de arena blanca y el mar con su característico azul turquesa, la agradable imagen rustica de un pueblo Maya tradicionalista en crecimiento y los pequeños hoteles y cabañas hacen de las playas de Sian Ka´an un lugar excepcional para vacacionar (**Fig. 34**).



Figura 34. Panorámica del tipo de desarrollo habitacional presente en la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an.

IV.3. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riego por el cambio de uso del suelo propuesto

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en el artículo 7, fracción XXXIX, define los *Servicios ambientales: Los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación*

climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros;

Los servicios ambientales son beneficios que los ecosistemas proporcionan a la población humana. La base de los servicios ambientales son los componentes (CO_2, H_2O, clima, temperatura, plantas, animales, etc.) y los procesos que integran los ecosistemas (ciclo del agua y de nutrientes, flujo de energía, fotosíntesis, descomposición, producción de materia vegetal, dinámica de las comunidades, etc.), que permiten el bienestar social y económico.

Durante mucho tiempo, a esos servicios o funciones naturales no se les dio la debida importancia, pues se consideraron inagotables. En años recientes, ha ocurrido una revalorización de los servicios ambientales, especialmente ante la evidencia de que dichos servicios se relacionan con la buena calidad ambiental, por lo que la degradación repercute de forma significativa en ellos.

Los servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo debido al desarrollo del proyecto **"Casa Habitación Zula",** se analizan en función del grado de afectación que puede darse como resultado de la ejecución del cambio de uso del suelo. Para determinar los servicios ambientales que se pudieron poner en riesgo por el cambio de uso de suelo en la superficie del proyecto, se utilizó como primer criterio la definición establecida en la LGDFS (Artículo 7 fracción XXXIX). Para valorar la disponibilidad de los servicios ambientales en la superficie que ocupa el predio y la propuesta para el CUSF, se considera la disponibilidad del recurso forestal en el sitio en comparación con la microcuenca hidrológica de la cual forma parte bajo las siguientes premisas:

I. Superficie del predio a ser evaluado: 18,307.35 metros cuadrados.

II. Área total solicitada para cambio de uso de suelo: 1,108.20 metros cuadrados.

III. Vegetación que será área de conservación: 16,675.96 metros cuadrados de vegetación de duna costera con predominancia de matorral costero y un franja de manglar.

IV. Tipos de vegetación circundante: vegetación de duna costera y vegetación de manglar.

V. Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka´an.

A partir del análisis de la naturaleza, características, ubicación y extensión de las actividades que el proyecto implica, incluyendo la ejecución del cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) que se solicita para la construcción de la casa habitación, se concluye que no se pone en riesgo ningún servicio ambiental, tomando como base la definición de "riesgo" de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) que dice "*probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasionen efectos adversos en la salud humana, en los demás organismos vivos, en el agua, aire, suelo, en los ecosistemas, o en los bienes y propiedades pertenecientes a los particulares*".

En el caso presente, el CUSTF no generará residuos peligrosos, sino únicamente residuos de madera y follaje derivado de las actividades de desmonte. En un sentido más amplio, a

continuación se examinará la naturaleza y magnitud de modificaciones o afectaciones a los servicios ambientales en el sistema ambiental de la microcuenca Chumpon debido al CUSTF y a las actividades de construcción y operación que el proyecto implica.

Para dicho fin, se han considerado de forma importante las características bióticas, abióticas y socioeconómicas del sistema ambiental de la microcuenca Chumpon, descritas en el presente capítulo. Los tres componentes, o grupos de componentes previamente citados, constituyen el ecosistema y de sus interacciones resultan los flujos de materia y energía que originan los servicios ambientales. En su conjunto, el ecosistema desarrolla y mantiene biodiversidad, regulación del ciclo hidrológico, permite la infiltración y recarga de acuíferos, protege la estructura y productividad del suelo, y se mantienen los ciclos biogeoquímicos, entre otras valiosas funciones.

A continuación, se argumenta sobre cada uno de los servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo y se hace una breve descripción de los criterios por los cuales se identifican la importancia y el grado de afectación de los mismos que tendrá lugar como consecuencia del cambio de uso del suelo por el proyecto **"Casa Habitación Zula".**

I. La provisión del agua en calidad y cantidad.

La elevada precipitación pluvial (**Sección IV.2.3.1**), la gran capacidad de infiltración del terreno (**Sección IV.2.3.4**) y la reducida pendiente topográfica favorecen la recarga del acuífero en la Península de Yucatán. De manera específica, el sitio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF de interés del proyecto **"Casa Habitación Zula"** se localiza en la Región Hidrológica Número 33 (Yucatán Este) dentro de la microcuenca Chumpón, la cual se caracteriza por la presencia de cuerpos de agua permanentes como lo es la Laguna Boca Paila al Oeste y el Mar Caribe al Este (**Fig. 35**).



Figura 35. Panorámica de la Laguna Boca Paila y el Mar Caribe en un punto muy cercano al predio del proyecto

Asimismo, la recarga del acuífero ocurre en la región poniente de la microcuenca gracias a que la cobertura del suelo es muy delgada y al gran desarrollo kárstico superficial de las rocas calcáreas, factores que permiten la infiltración casi total del agua de lluvia y los flujos subterráneos se convierten en descargas hacia el mar a lo largo de la costa (**Fig. 36**).

En la Península de Yucatán, tales condiciones de descarga han persistido casi inalteradas hasta la fecha, debido a que la explotación del acuífero no ha modificado significativamente la posición natural de los niveles del agua subterránea, a pesar de que el acuífero se explota a través de varios miles de alumbramientos en los centros de población. A pesar dfe ello, en general los ecosistemas vinculados con el agua subterránea no han sido afectados ni modificados.



Figura 36. Dirección del Flujo del Agua Subterránea en la Península de Yucatán.

Por lo antes citado, la ejecución del CUSTF de interés del proyecto no compromete la cantidad del agua en la microcuenca Chumpón ya que se localiza en una zona de descarga del acuífero, por lo que el agua infiltrada desfoga directamente a la Laguna Boca Paila y al Mar Caribe.

El acuífero en esta zona, por la influencia de las mareas y el movimiento de la superficie del agua subterránea, da lugar a la formación de una zona de mezcla que contiene agua con mayor salinidad, cuya amplitud disminuye hacia la franja costera en varios metros el espesor de agua de calidad aprovechable.

Asimismo, el análisis de las superficies entre la microcuenca Chumpon y la superficie de cambio de uso de suelo que se solicita en este predio es muy reducida ya que representa únicamente el 0.00008% de la superficie total de la microcuecnaca Chumpon**.** Esto es, la infiltración al acuífero que se dejaría de percibir, representa porcentajes muy bajos (cifras que resultan prácticamente imperceptibles) en relación con los volúmenes captados en toda la Península de Yucatán, la región hidrológica Yucatán Este y la microcuenca Chumpón.

Debe decirse además que el suministro de agua potable para el proyecto se realizará en pipas por lo que llegarán al predio 36,000 litros anuales de agua potable y que se pueden recargar 210,100 litros anuales de las áreas techadas gracias al Sistema de Captación de Agua de Lluvia .

En lo que se refiere a la calidad del agua, con la ejecución del CUSTF de interés del proyecto se mantiene a largo plazo ya que se contará con medidas de prevención y mitigación para evitar su contaminación entre las que se encuentran:

1. Para prevenir la contaminación del acuífero por hidrocarburos, se establecerán sistemas de control de derrames de combustibles y lubricantes de la maquinaria y no se deberá realizar reparaciones mayores en el área del proyecto. En el sitio donde se almacene combustible (aunque sea en mínimas cantidades), deberá estar impermeabilizada y deberá contar con los señalamientos respectivos. Los aceites, grasas y estopas una vez utilizados ("quemados"), serán depositados en recipientes especiales para ser entregados a personal autorizado para su reciclamiento o disposición final.
2. Se instalarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 10 trabajadores. Además, se hará del conocimiento de los empleados de la obra para evitar prácticas inadecuadas de micción y defecación a ras del suelo. Toda fuga proveniente de dichos sanitarios, deberá ser reparada de inmediato, para evitar su filtración al acuífero.
3. Tomar las medidas necesarias para que el tratamiento y disposición de los residuos líquidos producidos durante el proceso de construcción y operación, sean mantenidos fuera de la influencia y contacto de los flujos de agua superficiales y de las áreas de inundación, mediante un sistema de tratamiento que contempla la canalización hacia dos biodigestores con descarga a un humedal artificial con geo membrana.

II. La captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales.

La fijación de carbono y su almacenamiento en forma de biomasa es una labor importante del metabolismo vegetal. El proceso de fotosíntesis se realiza en las hojas y otras partes verdes de las plantas.

Las selvas y la vegetación forestal en general capturan, almacenan y liberan carbono como resultado de la fotosíntesis, la respiración y la degradación de la materia seca. Este servicio ambiental equilibra la concentración de carbono naturalmente existente con el que se produce con las emisiones de origen humano. El concepto de captura de carbono normalmente integra la idea de conservar los inventarios de este elemento que se encuentra en suelos y selvas, es decir, la vegetación es vista como "sumideros" (Tipper 2000).

En México, existen estimaciones sobre el potencial de captura de carbono empleando diferentes supuestos. Por ejemplo, se ha estimado de 35 a 54 millones de toneladas de carbono por año si se mantuvieran las áreas naturales protegidas durante un período de 100 años (Bellón *et al.* 1993). Otros han calculado la pérdida de carbono por cambio de uso del suelo en selvas bajas y medianas en 91.25 toneladas de carbono por hectárea (T C/ha) al convertirlas para la agricultura (Adger *et al.* 1995). Incluso se ha sugerido que 6.1 millones de hectáreas de bosques y selvas tienen un potencial de capturar entre 348.3 a 714.9 millones de toneladas de carbono (Trexler y Haugen 1995).

Para Quintana Roo, se ha estimado la captura de carbono para las selvas presentes en la entidad, en una magnitud de 1'858,724 toneladas de CO_2 por año (Torres y Guevara 2002). Considerando

que el Estado tiene una superficie de 50,843 km^2 de los cuales 67.44% es ocupada por selvas (alta y mediana subperennifolia; mediana caducifolia y subcaducifolia; baja caducifolia y subcaducifolia y baja subperennifolia) (Thomassiny y Chan 2011), es posible que se capture aproximadamente 54.20 toneladas de CO_2 por año/km^2.

En este trabajo el contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea (volumen total del árbol en m^3) en la vegetación del matorral costero de esta microcuenca, se calculó por el método de IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático)

El resultado total de 4.680 toneladas es la cantidad de carbono que en promedio se ha almacenado por hectárea en la vegetación de matorral costero sobre sustrato arenoso que se desarrolla en la actualidad en el predio de este proyecto y que se pretende remover con motivo del cambio de uso de suelo.

Al considerar que la superficie forestal que se pretende afectar por el cambio de uso de suelo para el presente proyecto, es decir en las 0.11082 hectáreas que se solicitan para el CUSTF, se estima que en esta superficie existen 0.519 toneladas de Carbono que se encuentra almacenado en la porción aérea de la vegetación de matorral costero de este predio. Al considerar la contribución del carbono subterráneo de 84.9 Toneladas por hectárea se estima que en el suelo de las 0.11082 hectáreas que se solicitan para el CUSTF, se estima que existen 9.409 toneladas de Carbono orgánico subterráneo. Lo cual representa una magnitud muy baja en comparación con lo que se continúa capturando por la vegetación remanente con vegetación de duna costera y mucho mayor si se consideran los manglares y todas las selvas remanentes en la microcuenca Chumpon.

Por tanto, se considera que el impacto del proyecto propuesto al nivel de micro-cuenca sería poco relevante o bajo. Así mismo, gracias al relieve prácticamente plano de la Península de Yucatán y a la influencia de diferentes masas de aire marítimo tropical que son transportadas por los Vientos Alisios del Caribe y el Atlántico se considera que la calidad de aire en la región es óptima.

III. Generación de oxígeno

Se considera que la afectación por el cambio de uso del suelo del proyecto a la generación de oxígeno es insignificante en relación con la superficie que se mantendrá como área de conservación dentro del predio y con la existente en la cuenca. El proyecto llevará a cabo el CUSTF en tan sólo el 6.05 % de la superficie total del predio sobre vegetación de matorral costero, y se mantendrán sin intervención como áreas de conservación el 91.09 % de la superficie total del predio en evaluación.

Asimismo, se considera que no se verá afectado porque este proyecto contempla diferentes mecanismos preventivos que favorecerán el mantenimiento integral de este servicio ambiental, entre los que se encuentran:

1) Implementación de un programa de rescate de flora,
2) Implementación de un programa de reforestación con plantas nativas de la región y típicas del matorral costero, y

3) Mantenimiento para el control de plagas.

IV. Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales

En relación con los factores de riesgo hidrometeorológico, la zona donde se pretende llevar a cabo la implementación del proyecto se encuentra en la franja de paso de huracanes que se forman en la región del Atlántico, con un nivel de riesgo mediano de acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). Los fuertes vientos, el oleaje generado por los mismos y las ondas de tormenta que elevan considerablemente el nivel del mar causan con regularidad efectos destructivos en los ecosistemas costeros.

Sin embargo, se considera que el CUSTF del proyecto no afectará de manera significativa al amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales, ya que el 91.09 % de la superficie total del predio se mantendrá con su cobertura forestal. La cobertura vegetal es importante por sí misma en lo que a seguridad ambiental se refiere, pues cumple diversas funciones de amortiguamiento ante el impacto de fenómenos naturales.

Además, con la aplicación en tiempo y forma de las medidas de mitigación propuestas por este proyecto como la reforestación y protección de la cobertura vegetal, asi como el cumplimiento de las normas establecidas en el Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera de Sian kaan y de los criterios establecidos en el POERSK que fueron aplicadas en el diseño del proyecto permitirán prevenir aún más la afectación de este servicio ambiental.

V. Modulación o regulación climática

El régimen climático característico en toda la península de Yucatán y del Estado de Quintana Roo, de acuerdo con la clasificación climática de Koppen modificado por García (1981), corresponde con el tipo cálido subhúmedo (Aw), afectado localmente por su vecindad con el Mar Caribe y las bajas elevaciones del terreno sobre el nivel del mar. Por su parte, el clima del municipio de Tulum y que predomina en la micro-cuenca Chumpón corresponde al subtipo Aw2 (x´), denominado cálido subhúmedo con lluvias en verano. Este clima es benévolo y apto para las actividades humanas en la Reserva de Sian Ka'an.

Por la magnitud del proyecto **"Casa Habitación Zula"**, que pretende llevar a cabo el CUSTF de una superficie de 1,108.20 m², se considera que a nivel regional y de la microcuenca la afectación sobre la modulación o regulación climática es insignificante. Además, que, al interior del predio se contará con la conservación de la cobertura vegetal del 91.09% de la superficie total del predio. Estas áreas de conservación permitirán absorber el reflejo de la luz solar y disminuir el calor y la sensación térmica, lo cual será benéfico para fines recreativos y de salud para los habitantes del proyecto, lo que permitirá que este servicio ambiental se mantenga sin afectar la percepción que de ellos tengan los habitantes.

VI. Protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida.

La diversidad ecológica se define como la cualidad de los ecosistemas en los que la variabilidad de los elementos puede ser expresada con relación al área que ocupa y a un gradiente de asociación o de ensamblaje de elementos subordinados (Abya-Yala, 2000). La diversidad biológica siempre ha sido, es y será, usada por el hombre. Hoy el reto es que el uso de la biodiversidad y el territorio en donde se distribuye, se realice con procedimientos que aseguren su protección y conservación. Es sabido, que la biodiversidad regional está dada por la diversidad existente en cada hábitat (tanto natural como inducido) presente en un paisaje y por las tasas de recambio de especies entre uno y otro hábitat o entre un estado de uso y otro.

En ecología, el término paisaje se utiliza para designar unidades geográficas en las que, a pesar de la existencia de una cierta heterogeneidad interna (por ejemplo diferentes tipos de vegetación o distintos estados sucesiones de los mismos), las principales variables ambientales (por ejemplo, la temperatura, la humedad, la precipitación u otras) no cambian significativamente dentro del área de la propia unidad geográfica, la cual muestra una historia geomorfológica y biogeográfica común (Sánchez *et al.* 2000). Este concepto necesariamente considera la presencia del ser humano.

En este sentido, la zona del proyecto no debe verse de forma aislada e independiente, sino que precisamente forma parte de un paisaje, en donde existen diferentes tipos de vegetación en distintos niveles de perturbación o conservación, en donde se distribuyen especies de vida silvestre (microorganismos, hongos, flora, fauna, etcétera). Dicho con otras palabras, la biodiversidad que existe en el predio del proyecto es reflejo de la existente en toda la región y en toda la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an.

En general, la Península de Yucatán es menos diversa que otras regiones de México, aunque presenta atributos taxonómicos y filogenéticos que la caracterizan de otras zonas del país, Centro y Sur América. Por ejemplo, presenta pocas especies endémicas, baja riqueza de especies restringidas y un mayor número de especies con intervalos de distribución amplios, por lo que la probabilidad de que se registren las mismas especies en dos sitios es elevada (Arita y Vázquez-Domínguez 2003).

La Península de Yucatán también se caracteriza por su baja diversidad beta (tasas de recambio de especies entre un hábitat y otro o entre un estado de uso y otro), lo cual ha sido explicado como resultado de la topografía homogénea, la falta de barreras geográficas y la baja heterogeneidad de hábitats (Vázquez-Domínguez y Arita 2010).

En este contexto, para analizar si la ejecución del CUSTF ocasionará efectos significativos a la biodiversidad de la microcuenca Chumpon se realiza la comparación cuantitativa de las caracterisiticas dasometricas de la vegetación del matorral costero donde pretende establecerse este proyeto; logrando demostrar que la biodiversidad de los ecosistemas y formas de vida se mantienen a largo plazo. Hay que considerar que en el matorral costero donde se ubica la superficie que se solicita para el cambio de uso del suelo para este proyecto solo se registraron 12 especies de flora que representan el 0.52% y el 0.66% del total registrado para la Península, la cual es de 2300 especies de flora y del Estado de Quintana Roo con 1800 especies, respectivamente (Valdez-Hernández e Islebe 2011).

En cuanto a la fauna, de acuerdo con el trabajo de campo en la superficie de cambio de uso del suelo que se solicita se registraron 13 especies que representan el 1.8% y el 2.1% reconocido para la Península y el Estado, respectivamente (Pozo 2011). La reducida representación proporcional se mantiene al comparar las especies de los diferentes grupos de vertebrados terrestres registrados en el área del proyecto con respecto a la reconocida para la Península y el Estado (**Tabla 82**).

Si bien es cierto que en la superficie que se solicita para este proyecto existe un reducido número de especies con respecto al reconocido para toda la Península y el Estado de Quintana Roo, esto es reflejo de la relación especie-área. Por tal motivo, la valoración de que el cambio de uso de suelo dentro del predio del proyecto tendrá un efecto reducido sobre la riqueza de flora y fauna, no solo se motiva con el número de especies registrado, sino fundamentalmente en los siguientes hechos:

Tabla 82. Número de especies de vertebrados terrestres registradas en la superficie de cambio de uso del suelo que se solicita para este proyecto en comparación con las especies reconocidas para la Península de Yucatán y Estado de Quintana Roo.

Grupo	Sitio del proyecto	Península de Yucatán	%	Estado de Quintana Roo	%
Reptiles	2	139	1.4	106	1.9
Aves	10	528	1.9	483	2.1
Mamíferos	1	45	2.2	40	2.5
Total	**13**	**712**	**1.8**	**629**	**2.1**

No se registraron especies endémicas; no se presentan especies restringidas; todas las especies tienen intervalos de distribución amplios; las especies registradas también están presentes en muchos otros sitios de la Península y el Estado de Quintana Roo, los cuales incluyen diferentes tipos de vegetación algunas incluso se establecen en hábitats naturales e inducidos.

1) La superficie solicitada de cambio de uso del suelo para este proyecto es de 0.11082 hectáreas, representa el 0.00008 % de la superficie total de la microcuenca Chumpon compuesta de 137,830.53 hectáreas.

2) Las cifras muestran, junto con los mapas de distribución de los tipos de vegetación de Quintana Roo, que el cambio de uso de suelo tampoco se realizará sobre una comunidad vegetal única, en riesgo o relicto.

Es importante mencionar que a largo plazo se mantendrá con cobertura vegetal el 91.09 % del predio donde se pretende establecer el proyecto **"Casa Habitación Zula",** la cual representa disponibilidad de espacio para la presencia de refugios (madrigueras, sitios de nidación, etc.) y alimento para las especies silvestres que soportan la presencia humana; así como para privilegiar algunos parámetros de las poblaciones (migración, inmigración, natalidad, estructura de sexos, etc.) que favorecen la reproducción entre individuos y la permanencia de las principales variables ambientales (humedad, temperatura, etc.).

En lo que se refiere a las especies enlistadas la NOM-059- SEMARNAT-2010, está en la categoría de amenazada una especie de fauna; la iguana rayada (*Ctenosaura similis*), que se registró a través de la observación directa, para esta especie la modificación del hábitat, aunque es un factor de disturbio, no es su principal amenaza sino las diversas formas de aprovechamiento humano (cacería de subsistencia, ornato y cacería comercial). A este respecto, el proyecto no incide de manera directa para agravar el tamaño poblacional, pues son ampliamente conocidos por los pobladores. Además, esta especie tiene una amplia distribución dentro de la microcuecna en la que presenta ámbitos hogareños amplios y suele desplazarse entre los diferentes hábitats de la vegetación conservada y áreas perturbadas, además de que se pretende mantener sin intervención como áreas de conservación el 91.05% de la superficie total del predio de este proyecto donde podrán continuar sus procesos de desarrollo las poblaciones silvestres.

Como resultado del análisis de las características de las especies de fauna silvestre y su distribución, así como de la extensión y ubicación del proyecto se concluye que la ejecución del CUSTF solicitado en 1,108.20 m^2 no tiene implicaciones perceptibles sobre la biodiversidad de la microcuenca Chumpón. Se anticipan efectos a escala individual, ya que durante las Etapas de Preparación, Construcción y Operación del proyecto algunos individuos de especies de lento desplazamiento pudieran verse afectados. Pero dicho efecto no sería apreciable en la escala de poblaciones ni de especies.

Por la realización del CUSTF, se implicaría el retiro de ejemplares de flora correspondientes a especies de amplia distribución en la zona: *Thrinax radiata* (Chit), *Cocos nucifera* (coco), *Metopium bruwnei* (Chechem) y *Sideroxylon americanum* (Muyche) La remoción de estas especies generalistas no pone en peligro a esas poblaciones, ya que las áreas de desplantes para el asentamiento de la casa unifamiliar se tendrá especial cuidado de únicamente remover los individuos que se encuentran en la superficie solicitada. De esta forma la afectación de especies de amplia distribución y abundantes en la región, el CUSTF no representa un impacto grave, ni amenaza el servicio ambiental de biodiversidad a nivel de poblaciones, ni mucho menos de especies.

De las especies de flora que se afectaran por el CUSTF que se enlistan por la NOM-059-SEMARNAT-2010, una se encuentra bajo la categoría de amenazada que es la palma Chiit (*Thrinax radiata*) que se encuentra en la zona de desplante del proyecto por lo que es la especie a la que se le dedica el mayor esfuerzo en el programa de rescate y reubicación. Existen otras especies en el predio en la categoría de Amenazadas según la NOM-059-SEMARNAT-2010 como *Conocarpus erectus, Laguncularia racemosa, Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans* que forman parte de una comunidad vegetal de manglar en la zona de humedal, esta comunidad la podemos encontrar del lado Oeste del camino de terracería que va de Tulum a Boca paila y la laguna por lo que NO serán afectadas por el proyecto y serán destinadas como áreas de conservación.

VII. Protección y recuperación de suelos.

La vegetación es fundamental para controlar la erosión superficial. Se reconoce que los suelos de la Península de Yucatán presentan un nivel de degradación leve en comparación con el resto del territorio nacional. Particularmente, el área del proyecto presenta una vegetación de manglar en zona de humedal costero y de duna costera del llamado matorral costero que se desarrolla sobre suelos regosoles calcáreos y arenosos, que conforman dunas recientes, lomas de playa y llanuras arenosas bajo una vegetación arbustiva y herbácea y, en ocasiones, en mesetas más alejadas con presencia de un estrato arbóreo y con susceptibilidad baja a la erosión a pesar de ser poco profundos (Tello 2011).

La superficie que será solicitada por el cambio de uso del suelo representa el 6.05 % del total del predio, para este proyecto se conservará toda la vegetación de manglar que ocupa, mientras que la vegetación de matorral costero de la microcuenca Chumpón se reducirá en sólo un 0.11% de su ocupación actual por las afectaciones derivadas de este proyecto. En cuanto al camino Tulum – Punta Allen que divide a la propiedad este seguirá cumpliendo con el uso que brinda en la actualidad. Si bien, la eliminación de la vegetación forestal afectará a este servicio ambiental de forma puntual y local, en términos de erosión, significa que la remoción de la vegetación originará una pérdida de suelo forestal para convertirse en suelo útil para el desplante de una casa unifamiliar de bajo impacto.

Con respecto al índice de erodabilidad, en este trabajo se utiliza la metodología CORINE (Díaz *et. al.,* 2008), para determinar el índice de riesgo de erosión potencial (IREP) y actual del sitio del proyecto (IREA), en la cual se obtienen cuatro índices relacionados con el comportamiento de los elementos:

1. **Índice de Erosividad (FI):** Se mide partir de la intensidad y cantidad de precipitaciones mediante la siguiente fórmula:

$$FI = \sum_{i=1}^{12} \frac{P_i^2}{\overline{P}}$$ Donde. P_i^2 : Precipitación total en el mes i.

$\overline{P}$: Precipitación total media anual.

Se clasifican como clase 1 (muy baja) los valores menores que 60, como clase 2 (baja) los valores entre 60 y 90, clase 3 (moderada) entre 90 y 120, clase 4 (alta) entre 120 y 160, y clase 5 (muy alta) mayores de 160.

2. **Índice de Erodabilidad (Er):** Se mide a partir de la profundidad, textura y pedregosidad de los suelos, mediante la siguiente fórmula:

   Er = Clase de Textura x Clase de Profundidad x Clase de Pedregosidad

   La clase de textura se clasifica como: clase 1 (ligeramente erodible) los suelos de composición arcilloso, arcilloso arenoso, arcilloso limoso; clase 2 (moderadamente erodible) los suelos de composición loam arcilloso arenoso, loam arcilloso, loam arcilloso limoso, loam arenoso, arenoso; y clase 3 (altamente erodible) los suelos loam, loam limoso, limoso, loam arenoso.

   La clase de profundidad es: clase 1 (ligeramente erodible) en suelos de profundidad del horizonte A mayor que 750 mm, clase 2 (moderadamente erodible) en suelos de profundidad entre 250 y 750 mm, y clase 3 (altamente erodible) en suelos de profundidad menor 250 mm.

   La clase de pedregosidad es: clase 1 (completamente protegido) cuando el porcentaje de cobertura de piedras del suelo es mayor del 10 %, y clase 2 (no completamente protegido) cuando es menor del 10 %.

3. **Índice de Pendiente (IP):** Se mide a partir de las pendientes (topografía). El índice de pendiente expresada en porcentaje, es igual a 1 (de ondulado a plano) cuando el porcentaje es menor que 5, 2 (ondulado) cuando oscila entre 5 y 15, 3 (empinado) si varía entre 15 y 30, y 4 (muy empinado) para porcentajes mayores de 30.
4. **Índice de Cubierta vegetal (ICV):** Se establece el índice de cubierta vegetal por un sistema sencillo (binario) de clasificación donde se asigna 1 (totalmente cubierta) si el suelo está ocupado por bosques, pastos permanentes y malezas, y 2 (no totalmente cubierta) si se usa como tierras cultivadas o en barbecho.

Considerando los índices previamente citados, la erosión potencial del sitio del proyecto se determina aplicando la siguiente fórmula:

IREP = FI x Er x IP

De acuerdo con la fórmula calculada, el índice de riesgo de erosión potencial (IREP) es 1 (bajo) si el resultado está entre 0 y 5, es igual a 2 (moderado) si el resultado está entre 5 y 11, y a 3 (alto) para un resultado mayor que 11.

Aunado a lo anterior, para determinar el Índice de Riesgo de Erosión Actual (IREA), se calcula interpolando el índice de cubierta vegetal con el índice de riesgo de erosión potencial **(Tabla 83)** de la manera siguiente:

Tabla 83. Matriz para la determinación del índice de riesgo actual (IREA).

Índice de riesgo de erosión potencial				
Índice cubierta vegetal	***Nulo (0)***	***Bajo (1)***	***Moderado (2)***	***Alto (3)***
1	***0***	***1***	***1***	***2***
2	***0***	***1***	***2***	***3***

Considerando, la precipitación mensual y precipitación media anual para la zona de 1,093 mm, el sitio del proyecto presenta un valor de erosividad de 16.6 correspondiente a un Índice de Erosividad (FI) de Clase 1 (muy baja) los valores menores que 60.

En relación con la erodabilidad, los suelos del proyecto presentan una clase de textura arenoso (Clase 2), profundidad moderadamente erodible (Clase 2) y con un porcentaje de cobertura de piedras menor al 10% (Clase 2), presenta un Índice de Erodabilidad (Er) de 2.

Finalmente, dado que presenta una topografía sensiblemente plana, presenta un Índice de Pendiente (IP) de 1.

Por lo antes mencionado, el sitio del proyecto presenta un Índice de Riesgo de Erosión Potencial (IREP) igual a 8 (IREP = 2 X 2 X 2), lo que significa un riesgo potencial de erosión moderado (IREP = 2). Sin embargo, dado que el proyecto pretende mantener el 91.05% de la superficie total del terreno con su vegetación natural, interpolando el índice de cubierta vegetal con el índice de riesgo de erosión potencial, se obtiene un Índice de Riesgo de Erosión Actual (IREA) bajo (IREP = 2), con clasificación 1 (totalmente cubierta).

Aunado al hecho de contar con un índice de riesgo de erosión actual bajo, la zona del proyecto se caracteriza por presentar escurrimientos superficiales efímeros o de muy corto recorrido, debido a la alta permeabilidad del material que constituye el terreno y la elevada evaporación, que originan una importante infiltración del agua de lluvia, por lo que la erosión previamente determinada se reduce aún más.

Por lo tanto, se considera que la fragilidad ambiental de este predio, definida como la susceptibilidad de las condiciones de la vegetación ante el impacto que pueden ocasionar tanto los procesos naturales como las diferentes acciones antropogénicas a las que pueden estar expuestos, así como por las consecuencias esperadas en función de la intensidad, duración y extensión de los eventos de perturbación y de sus efectos potenciales que pueden alterar su composición, estructura y funcionamiento se considera que las áreas con vegetación presentan fragilidad media.

La vegetación que debe respetarse corresponde a la que existe en el área de conservación de este proyecto que ocupa el 91,09 % de la superficie total del predio.

VIII. Paisaje.

La comunidad costera de esta zona de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka´an, forma parte de un corredor turístico en la parte norte que va desde el Arco Maya en los límites del Ejido Pino Suárez hasta la comunidad de Javier Rojo Gómez (Punta Allen). A pesar del desarrollo turístico que se ha dado en esta zona, los inversionistas han optado por utilizar la vegetación natural y lo que este a su alrededor para darle belleza a la arquitectura de los proyectos y eso es lo que hace de la costa de la Reserva, un área ecológica de descanso, las playas de arena blanca y el mar con su característico azul turquesa, la agradable imagen rustica de un pueblo Maya tradicionalista en crecimiento y las pequeñas cabañas hacen de las playas de Sian Ka´an un lugar excepcional para vacacionar (**Fig. 37**).

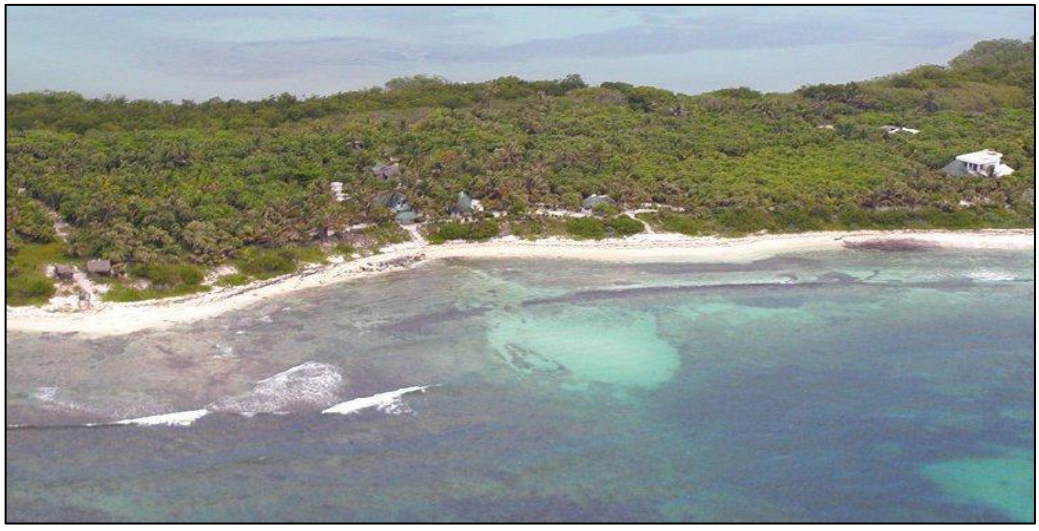

Figura 37. Panorámica del desarrollo turístico en la costa de labReserva de la Biósfera de Sian Ka'an.

La infraestructura de este sitio no choca con la belleza natural del lugar, sino que conserva la magnificencia de la naturaleza y trasmite la grandeza de las áreas naturales protegidas del Estado de Quintana Roo. Promoviendo la conservación de los sistemas naturales y sus especies integrantes, mismas que se constituyen así en uno de los principales atractivos de esta área

reconoce que el desarrollo del proyecto necesariamente obliga a la ocupación de una superficie que requiere desmonte, ésta es mínima, y las áreas cubiertas por el tipo de vegetación reportada, el sembrado de las áreas a construir y operar y la ubicación de los servicios se consideraron, como premisas del propio proyecto, así como la necesidad de mantener espacios verdes con especies nativas.

En esta perspectiva, el diseño conceptual bajo el cual se ha elaborado el proyecto de casa habitación, se atiende a las regulaciones ambientales y urbanas que aplican en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka´an, por lo que se espera que el sitio seleccionado conserve la mayor parte de sus atributos ambientales, coadyuvando con ello en el mantenimiento de la vida silvestre local y regional

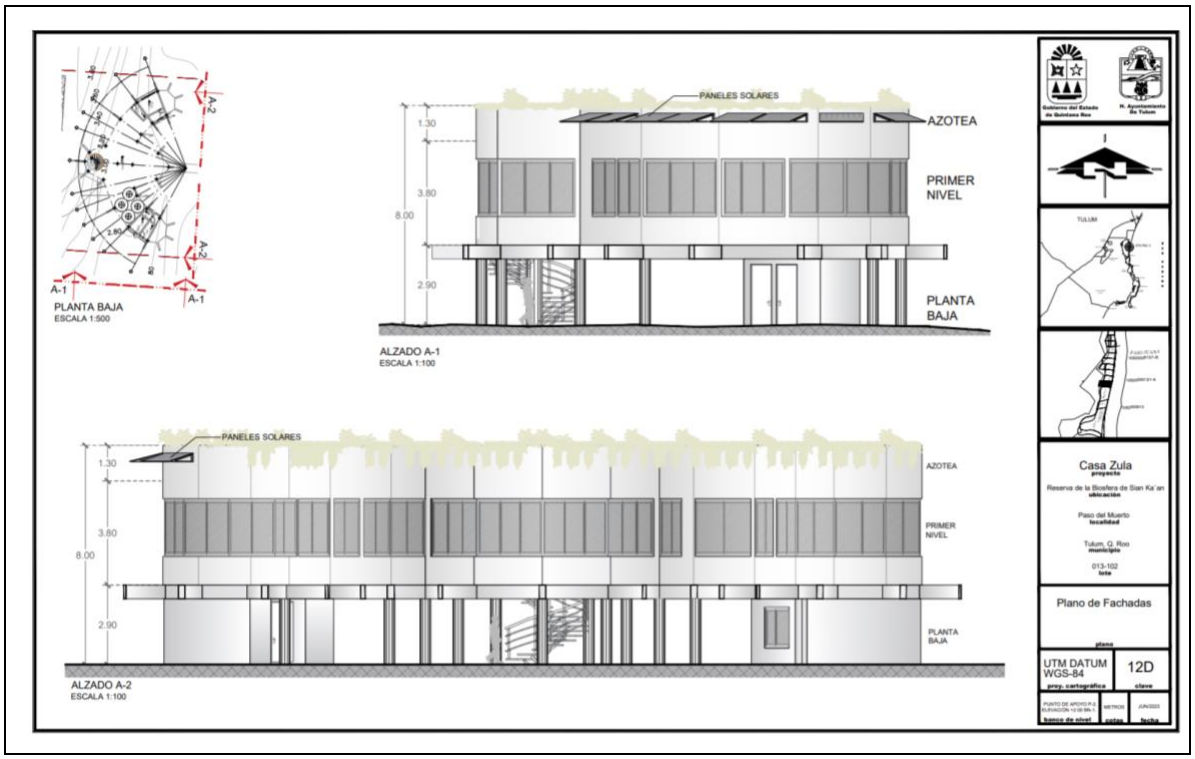

Figura 38. Vista lateral del proyecto **"Casa Habitación Zula" en** la costa de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an.

Con el establecimiento del proyecto se provoca una disminución de la vegetación del matorral costero, se cambiará una mínima parte del entorno por el desplante de las estructuras y se incrementa la presencia humana. Si bien este servicio ambiental se modifica, no se pondrá en riesgo el valor paisajístico de la zona ni de la micro-cuenca, ya que la vegetación existente en el predio corresponde a una vegetación de duna costera del tipo matorral costero en recuperación con dominancia arbustiva, la pendiente topográfica no será afectada y la transparencia

atmosférica se mantendrá. Así pues, el desmonte que será mínimo para el asentamiento de una casa unifamiliar no provocará afectaciones significativas.

Debe hacerse mención de nuevo que tanto en las áreas de despalme, como de desmonte se van a rescatar todos los individuos sanos y vigorosos que soporten el transplante de la vegetación y se mantendrán todos los ejemplares que no interfieran con el proyecto, mientras que los que sean capaces de recuperarse serán removidos a las Áreas de Conservación aledañas. También, los individuos vegetales que estén en el límite del área construida, en forma selectiva formarán parte del Programa de Rescate de Flora y Reforestación y serán replantados en las Áreas de Conservación. En ambos casos se, asegura una sobrevivencia superior al 80 %.

El proyecto contempla aspectos relevantes de restauración ecológica para mantener la belleza escénica del lugar. Por ejemplo, se conservará el 91.09 % de la vegetación existente en el predio que permanecerá con su cobertura vegetal forestal, se mantendrá con vegetación nativa productora de semillas y frutas atractivas para especies de fauna silvestre nativa (aves y mamíferos voladores). El cambio de uso de suelo si se realiza con las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas no tendrá un impacto significativo, ya que el proyecto formará parte de la belleza escénica integrado al sistema paisajístico.

IV.4 Diagnóstico ambiental

El proyecto **"Casa Habitación Zula"** se localiza dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, la cual se caracteriza por la presencia de ecosistemas íntegros y representativos de provincias biogeográficas, áreas extensas y diversidad natural, área no dependiente de otras en recursos hídricos, existencia de fauna y flora y de asociaciones vegetales amenazadas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como son estuarios, petenes, manglares y arrecifes coralinos. El éxito en la conservación del sitio radica en las condiciones actuales de tenencia de la tierra, ya que los terrenos de Sian Ka'an son de propiedad nacional en un 99%.

De manera más específica y derivado del análisis del sistema ambiental de la microcuenca Chumpón donde se asienta el proyecto, se puede observar que en la franja costera se presentan dos tipos de vegetación: (1) vegetación de manglar en zona de humedal costero colindante a la Laguna Boca Paila y (2) vegetación de duna costera sobre sustrato arenoso con predominancia de matorral costero hacia el Mar Caribe. La calidad de estos componentes medioambientales se encuentra en un proceso de recuperación, aun cuando la mayoría de ellos se encuentran presionados por el crecimiento humano debido a la promoción por parte del sector turístico de la zona costera.

La infraestructura de este sitio no choca con la belleza natural del lugar, sino que conserva la magnificencia de la naturaleza y trasmite la grandeza de las áreas naturales protegidas del Estado de Quintana Roo. Promoviendo la conservación de los sistemas naturales y sus especies integrantes, mismas que se constituyen así en uno de los principales atractivos de esta área.

El proyecto **"Casa Habitación Zula"** se pretende desarrollar en un ambiente natural en donde las actividades que se llevarán a cabo, no afectan significativamente los ecosistemas naturales (entendido este como el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que son objeto de afectación). En esta perspectiva, el diseño conceptual bajo el cual se ha elaborado el proyecto **"Casa Habitación Zula"**, se atiende a las regulaciones ambientales y urbanas que aplican en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka´an, por lo que se espera que el sitio seleccionado conserve la mayor parte de sus atributos ambientales, coadyuvando con ello en el mantenimiento de la vida silvestre local y regional.

El sistema natural presente en el sitio del proyecto está constituido por una asociación formada por vegetación de la duna costera (matorral costero), el cual ha sido impactado por efectos naturales del huracán uno de los cuales el más reciente y fuerte que impactó la zona de estudio fue "Wilma" ocurrido en el año 2005. En términos generales, puede definirse que la vegetación en el sitio del proyecto se encuentra en un proceso de recuperación, que ha tolerado los efectos de las actividades humanas, sin efectos relevantes y se estima que su capacidad homeostática, tolera aún un importante crecimiento, que bien planeado es factible.

En cuanto a la vegetación, la Palma Chit, es abundante en la zona de la Reserva de Sian Ka´an y existe buena cantidad de ejemplares en el sitio del proyecto, ya que esta especie se encuentra en estatus de "Amenazada" en la Norma 059-SEMARNAT-2010, tomando en cuenta esta situación se procederá a un Programa de Rescate de Flora que otorgue especial atención a esta especie para la recuperación de los individuos sanos y vigorosos que puedan ser reubicados dentro del mismo predio.

En cuanto a la fauna, existe en el predio una especie que se encuentra en categoría de Amenazada, es la Iguana Rayada, por la cual se realizará su ahuyentamiento y reubicación según sea el caso, por lo que no hay ningún impacto significativo a largo plazo puesto que en este predio no se presenta alguna comunidad, la cual pueda ser afectada en lo que respecta a fauna de paso será reubicada u orientada hacia las áreas verdes antes de la Etapa de Preparación del Sitio, contando con la colaboración de los trabajadores en caso de que llegase a presentarse fauna en el desarrollo de las actividades del proyecto **"Casa Habitación Zula"**.

El sitio por sus características, y por ubicarse en la zona permitida para la construcción (según, el POERSK), se permite cierto tipo de actividades económicas las cuales para su instrumentación deben considerar algunos mecanismos que permitan su desarrollo compatible (planeación) atendiendo la filosofía del desarrollo sustentable. En este sentido, es importante conservar los atractivos naturales del sitio, integrándolos al diseño del proyecto, desde el trazo del camino de acceso, áreas verdes, tratamiento de aguas residuales y uso de agentes biodegradables.

Si bien se reconoce que el desarrollo del proyecto necesariamente obliga a la ocupación de una superficie que requiere desmonte, ésta es mínima, y las áreas cubiertas por el tipo de vegetación reportada, el sembrado de las áreas a construir y operar y la ubicación de los servicios se consideraron, como premisas del propio proyecto, así como la necesidad de mantener espacios verdes con especies nativas.

Con la correcta aplicación de las medidas de mitigación que se recomiendan se podrá atenuar el impacto que generará el proyecto en el predio. Se podrá recuperar parte del germoplasma vegetal para ser utilizado en la ornamentación del proyecto a lo largo de los jardines del mismo, y por las dimensiones de las obras y actividades, la fauna silvestre tendrá oportunidad de desplazarse de un sitio a otro del predio para ponerse a salvo de la operación y movimiento de personas.

IV.5 Descripción de las condiciones del área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales, que incluya clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna.

Las superficies de desmonte y las superficies de despalme que en conjunto se proponen para el cambio de uso del suelo en terrenos forestal dentro de los límites del predio del proyecto **"Casa Habitación Zula"** se localizan en el tercio medio del mismo. En su totalidad la superficie que se solicita para el CUSTF se localiza en la parte este del predio desde el camino de terracería hacia el Mar Caribe y corresponde a un sustrato arenoso con vegetación de matorral costero.

IV.5.1 Medio abiótico

- **Clima y fenómenos meteorológicos**

El clima del municipio de Tulum y que predomina en la micro cuenca corresponde al subtipo Aw2 (x´), denominado cálido subhúmedo con lluvias en verano. Este clima, es el más húmedo de los subhúmedos, con precipitación total entre 1,000 y 1,200 mm de mayo a octubre y temperaturas promedio máximas y minimas de 31.5 a 19.5 °C de mayo a octubre. Este clima es benévolo y apto para las actividades humanas en la Reserva de Sian Ka'an. La Precipitación media anual corresponde a una lámina de agua de 1,093 mm. 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

- **Geomorfología**

El predio del proyecto **"Casa Habitación Zula"**, por sus características geológicas, se define como una estructura relativamente joven, de origen sedimentario con formaciones rocosas sobre las cuales se han depositado arenas y estructuras de origen orgánico marino que han dado forma a una losa caliza consolidada con fracciones en proceso de consolidación.

De acuerdo con el INEGI (1984) en su carta geológica escala 1:250,000 COZUMEL F16-11, en la zona del proyecto se presentan suelos Litorales Q(li) de origen cuaternario constituidos por arenas de diferente composición y tamaño, de bien o mal clasificadas según el área en que se encuentren, están formadas por oolitas y en menor cantidad por fragmentos de moluscos, corales, equinodermos, espículas de esponjas, alucionarios y equinodermos, además de microforaminíferos bentónicos y planctónicos. Estos forman una franja angosta y plana, localizada entre la Laguna Boca Paila y el Mar Caribe.

- **Suelo**

De acuerdo con la "Carta Edafológica Cozumel F16-11 Escala 1: 250,000, el tipo de suelo presente en el predio en donde se pretende establecer el proyecto es Regosol Calcárico con composición porcentual de 4% de arcillas, 6% de limos y 90% arena, sin estructura y escaso contenido de materia orgánica (menor de 1%) y relativamente alcalinos. Según la clasificación mundial de suelos al predfio de este proyecto le corresponde la asociación de suelos denominada ARcasoh+SCsowar/1. De acuerdo con la clasificación Maya, corresponde a los tipos conocidos como K'aak'che'il y Kanche'il (monte que está en contacto con el agua de mar).

La visión geotécnica considera el suelo como material sin consolidar que se encuentra sobre el lecho rocoso. Desde una perspectiva ambiental, este concepto simple ha evolucionado hasta reconocer su papel fundamental en todos los procesos eco sistémicos por las funciones y servicios que realiza en la regulación y la distribución del flujo de agua o como amortiguador de los efectos de diversos contaminantes.

- **Pendiente media**

El predio donde se pretende desarrollar este proyecto se encuentra dentro de la unidad fisiográfica denominada Península de Yucatán, en la subprovincia denominada Costa Baja de Quintana Roo, que se extiende a lo largo del borde centro oriental del estado; se caracteriza por su relieve escalonado descendente de poniente a oriente, con poca elevación sobre el nivel del mar, en esta subprovincia existen grandes extensiones inundables, algunas de las cuales permanecen cubiertas por el agua casi todo el año (SARH- CNA, 1989).

- **Relieve**

De acuerdo con el plano topográfico y el análisis de las curvas de nivel en este predio el relieve es plano, pero ligeramente ondulado, con alturas de 0.80 msnm en la parte oeste del predio y con franjas de acumulación de dunas de arena de hasta 4 metros en la parte central del predio.

- **Hidrología superficial.**

El predio de este proyecto carece de corrientes de agua superficiales colinda con el Mar Caribe y la Laguna Boca Paila que son las únicas manifestaciones de agua superficial. En colindancia con el Mar Caribe se encuentra la barra arenosa que alberga el matorral costero y en colindancia con

la Laguna Boca Paila se forman llanuras de inundación, que permanecen temporal o permanentemente inundadas donde se desarrolla la vegetación de manglar.

Aunado a lo anterior, en esta porción de la micro cuenca se caracteriza por presentar un rango de escurrimiento del 0% a 5% con escurrimientos superficiales efímeros o de muy corto recorrido, debido a la alta permeabilidad del material que constituye el terreno y la elevada evaporación, que originan una importante infiltración del agua de lluvia. En la parte frontal del predio del proyecto se ubica en áreas con coeficientes de escurrimiento de 0 a 5%. Mientras que las porciones inundables del predio se presenta un suelo con fase sódica-salina.

- **Hidrología subterránea**

La unidad geohidrológica presente en la zona del proyecto corresponde a la denominada material no consolidado con posibilidades bajas de funcionar como acuífero dentro de una zona de veda. La permeabilidad de las rocas que la constituyen es alta, debido a su misma composición y naturaleza, cuya característica importante es su alta vulnerabilidad a la disolución, manifestado por cavernas ocasionadas por este fenómeno.

El agua subterránea se mueve de las zonas de mayor precipitación hacia la costa. La porosidad primaria puede alcanzar valores hasta del 10%, siendo el principal almacenamiento del agua en el karst, y las fracturas el principal conducto para su transmisión.

La porosidad de estos medios se clasifica 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.

IV.5.2 Medio biótico

- **Descripción de la vegetación del predio:**

Dentro del predio para este proyecto, se encuentran dos tipos de la vegetación descritos también para la microcuenca Chumpon: el manglar en una porción de la parte oeste del camino hacia la laguna Boca Paila y el matorral costero en la mayor parte del predio desde el camino de terracería hacia el mar Caribe. Como se aprecia en la **Figura 31,** la vegetación de duna costera con predominancia del matorral costero que se desarrolla sobre sustrato arenoso ocupa el 93.4% de la superficie total del predio y la vegetación de manglar que se desarrolla en zonas inundables ocupa el 3.7% de la superficie del predio en evaluación. Mientras que el camino Tulum-Boca Paila que divide el predio ocupa el 2.9 % de la superficie del predio en evaluación.

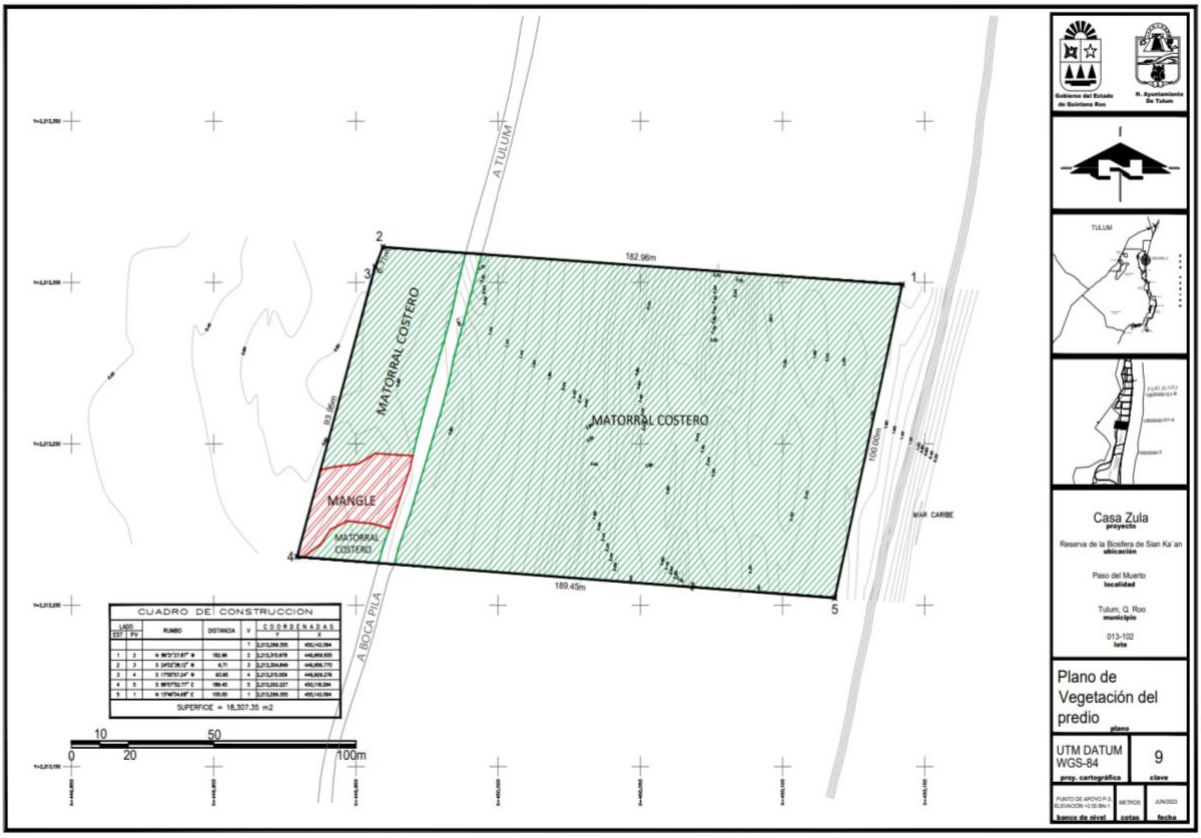

Figura 39. Plano de vegetación con la distribución espacial de las condiciones de desarrollo de los tipos de vegetación en el predio.

Tabla 84. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones de la vegetación en el predio del proyecto **"Casa Habitación Zula"**.

Tipo de vegetación	Superficie		
	m²	Has	%
Matorral costero	17101.82	1.710	93.4
Manglar	682.34	0.068	3.7
Sin cobertura vegetal	523.19	0.052	2.9
	18307.35	1.831	100.0

Es importante tener presente que el predio que se somete a evaluación ocupa un área de 18,307.35 m² de los cuales 17,101.82 se encuentran cubiertos con vegetación de matorral costero sobre sustrato arenoso (93.4% de la superficie del predio en evaluación), la vegetación de manglar en zona inundable ocupa 682.34 m² (3.7% de la superficie total del predio en evaluación), mientras que la superficie restante corresponde al camino de terracería que se encuentra sin cobertura vegetal en 523.19 m² (2.9% de la superficie total del predio en evaluación.

Por lo antes citado, el proyecto no se edificará en una zona de manglar, ni presenta flujos hidrológicos superficiales, por lo tanto, con la ejecución del proyecto **"Casa Habitación Zula"** no se tendrá influencia directa con el ecosistema de manglar, ni afectará a individuos de las especies protegidas de mangle.

✓ **Composición Florística (Riqueza Específica) en el predio**

La descripción de la vegetación en este apartado se fundamenta en los resultados y observaciones obtenidos a partir del Inventario Forestal realizado con motivo de la elaboración del presente Documento Técnico Unificado Modalidad B.

De acuerdo con el listado en la vegetación al interior de la superficie de cambio de suelo del suelo de este predio se registra una riqueza de 12 especies de plantas vasculares pertenecientes a 11 familias botánicas, de las cuales destaca la familia Arecaceae con dos especies. El resto de las familias están representadas por una sola especie.

Con relación a la forma biológica que presentan los componentes de la vegetación destacan la arbustiva y la arbórea, seguida de la herbácea. No se registró ninguna especie en peligro de extinción; pero las cuatro especies de mangle y la palma Chit (*Thrinax radiata*) que se registraron en este predio, se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con la categoría de Amenazada.

Tabla 85. Listado taxonómico de las especies vegetales registradas en la superficie de cambio de suo del suelo en este predio, así como la familia a la cual pertenecen y su forma biológica.

Familia	Especie	Nombre comun	Forma de vida
AMARYLLIDACEAE	*Hymenocallis littoralis*	Lirio de mar	Herbácea
ANACARDIACEAE	*Metopium brownei*	Chechem	Árbol
ARECACEAE	*Cocos nucifera*	Cocotero	Palma
ARECACEAE	*Thrinax radiata*	Chiit	Palma
ASTERACEAE	*Melanthera nivea*	Sak sooj	Herbácea
BORAGINACEAE	*Cordia sebestena*	Siricote de playa	Arbusto
CHRYSOBALANACEAE	*Chrysobalanus icaco*	Jicaco	Arbusto
FABACEAE	*Pithecellobium keyense*	Yaax kaax	Arbusto
NYCTAGINACEAE	*Neea psychotrioides*	X-ta'tsi	Árbol
POLYGONACEAE	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar	Árbol
RUBIACEAE	*Ernodea litoralis*	Erli	Herbácea
SAPOTACEAE	*Sideroxylon americanum*	Xmuyche	Árbol

En relación con la vegetación de manglar presente en una franja al oeste del predio (3.7% de la superficie total del predio), considerando que queda fuera de la superficie de cambio de uso de suelo que se solicita, y dado que los sitios de muestreo se localizaron sobre la vegetación de matorral costero al este del camino de terracería Tulum-Punta Allen, no se cuenta con datos de campo que permitan determinar de manera cuantitativa la composición florística de dicha

vegetación.

Para la caracterización de la vegetación en la superficie de cambio de uso del suelo en este predio, se realiza el censo en tres sitios de muestreo (Figura 25). Los sitios contaron con las mismas características que los sitios de muestreo de las áreas de conservación que representan a la microcuenca descritos anteriormente (100 m^2 con una subunidad de 4.0 m^2), y del muestreo en la superficie de CUSTF se obtiene una superficie total de muestreo de 300 m^2, que representa aproximadamente el 26.7% de intensidad de muestreo de la superficie de cambio de uso del suelo que se solicita para este proyecto.

De acuerdo con los resultados obtenidos en los sitios de muestreo, se estima que en la vegetación de matorral costero de la SCUSTF de este predio existen en promedio 8,900 individuos por hectárea de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas; de los cuales 2,967 individuos (33.3%) corresponden al estrato arbóreo, 933 individuos (10.5%) corresponden al estrato arbustivo, mientras que 5,000 (56.2%) corresponden al estrato herbáceo (**Tabla 86**).

Tabla 86. Número de individuos por hectárea de cada especie según el estrato en el matorral costero.

Nombre científico	Nombre común	Arboreo	Arbustivo	Herbáceo	Total
Sideroxylon americanum	Xmuyche	67	67		133
Metopium brownei	Chechem	400			400
Thrinax radiata	Chiit	2300	500	2500	5300
Chrysobalanus icaco	Jicaco	100	133	833	1067
Coccoloba uvifera	Uva de mar	100			100
Pithecellobium keyense	Yaax kaax		233	833	1067
Ernodea litoralis	Erli			833	833
	Total	2967	933	5000	8900

En el estudio se estimaron en promedio para el estrato arbóreo 2,967 individuos/ha con una altura promedio de 4.2 metros y con un diámetro promedio de 8.8 cm. Por su parte, en el estrato arbustivo se estiman en promedio 933 individuos/ha con una altura promedio de 1.7 metros. Finalmente, en el estrato herbáceo se estima 8,900 individuos/ha con una altura promedio de 0.4 m.

✓ **Valor de Importancia Relativa en el predio**

En las **Tablas 87, 88 y 89** se presentan los Valores de Importancia Relativa (VIR) de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo de la vegetación de matorral costero presente en los sitios de muestreo de la superficie de cambio de uso del suelo del proyecto **"Casa Habitación Zula"**.

Tabla 87. Valor de importancia relativa del estrato arbóreo.

Nombre científico	Nombre común	DR	FR	DMR	VIR
Thrinax radiata	Chiit	77.5	30.0	66.3	173.9
Metopium brownei	Chechem	13.5	30.0	24.2	67.7
Chrysobalanus icaco	Jicaco	3.4	20.0	3.2	26.5
Coccoloba uvifera	Uva de mar	3.4	10.0	4.4	17.8
Sideroxylon americanum	Xmuyche	2.2	10.0	1.9	14.1
		100.0	100.0	100.0	300.0

Tabla 88. Valor de importancia relativa del estrato arbustivo.

Nombre científico	Nombre común	DR	FR	DMR	VIR
Thrinax radiata	Chiit	53.6	33.3	46.2	133.1
Pithecellobium keyense	Yaax kaax	25.0	22.2	28.0	75.2
Chrysobalanus icaco	Jicaco	14.3	22.2	13.5	50.0
Sideroxylon americanum	Xmuyche	7.1	22.2	12.4	41.8
		100.0	100.0	100.0	300.0

Tabla 89. Valor de importancia relativa del estrato herbáceo.

Nombre científico	Nombre común	DR	FR	DMR	VIR
Thrinax radiata	Chiit	50.0	25.0	58.3	133.3
Ernodea litoralis	Erli	16.7	25.0	29.2	70.8
Pithecellobium keyense	Yaax kaax	16.7	25.0	8.3	50.0
Chrysobalanus icaco	Jicaco	16.7	25.0	4.2	45.8
		100.0	100.0	100.0	300.0

Al igual que lo reportado para la microcuenca, como se puede observar en las tablas previamente citadas, la Palma Chit (*Thrinax radiata*) presenta los Valores de Importancia Relativa más altos en los tres estratos, por lo que se puede inferir, que es la especie más representativa de la vegetación de matorral costero en el sitio del proyecto **"Casa Habitación Zula"**.

✓ **Especies protegidas**

De acuerdo con la información recopilada en la superficie de cambio de suo de suelo que se solicita para este proyecto, solo se registra una especie que se reporta como Amenazada por 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 o cambio de lista de especies en riesgo" (Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2010).

Es muy importante señalar que la única especie protegida que se identificó en la superficie de cambio de uso del suelo que se solicita es la Palma Chit (*Thrinax radiata*) que es abundante en

la vegetación de matorral costero donde se ha propuesto el CUSF para el proyecto. La vegetación de manglar en ningún momento será afectada y estas áreas serán destinadas como una comunidad vegetal que se mantendrá dentro del área de conservación de este predio.

- **Descripción de la fauna en la superficie de cambio de uso del suelo que se solicita para este proyecto.**

El muestreo de campo para la descripción de la fauna en la superficie de cambio de uso del suelo para el proyecto **"Casa Habitación Zula",** fue realizado en dos periodos en el mes de mayo del 2022 (sequia) y en el mes de julio del 2023 (lluvias), con el objeto de identificar las especies de fauna de vertebrados que existen en él y determinar la presencia de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La metodología empleada para el reconocimiento de los vertebrados terrestres se fundamenta en los trabajos de Acosta-Aburto (2001), Aranda-Sánchez (1981), Day et al. (1980), Gaviño et al. (1979), Manzanilla y Péefaur (2000), donde se indican formas de captura, observación y análisis de información sobre vertebrados terrestres. En la identificación de los individuos se recurrió a listados y guías especializadas, particularmente en los trabajos de Berlanga (1993), Campbell (1999), Howell and Webb (1995), Lee (1996), Mackinnon (1986), Peterson and Chalif (1993), López-Ornat (1990) y Navarro et al. (1990).

El reconocimiento de la fauna de vertebrados terrestres se realizó a partir de observaciones directas e indirectas durante dos días, 5 horas diarias, metodológicamente se realizaron observaciones directas para lo cual se contó con binoculares, guías de campo (publicadas) y otras herramientas para ubicar e identificar a las especies de fauna que se distribuyen en el predio, así como recorridos por el predio debido las limitaciones visuales que imponía la estructura y composición de la vegetación natural . Con base en dichas técnicas, se elaboró el listado de la fauna del predio. Las técnicas específicas empleadas para la identificación de las especies por grupo de fauna (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) se describen a continuación.

✓ **Herpetofauna.-** Para el caso de la herpetofauna se realizaron recorridos y se llevó a cabo un método combinado de búsqueda y detección. Este método permite desarrollar una lista de especies de un tipo de hábitat. No se realizaron capturas ni sacrificios de organismos, ya que el objetivo del estudio implicó únicamente la identificación en campo de los mismos, por lo que se recurrió únicamente al método de observación directa.

Se llevó a cabo una búsqueda de anfibios y reptiles en el micro hábitats en el predio, revisando restos vegetales, rocas, cuevas, troncos, etcétera. Así también se buscaron algunas señales que indican la presencia de estos organismos tales como mudas y restos óseos. Todas estas técnicas empleadas permiten verificar la ocurrencia (presencia) de especies en el área y son las más recomendadas para tal efecto.

- ✓ **Avifauna.-** Para las aves se utilizaron binoculares para su observación a distancia y para determinar las especies se emplearon claves especializadas. Este método permite desarrollar una lista de especies en un tipo de hábitat. El objetivo de este estudio es registrar la presencia de las especies en el área, para lo cual la técnica empleada de observación directa cumple tal fin. El método utilizado por observación directa corresponde tanto a observaciones con ayuda de binoculares y fotografías, como al registro de sonidos como cantos y llamados de las aves. Toda la información fue verificada con la ayuda de guías de identificación especializadas de aves.
- ✓ **Masto fauna. -** Se utilizó el método de observación directa, detección de rastros y huellas. Estos métodos permiten identificar la presencia de diversas especies en un tipo de hábitat. Al igual que para el muestreo de aves, se realizaron recorridos en el predio, para registrar los mamíferos observados. Sin embargo, dada la sensibilidad de los mamíferos para percibir la presencia humana por el olfato u oído, estos huyen o se esconden rápidamente, lo cual dificulta o imposibilita su observación, siendo pocos los que logran ser observados y/o identificados. Es por ello que se recurre además al método de búsqueda a través de rastros y huellas.

Considerando lo anterior, se llevó a cabo la búsqueda de rastros a lo largo de las brechas, durante los recorridos hechos para la observación directa e indirecta de mamíferos, registrando todas aquellas especies que pudieran identificarse mediante dichos rastros.

- **Análisis de datos**

✓ **Abundancia Relativa**

El análisis de datos se realizó a partir de la tabulación de los registros obtenidos y se aplicó la siguiente fórmula para determinar la abundancia relativa (A.R).

$$A.R.= \frac{\text{Número de registros para la especie "X"}}{\text{Número de registros de la especie más abundante}} * 100$$

Con la finalidad de estandarizar el análisis de los datos para los diversos grupos de vertebrados terrestres, una vez que se calculó la abundancia relativa se asignaron las siguientes categorías de abundancia de acuerdo a lo propuesto para aves por Petingill (1969):

Tabla 90. Abundancia relativa de vertebrados.

Categoría	Rango
Abundante	De 90% hasta 100% de abundancia relativa
Común	De 65% hasta 89% de abundancia relativa
Frecuente	Con 31% hasta 64% de abundancia relativa
Escasa	Con 10% hasta 30% de abundancia relativa
Rara	Con 1% hasta 9% de abundancia relativa

- **Riqueza de especies**

La riqueza de especies obtenida en el predio se estimó a partir del Índice de Shannon-Wiener que está expresado por la siguiente fórmula:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \log_2 p_i$$

Donde:

✓ S = número de especies (la riqueza de especies)

✓ Pi = abundancia proporcional de la especie i, lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra:

$$\frac{n_i}{N}$$

Donde

✓ ni = número de individuos de la especie i

✓ N = número de todos los individuos de todas las especies

De esta forma, el índice se expresa como H' y contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). Este índice normalmente se refiere con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas). Entre mayor es el índice, mayor es la diversidad.

- **Resultados**

Los resultados del estudio de la fauna silvestre de la superficie de cambio de uso del suelo de este proyecto nos permiten verificar que existe un grupo mejor representado que los otros y que su abundancia se relaciona con las condiciones de la vegetación y por la presencia humana en los predios cercanos. Las aves fueron las especies más abundantes por ser las más conspicuas. Una gran cantidad de las aves que se observaron son especies que hacen sus recorridos con vuelos diurnos por el lugar en busca de alimento. Algunas de las especies registradas en el predio fueron observadas alimentándose de insectos, frutos o semillas.

En el caso de la herpetofauna se puede afirmar que dentro del predio encuentran todos los recursos que requieren para vivir, pues además de la gran cantidad de vegetación correspondiente a matorral costero y la pequeña porción de manglar, existe colindante al predio un cuerpo de agua (Laguna Boca Paila) que dan soporte a diversas especies. En el caso de los mamíferos, se pudo constatar por evidencias directas la presencia de mamíferos pequeños representados por los coatís. No se encontraron evidencias de especies mayores como en el caso de los felinos quizá por la actividad humana correspondiente a las constantes visitas de turistas y lugareños que entran al ANP.

Tabla 91. Concentrado de los resultados de campo para la fauna en la superficie de cambio de uso del suelo de este proyecto.

Nombre científico	Nombre común	Registros	Abundancia	
			%	Categoría
AVES				
Columbina passerina	Tortolita	2	40	Frecuente
Cyanocorax yncas	Chara verde	1	20	Escasa
Cyanocorax yucatanicus	Chara Yucateca	2	40	Frecuente
Dives dives	Tordo cantor	1	20	Escasa
Icterus cucullatus	Bolsero	2	40	Frecuente
Melanerpes aurifrons	Carpintero	1	20	Escasa
Mimus gilvus	Cenzontle	4	80	Común
Ortalis vetula	Chachalaca	5	100	Abundante
Pitangus sulfuratus	Luis bienteveo	3	60	Frecuente
Quiscalus mexicanus	Zanate	3	60	Frecuente
MAMIFEROS				
Nasua nasua	Tejón	4	80	Común
REPTILES				
Anolis sp.	Lagartija	1	20	Frecuente
Ctenosaura similis	Iguana negra	1	20	Frecuente

De los resultados obtenidos del trabajo de campo se observa en la tabla anterior que el grupo de fauna silvestre mejor representado en la superficicie de cambio de uso del suelo de este predio son las aves con 10 especies, seguido de los reptiles con 2 especies y mamiferos con una especie.

- **Riqueza de especies**

De acuerdo con los datos obtenidos, la riqueza de especies de los diferentes grupos de vertebrados es notablemente variada. El grupo de las aves resultó por razones obvias el grupo más diverso registrando un total de 10 especies un índice H= 3.1, siendo este grupo el más cercano a 5, que se considera como medio. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que muchas de las especies de aves registradas únicamente se encuentran en el predio con el propósito de alimentarse y en tránsito.

En el caso de los réptiles solo se registraron 2 especies y de los mamíferos una especie. El número de especies para estos grupos faunísticos, sin duda puede aumentar si se incrementa el número de muestreos a lo largo del año. Además, es necesario mencionar que los registros obtenidos en el presente estudio sólo reflejan una parte de las especies que ocurren en un sitio en particular; ya que fluctuaciones estacionales y ambientales en el corto plazo afectan la posibilidad de observar la mayor parte de los individuos que habitan el área en un momento en particular. (cf. Manzanilla y Péfaur, 2000).

Tabla 92. Cálculo del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener para la avifauna registrada en la SCUSTF de este predio.

INDICE DE SHANNON DEL GRUPO DE LAS AVES DE LA SCUSTF				
ESPECIES	**D/MUESTRA**	**pi**	**-(pi)(log2pi)**	**(log2pi)**
Columbina passerina	2	0.0833	0.2987	-3.5850
Cyanocorax yncas	1	0.0417	0.1910	-4.5850
Cyanocorax yucatanicus	2	0.0833	0.2987	-3.5850
Dives dives	1	0.0417	0.1910	-4.5850
Icterus cucullatus	2	0.0833	0.2987	-3.5850
Melanerpes aurifrons	1	0.0417	0.1910	-4.5850
Mimus gilvus	4	0.1667	0.4308	-2.5850
Ortalis vetula	5	0.2083	0.4715	-2.2630
Pitangus sulfuratus	3	0.1250	0.3750	-3.0000
Quiscalus mexicanus	3	0.1250	0.3750	-3.0000
	24	1.0000	0.0000	0.0000
			3.1217	
		H=	3.1	
		Hmax=	3.3	
		Equitabilidad=	0.9	

El escaso número de especies registradas, encuentra su explicación en los estudios de corta duración como el presente. Tienen la limitación que los registros obtenidos sólo reflejan una parte de las especies que ocurren en un sitio en particular.

En este predio se verificó la presencia de un reducido número de especies de fauna silvestre 13 especies que representan el 1.8% y el 2.1% reconocido para la Península y el Estado, respectivamente (Pozo 2011). La reducida representación proporcional se mantiene al comparar las especies de los diferentes grupos de vertebrados terrestres registrados en el área del proyecto con respecto a la reconocida para la Península y el Estado.

No hay que perder de vista que como parte de este proyecto **"Casa Habitación Zula"** se mantendrá un área de conservación de 16,675.96 m^2 que corresponde al 91.09 % de la superficie del terreno a ser evaluado que es de 18,307.35 m^2 En el predio domina la vegetación nativa de

matorral costero, lo cual, en el proyecto dará lugar a espacio para la presencia de refugios, madrigueras, sitios de anidación y alimento; así como para favorecer algunos parámetros de las poblaciones (migración, inmigración, natalidad, estructura de sexos, etc.) que permiten la reproducción entre individuos y la permanencia de las principales variables ambientales (humedad, temperatura, etc.).

- **Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010**

De acuerdo con la información recopilada en este predio, se registró una especie que se reporta como Amenazada por 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 o cambio de lista de especies en riesgo" (Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2010), la cual corresponde con la iguana rayada (*Ctenosaura similis*).

CAPITULO V.

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Se entiende por evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 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 (LGEEPA Art. 28).

El presente capítulo tiene como objetivo identificar, describir y evaluar los impactos ambientales que serán generados por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales de una superficie de 1,108.20 m^2, así como de las Etapas de Preparación, Construcción y Operación con el fin de poder desarrollar el proyecto **"Casa Habitación Zula"** sobre los componentes de la microcuenca Chumpon , de tal manera que le permitan a la autoridad dictaminar el presente DTU-B, con base en el Artículo 93 de la Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable el cual establece que la Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales que la biodiversidad se mantiene y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, asi como la captura y almacenanamiento de carbono se mitigan; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.

La definición de impacto ambiental, como se define en la LGEEPA (Art. 3, Fracción XIX), es la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza. Los métodos y técnicas para la identificación de los impactos ambientales están destinados a medir tanto los impactos directos, que involucran pérdida parcial o total de un recurso o el deterioro de una variable ambiental, así como la acumulación de impactos ambientales y la inducción de riesgos potenciales. Como es sabido, el análisis de los impactos incluye variables socioeconómicas, culturales, históricas, ecológicas, físicas, químicas y visuales, en la medida que ellas se generen en el territorio afectado por la acción y que representen las alteraciones ambientales prioritarias derivadas de una acción humana (Espinoza, 2001).

Por lo anterior, para la identificación de los impactos ambientales que serán generados por la implementación del presente proyecto, se estableció una metodología a través de la cual se pueden estimar los impactos provocados por la ejecución del proyecto y reducir la subjetividad en la detección y valoración de los mismos, la cual consiste en los siguientes pasos:

- Identificación de las **acciones del proyecto susceptibles de producir impactos**, las cuales se derivan de las obras y actividades que componen el proyecto;
- Identificación de los **elementos del entorno susceptibles de recibir impactos** por parte de las acciones que componen el proyecto;
- **Identificación de los impactos ambientales** a través de matrices de interacción.

V.1 Identificación de los impactos

Para efectos de la evaluación del impacto ambiental se entiende por acción a la parte activa que interviene en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental (Gómez-Orea, 2002), y para lo cual es clave la descripción de las obras y actividades del proyecto. Dado que el proyecto **"Casa Habitación Zula"**, pretende llevar a cabo la remoción de la vegetación para las Etapas de Preparación, Construcción y Operación de una vivienda unifamiliar las acciones del proyecto susceptibles de producir impactos se presentan en la **Tabla 93**.

Tabla 93. Acciones del proyecto que pueden causar impactos sobre el ambiente, durante el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Etapa	Actividades
Preparación del sitio	1. Actividades previas: rescate de vegetación, ahuyentamiento de fauna.
	2. Desmonte con conservación.
	3. Despalme con conservación.
	4. Instalación de sanitarios provisionales.
	5. Trazado e instalación de malla de exclusión de accesos a las áreas de conservación.
	6. Presencia del personal contratado para las actividades.
	7. Operación de maquinaria menor (Bobcat) y equipo.
	8. Construcción e instalación del sistema de tratamiento de aguas residuales (humedal y biodigestores).
Construcción	9. Instalación de bodega, oficina, almacén, área de comedor y campamento (actividad complementaria).
	10. Cimentaciones.

Etapa	Actividades
	11. Estructura.
	12. Albañilería.
	13. Acabados.
	14. Instalaciones eléctrica, hidráulica y de comunicación.
	15. Presencia del personal contratado para las actividades.
	16. . Operación de maquinaria menor (Bobcat) y equipo.
	17. Adquisición y transporte de insumos y materiales (actividad complementaria).
	18. Actividades de mantenimiento que involucrarán productos químicos en la alberca, productos de limpieza, pinturas y solventes, entre otros.
Operación y Mantenimiento	19. Demanda de agua, luz eléctrica y servicios.
	20.
	21. Presencia de habitantes de la casa.
	22. Instrumentación y seguimiento de los programas

Una primera aproximación del efecto que tendrán las actividades anteriores en el entorno, nos indican que son acciones que generarán:

- Emisiones de contaminantes al aire, suelo y agua.
- Afectaciones al medio biótico.
- Modificaciones al paisaje.
- Modificaciones en el entorno social y económico.
- Demanda de servicios.

Es visible en las actividades enlistadas que existen actividades repetidas que generan efectos continuos en el ambiente, tales como la presencia del personal en el área durante las distintas etapas del proyecto. Sin embargo, otras son puntuales en cada una de las etapas, como el desmonte y despalme, actividades que sólo ocurrirán en la etapa de preparación del sitio. De ahí que habrá actividades cuyo efecto se evalúe de manera puntual en una etapa, en tanto que otras se repiten en más de una fase de desarrollo.

Se afirma que tanto en las áreas de despalme, como de desmonte se van a conservar todos los elementos principales de la vegetación, y éstos serán removidos a las Áreas de Conservación aledañas. También, los individuos vegetales que estén en el límite de área construida, en forma selectiva formarán parte del Programa de Rescate de Flora y Reforestación y serán replantados en las Áreas de Conservación. En ambos casos se, asegura una sobrevivencia superior al 80 %.

Existen actividades específicas como el uso de maquinaria que para este proyecto **"Casa Habitación Zula"**, será de tamaño menor, que de manera independiente tiene

interacciones con algunos componentes ambientales como son la calidad del aire y el ruido. Lo mismo sería aplicable a la instalación de la bodega (almacén, comedor, campamento) y transporte de materiales.

A) Identificación de los componentes ambientales.

La identificación de los componentes ambientales se presenta en forma detallada en la siguiente sección. El análisis se abordó definiendo indicadores de impacto como aquellos factores ambientales que se verán afectados, y en segundo término se presenta una lista de indicadores definiendo cada uno para tener claros los aspectos considerados en la evaluación.

Indicadores de impacto

Una definición genéricamente utilizada del concepto de Indicador establece que éste constituye "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, 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).

Se buscaron indicadores de impacto que fueran:

- Representativos: Se refiere al grado de información que posee el indicador respecto al impacto global de la obra.
- Relevantes: Se refiere a que la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Excluyentes: Se refiere a que no exista superposición con otros distintos indicadores.
- Cuantificables: Se refiere a que sea posible medirlo en términos cuantitativos para estimar la magnitud del impacto.
- De fácil identificación: Se refiere a que su definición sea clara y concisa.

V.2 Caracterización de los impactos

Se seleccionaron indicadores que reflejen impactos significativos, considerando las características y cualidades del sistema. Dentro de cada uno de estos indicadores se señalan las principales actividades y acciones que pueden afectarlos para de esta manera poder calificar e identificar adecuadamente el sistema.

Tabla 94. Lista de indicadores de impacto utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto **"Casa Habitación Zula".**

Subsistema	Factor ambiental	Indicadores
Medio físico	**Formas del terreno**	Este indicador considera el impacto a la forma del terreno y al tipo de suelo, por la destrucción, ocupación o modificación de rasgos físicos importantes, el impacto al uso del suelo a largo plazo, la formación de pendientes o terraplenes inestables.
	Suelo	Este indicador considera el impacto de las actividades que realizará el proyecto sobre el suelo, considerando su calidad en cuanto a características fisicoquímicas directamente relacionadas con contaminación y erosión del suelo.
	Aire/Clima	Los impactos considerados en este indicador, son relativos a la contaminación del aire por las diferentes actividades, y a los cambios micro climáticos potenciales de ocurrir por cambios ocasionados directa o indirectamente por el proyecto.
	Ruido	El impacto producido por el aumento de ruido depende principalmente de las características del área de influencia de un proyecto, del nivel de ruido existente en la zona, la fuente del mismo y el sistema que será perturbado.
	Hidrología	Este indicador considera tanto la contaminación de los recursos hidráulicos, como el aumento del uso de este recurso. Asimismo, incluye cambios en la permeabilidad del suelo.
	Residuos sólidos y peligrosos	Este indicador evalúa los impactos producidos por la generación de residuos que pudieran provocar contaminación al agua, al suelo, a los mantos freáticos y que influyen en la estética.
Medio biótico	**Vegetación**	Este indicador evalúa los impactos sobre la vegetación del área de afectación y de la zona de influencia, en cualquier etapa de desarrollo del proyecto. En este indicador también se consideró el impacto a la presencia de especies protegidas y/o endémicas.
	Fauna	Este indicador contempla el daño posible no sólo a la fauna local, sino también a las comunidades en el área de influencia, considerando como impacto las perturbaciones producidas en cualquier etapa del proyecto, y los efectos indirectos del mismo como la interrupción de los movimientos de la fauna y aumento del riesgo de muerte. En este indicador también se consideró el impacto a la presencia de especies protegidas y/o endémicas.
Medio Social y Económico	**Usos del suelo**	Este indicador contempla los daños producidos por el cambio de uso de suelo considerando las disposiciones del ordenamiento y usos del suelo previstos de la zona.

Subsistema	Factor ambiental	Indicadores
	Transporte y flujo de tráfico	Este indicador tiene como propósito evaluar el impacto por el aumento de flujo vehicular en el sistema.
	Infraestructura	Este indicador contempla si habrá un aumento en la demanda y/o creación de infraestructura, como sistemas de comunicación y saneamiento. Y en la creación de los mismos por el desarrollo del proyecto **"Casa Habitación Zula"**.
	Servicio Público	Este indicador contempla si el proyecto creará benefactores como sistemas de protección contra incendios.
	Población	El aumento de la población que participa en las tres etapas del desarrollo de un proyecto puede acarrear varios impactos que deben ser considerados. Para evaluarlos se propone este indicador.
	Salud humana	Como resultado de las actividades de un proyecto puede haber repercusiones a la salud, dependiendo del rubro y las actividades del mismo. Se usa este indicador para identificar y proponer medidas para evitar impactos en la salud.
	Economía	Es uno de los indicadores más importantes pues a menudo constituye uno de los principales móviles de un proyecto, por lo que los impactos positivos deben ser valorados para establecer su viabilidad.
	Estética	Este es un indicador que evalúa los impactos que el desarrollo del proyecto puede generar en una escala paisajística.
	Cultura o historia	Este indicador evalúa si hay daños potenciales a usos y costumbres locales, o a monumentos de valor histórico.

Criterios de evaluación.

La incidencia de las actividades del proyecto sobre los anteriores indicadores se identificó y evaluó considerando los siguientes criterios:

- La estructura y dinámica del ecosistema.
- La aptitud y vocación del suelo y cuerpos de agua.
- Las condiciones ambientales de la microcuenca Chumpon.
- La resiliencia y servicios ambientales de los ecosistemas.
- Las actividades económicas existentes o previstas en su zona de influencia.
- El riesgo natural que tenga el sitio del proyecto ante fenómenos o procesos de origen natural: hidrológico, atmosférico, y los provocados por actividades humanas.
- Los impactos específicos en cada etapa de desarrollo del proyecto: Preparación, Construcción, Operación y Abandono (en su caso).
- Los actores en cada una de estas etapas.

Para evaluar los aspectos anteriores se usaron dos metodologías por medio de las cuales se analizaron e identificaron los impactos provocados en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto, con el fin de no obviar ningún efecto que pueda ser mitigado.

Con el objetivo de analizar si el proyecto no modifica el entorno de tal manera que afecte a la microcuenca Chumpon. e impida la continuidad de los procesos ecológicos existentes, se realizó un análisis a mayor escala, considerando dicha área.

Nivel de análisis.

Es necesario analizar los impactos del proyecto a través de una ponderación objetiva a nivel de la microcuenca Chumpon, especificando en el análisis aquellos que serán perceptibles a nivel del sistema y cuáles serán solo de impacto puntual. Además de considerar los efectos (impactos) acumulados en la zona.

El análisis de impactos es complejo ya que implica las interacciones entre la biota y su medio, y depende de las características propias de cada indicador y de la acción que se analice. El área de influencia depende de la acción proyectada, del estado actual de los ecosistemas afectados, de su resiliencia y de la resistencia del indicador.

Para no subestimar o sobreestimar los impactos analizados, cada indicador se calificó en el nivel que se consideró más adecuado de acuerdo con sus características y la acción creadora del impacto. De esta forma, impactos como el desmonte se analizaron a nivel particular e impactos como la generación de residuos se analizaron a nivel de la microcuenca Chumpon.

A cada indicador se le asignó un nivel obedeciendo principalmente a la interacción que tienen con los elementos externos. A continuación, se explican los criterios para los indicadores principales.

a) Impactos analizados a nivel puntual, dentro del predio que conforma el polígono del proyecto.

El predio de interés donde se pretende realizar el cambio de uso del suelo, del proyecto denominado **"Casa Habitación Zula"** se ubica en el lote 013-102 del predio rústico "Paso de Juana" ubicado al norte del Canal de Boca Paila, Municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo, dentro de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an.

A continuación, se presentan los impactos a nivel del predio:

Formas del terreno y usos del suelo. - Las modificaciones a estos indicadores serán ocasionadas por efectos de la preparación del terreno y se analizaron a nivel particular.

Aire/Clima. - Las modificaciones a estos indicadores serán ocasionados principalmente en las primeras dos etapas del proyecto.

Vegetación. - En la microcuenca Chumpon, en la cual se encuentra el proyecto se encuentran algunos desarrollos y viviendas que han impactado esta zona, pero la mayor parte prácticamente conserva sus condiciones naturales. Es por ello que este indicador se evaluó a nivel local, pues los impactos que provocará el proyecto, el cual constituye una casa habitación, serán fácilmente diluibles en el sistema.

Hidrología. - El agua como recurso acarrea un impacto analizando su demanda a este nivel, pues su efecto a nivel regional en la hidrología es insignificante en el sistema.

Ruido y estética. - Los impactos a estos indicadores tienen efectos negativos durante la construcción, dado que pueden afectar a la fauna que habita la zona del proyecto, por lo que se evaluó de manera puntual. Dado que esta zona se encuentra poco desarrollada, no se prevén afectaciones directas a personas.

Salud humana.- Se califican los impactos potenciales a la salud humana para las personas involucradas durante cualquier etapa de desarrollo del proyecto, y tiene una influencia particular.

Transporte y flujo de tráfico. - Dado que la construcción del proyecto traerá consigo un incremento en el número de vehículos que circulen en la zona, este indicador se analizará a nivel particular.

b) Impactos a nivel de la microcuenca Chumpon.

El predio del proyecto **"Casa Habitación Zula"** comprende una superficie a ser evaluada de 18,307.35 m^2 de un predio que comprende una porción de la UGA Tu1, así como una porción de la UGA M1, en donde no se hará ninguna obra ni se prevén impactos directos o indirectos.

A continuación, se enlistan los impactos al nivel de la microcuenca Chumpon.

Fauna. - La mayor parte de las especies de fauna terrestre tienen una dinámica meta poblacional, por lo tanto, para mantener poblaciones genéticamente viables a largo plazo se requiere examinar este indicador a un mayor.

Creación de infraestructura. - Se evalúan los servicios y la infraestructura que serán creados directamente por el proyecto.

Usos de suelo, economía, cultura e historia. - estos indicadorespor su naturaleza regional, necesariamente requieren su evaluación a nivel de Cunca Hidrológica.

Población. - El personal requerido para la realización del proyecto será de procedencia local, evitando con ello la inmigración y crecimiento actual. Este indicador se analizó a nivel del Estado y del Municipio.

Metodologías de identificación de los impactos ambientales

Las listas de control pueden ser usadas para la planificación y dirección de un estudio de impacto ambiental, especialmente si se usan una o más listas específicas para el tipo de proyecto. Estas proporcionan un enfoque estructural para identificar los impactos claves y factores ambientales afectados. Los factores o impactos de una lista de control simple o descriptivo, pueden agruparse para demostrar impactos secundarios y terciarios y/o interrelaciones que tienen lugar en la microcuenca Chumpon, lo que permite ordenar los impactos de acuerdo con su tipo e intensidad.

Para identificar los impactos se analizaron los 17 indicadores descritos previamente. Asimismo, para cada factor se evaluaron los atributos establecidos en la *Guía Para Elaborar la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular Sector Vías de comunicación* de la SEMARNAT, según las siguientes definiciones de Gómez-Órea (2003).

- Signo. - Se refiere a sí un impacto es benéfico o perjudicial en general para la comunidad, considerando aspectos ambientales, económicos y sociales, a corto, mediano y largo plazos. En una primera lista de chequeo solamente se definirá si es nulo, adverso o benéfico, para descartar de la lista aquellos impactos nulos, y realizar la diferenciación de los adversos y benéficos con tres gradientes de significancia (no significativo, moderado y severo) por etapa del proyecto **"Casa Habitación Zula"**.

Tabla 95. Niveles de significancia de los impactos ambientales del proyecto.

SIGNIFICANCIA	DESCRIPCIÓN
No significativo	Los impactos al ambiente y las poblaciones se dan a nivel local (inmediato al proyecto **"Casa Habitación Zula"**), de forma puntual al sitio, de tal forma que no alteran las funciones normales de la microcuenca Chumpon, ya que en su la mayoría de las veces son temporales y reversibles.
Moderado	Los impactos al ambiente y las poblaciones son temporales, pero permanecen el tiempo que duren las actividades del proyecto **"Casa Habitación Zula"**, y las condiciones previas son recuperables.
Severo	Los impactos al ambiente y las poblaciones son permanentes o de duración mayor de un año, visibles, perceptibles, el efecto puede ser local o regional e irreversible.

- Efecto
  - Directo. - se refiere a los impactos cuya fuente principal es el proyecto evaluado.
  - Indirecto. - Se refiere a los impactos ocasionados por fuentes asociadas al proyecto, pero no directamente por éste.
  - Sinergia. - sinérgico o no sinérgico. Efecto sinérgico significa reforzamiento de efectos simples, se produce cuando la coexistencia de varios efectos simples supone un efecto mayor que su suma simple. Se consideran los impactos producidos por otras causas dentro de las cuencs hidrológicas.

- Tiempo de aparición: se refiere al período de tiempo en el cual se ocasionará el impacto considerando el tiempo de desarrollo del proyecto **"Casa Habitación Zula"**.

Tabla 96. Efecto y tiempo de aparición de los impactos ambientales del proyecto **"Casa Habitación Zula"**.

Causa-efecto	Directo	Tiempo de aparición	Corto plazo
	Indirecto		Mediano plazo
	Sinérgico		Largo plazo

- Reversibilidad
  - Irreversible. -Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.
  - Reversible. - Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por las obras y actividades sobre el medio natural pueden ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento y procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Para realizar este análisis se tomaron en cuenta no sólo los atributos del sitio donde se desarrolla el proyecto, sino también los impactos potenciales en el área de influencia. Al tomar en cuenta el área de influencia los impactos sinérgicos e indirectos pueden ser mejor calificados.

Por tratarse de una vivienda unifamiliar con diseño sustentable dentro del Área Natural Protegida con regulaciones, vigilancia y control constantes se considera que los impactos ambientales previstos sobre los indicadores aire/clima e hidrología serán nulos e insignificantes por lo que se excluyen de las etapas posteriores del análisis. Por lo contrario, las importancias del manejo de los residuos hacen necesario su análisis por separado.

Es común limitar la evaluación de impacto ambiental sólo a aquellos impactos que por su magnitud o trascendencia son fáciles de identificar, sin embargo, los impactos indirectos traen consigo consecuencias que en algunos casos son mayores al impacto que las generó. No es fácil identificar este segundo nivel de impactos y mucho menos cuantificarlos ya que su reconocimiento queda, en muchos casos, en función de la experiencia en campo del evaluador.

V.3. Valoración de los impactos

Estimación cuantitativa de los impactos: matriz de Leopold.

La Matriz de Leopold permite examinar la interacción de las obras y el medio ambiente por medio de un arreglo bidimensional: en una dimensión se muestran las características individuales de un proyecto (actividades propuestas, elementos de impacto, etc.) y en la otra se identifican los indicadores ambientales que pueden ser afectados por éstas. Así, los efectos o impactos potenciales son individualizados confrontando las dos listas de control. Este arreglo se realiza para examinar los factores causales de impactos específicos.

La Matriz de Leopold es una metodología que propone una valoración cualitativa de los impactos cuando no es posible su valoración cuantitativa. Por ejemplo, la emisión de polvos, los límites de ruido o la revisión de los parámetros físicos y químicos producen impactos muy puntuales y de permanencia limitada que dificultan su medición precisa. Por lo anterior, la valoración de cada uno de los impactos se consideró tomando en cuenta criterios cualitativos a partir de los cuales se identificaron como benéficos o adversos y como significativos, moderados o no significativos, y se les asignó un valor. La valoración cuantitativa de los impactos se realizó según las definiciones propuestas por Canter (1988).

La Matriz de Leopold, es la metodología que de manera común se ha usado en la mayoría de los estudios de impacto ambiental en México, sin embargo, a pesar de que la Matriz engloba a cada componente ambiental y las incidencias de cada acción de manera general, no siempre resulta eficaz en la valoración de los impactos, ya que si bien un impacto puede ser considerado benéfico bajo determinadas circunstancias, en otras puede ser perjudicial, si no se proponen las medidas de prevención, mitigación o compensación adecuadas, de aquí que la magnitud de un impacto estará en función de las medidas propuestas.

Como fue mencionado, para la valoración de los impactos con este método, se asignaron valores con la descripción de Canter, asignando el máximo valor negativo (-3) a un impacto que ocasionará el máximo daño posible.

Por ejemplo, se le asigna el valor de -3 a la acción del desmonte cuando ésta implique la remoción de la totalidad de la cubierta vegetal del predio, siempre y cuando ésta se encuentre en buen estado de conservación; sin embargo, se le otorgará un valor menor si se elimina sólo una parte de la extensión total de la vegetación del predio o sólo los individuos arbustivos del mismo. De esta manera se facilita la identificación de las acciones más complejas en materia de impacto ambiental, para las cuales las medidas de mitigación serán primordiales.

Tabla 97. Descripción de los tipos de impactos y su intensidad según Canter (1988) que se usaron para calificar los impactos del proyecto.

Calificación	Definición	Símbolo
Nulo	El factor ambiental no es aplicable en este caso o no es relevante para el proyecto que se propone.	0
Adverso significativo	Representa un resultado nada deseable ya sea en términos de degradación de la calidad previa del indicador ambiental o de su daño.	-3
Adverso moderadamente significativo	Representa un resultado negativo ya sea en términos de degradación de la calidad previa del indicador ambiental o un daño a éste.	-2
Adversos no significativo	Representa una leve degradación de la calidad previa del indicador ambiental	-1
Benéfico significativo	Representa un resultado muy deseable ya sea en términos de mejorar la calidad previa del indicador o de mejorar el indicador.	3
Benéfico moderadamente significativo	Representa un resultado positivo ya sea en términos de mejorar la calidad previa del indicador o de mejorar el indicador desde una perspectiva ambiental.	2

Calificación	Definición	Símbolo
Benéfico no significativo	Representa una leve mejora de la calidad o el estado previo del indicador.	1

Tabla 98. Matriz de Leopold para la valoración de los impactos ambientales del proyecto **"Casa Habitación Zula".**

Indicador	Acción	Etapa de preparación			Etapa de construcción			Etapa de operación		
		Desmontes	Excavación	Operación de la maquinaria menor y equipos de construcción	Construcción de Infraestructura	Presencia de empleados	Infraestructura de Apoyo	Operación de infraestructura	Presencia de habitantes	Mantenimiento de Instalaciones
Formas del terreno	Destrucción, ocupación o modificación de rasgos físicos singulares		*	*	*					
	Efectos que impidan determinados usos del emplazamiento a largo plazo				*					
Agua	Afectación a manto freático por vertido de contaminantes		*	*		*		*		*
Residuos sólidos	Un incremento en la generación de residuos sólidos	*			*	*		*	*	
	Residuos depositados en el mar o el humedal							*		*
Residuos peligrosos	Implicará el contacto de la fauna con residuos peligrosos				*					*
Ruido	Mayor exposición de la gente a ruidos elevados				*					
	Mayor exposición de la fauna a ruidos elevados	*		*	*	*			*	
Vegetación	Cambio en la abundancia de especies presentes en el área de desplante del proyecto	*			*					
	Afectación de especies *Thrinax radiata*	*			*					
	Modificación de la actividad fotosintética de	*	*	*	*					

Indicador	Acción	Etapa de preparación			Etapa de construcción			Etapa de operación		
		Desmontes	Excavación	Operación de la maquinaria menor y equipos de construcción	Construcción de Infraestructura	Presencia de empleados	Infraestructura de Apoyo	Operación de infraestructura	Presencia de habitantes	Mantenimiento de Instalaciones
	las plantas debido a la contaminación por polvo									
	Provocará la colonización de nuevos hábitats y/o cambio de los actuales	*								
Fauna	Cambio en la abundancia de alguna especie	*			*					
	Propiciará condiciones para el establecimiento de fauna nociva o feral	*			*				*	*
	Provocará la colonización de nuevos hábitats y/o cambio de los actuales	*			*				*	*
Usos del suelo	Provocará un impacto en una superficie bajo protección				*			*		
Transporte y flujo de tráfico	Incrementará el flujo de vehículos en la zona			*	*			*		
Servicio público	Protección contra incendios							*		
Creación de infraestructura	Saneamiento de fosas sépticas	*	*	*	*			*	*	*
Salud humana	Aumentará el riesgo de exposición de personas a peligros asociados a eventos meteorológicos					*			*	
Economía	Tendrá un efecto sobre las condiciones económicas locales o regionales				*			*		
	Afectará la oferta de empleo				*			*		
	Cambiará el valor del suelo				*				*	*
Estética	Cambiará una vista escénica o un panorama abierto al público	*		*	*					

Indicador	Acción	Etapa de preparación			Etapa de construcción			Etapa de operación		
		Desmontes	Excavación	Operación de la maquinaria menor y equipos de construcción	Construcción de Infraestructura	Presencia de empleados	Infraestructura de Apoyo	Operación de infraestructura	Presencia de habitantes	Mantenimiento de Instalaciones
	Creará una ubicación estéticamente ofensiva a la vista del público (en contradicción con el diseño natural o urbano)	*		*	*					
	Cambiará significativamente la escala visual o el carácter del entorno próximo	*		*	*					

V.4. Conclusiones

Con base en el Artículo 93 de la Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable se establece que sólo se está permitido autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, cuando el interesado demuestre a través de su DTU-A, que, a pesar de la realización del cambio de uso de suelo en terrenos forestales del sitio del proyecto, se cumple con los supuestos siguientes:

1. Que la biodiversidad se mantiene en el predio y en la micorcuenca,
2. Que la erosión de los suelos se mitiga,
3. Que no se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, y
4. Que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.

Con base en el análisis de los impactos ambientales potenciales que generará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales de una superficie de 1,108.20 m^2 con el fin de poder desarrollar el proyecto **"Casa Habitación Zula"**, se puede observar que se cumple con dichos supuestos.

Se evaluaron 16 indicadores con 64 impactos potenciales de ocurrir por la realización del proyecto de vivienda que se propone, el cual constituye una casa habitacional unifamiliar que estará ubicada en la zona costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, dentro de la zona de amortiguamiento de dicha Reserva, donde se pueden llevar a cabo desarrollos de este tipo con base en los instrumentos normativos ambientales vigentes.

Tal y como sucede en la mayor parte de los proyectos de vivienda unifamiliar, los principales impactos positivos se reflejaron en indicadores de tipo económico y de bienestar social. El presente proyecto además de interactuar de manera benéfica con estos indicadores, también representa un impacto positivo al turismo, que es la principal actividad económica en el estado. Otro impacto positivo de gran relevancia es el aumento del valor del suelo, lo cual se da como consecuencia de la existencia de infraestructura e instalaciones de servicios.

La categoría de población fue eliminada de la Matriz de Leopold debido a que el personal que será contratado para la preparación, construcción y operación del proyecto provendrá del poblado de Tulum, lo que evitará la migración de personas de otros estados, y adicionalmente los residentes de la casa la usarán en periodos intermitentes, lo cual minimizará la intensidad del uso del sitio para el esparcimiento.

Tabla 99. Matriz de evaluación de los impactos ambientales potenciales sin medidas de mitigación.

Indicador	Acción	Etapa de preparación			Etapa de construcción			Etapa de operación		
		Desmontes	Excavaciones	Operación de la maquinaria menor y equipos de construcción	Construcción de Infraestructura	Presencia de empleados	Infraestructura de Apoyo	Operación de infraestructura	Presencia de habitantes	Mantenimiento de Instalaciones
Formas del terreno	Destrucción, ocupación o modificación de rasgos físicos singulares	**0**	**-1**	**-2**	**-3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
	Efectos que impidan determinados usos del emplazamiento a largo plazo	**0**	**0**	**0**	**-4**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Agua	Afectación a manto freático por vertido de contaminantes	**-1**	**0**	**0**	**-1**	**-3**	**0**	**-3**	**0**	**-4**
Residuos sólidos	Un incremento en la generación de residuos sólidos	**-5**	**0**	**0**	**-5**	**-2**	**0**	**-3**	**-5**	**0**
	Residuos depositados en el mar o el humedal	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**-1**	**0**	**-6**
Residuos peligrosos	Implicará el contacto de la fauna con residuos peligrosos	**0**	**0**	**0**	**-5**	**0**	**0**	**0**	**0**	**-4**
Ruido	Mayor exposición de la gente a ruidos elevados	**0**	**0**	**0**	**-2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
	Mayor exposición de la fauna a ruidos elevados	**-6**	**0**	**-5**	**-5**	**-2**	**0**	**0**	**-3**	**0**
Vegetación	Cambio en la abundancia de especies presentes en el área de desplante del proyecto	**-4**	**0**	**0**	**-4**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
	Afectación de especies *Thrinax radiata*	**-4**	**0**	**0**	**-5**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
	Modificación de la actividad fotosintética de las plantas debido a la contaminación por polvo	**-2**	**0**	**-3**	**-3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
	Provocará la colonización de nuevos hábitats y/o cambio de los actuales	**-1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Fauna	Cambio en la abundancia de alguna especie	**-3**	**0**	**0**	**-4**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
	Propiciará condiciones para el establecimiento de fauna nociva o feral	**-4**	**0**	**0**	**-5**	**0**	**0**	**0**	**-4**	**-5**
	Provocará la colonización de nuevos hábitats y/o cambio de los actuales	**-3**	**0**	**0**	**-4**	**0**	**0**	**0**	**-5**	**-4**
Usos del suelo	Provocará un impacto en una superficie bajo protección	**-2**	**0**	**0**	**-5**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**

Transporte y flujo de tráfico	Incrementará el flujo de vehículos en la zona	**0**	**0**	**-5**	**-4**	**0**	**0**	**-5**	**0**	**0**
Servicio público	*Tendrá el proyecto un efecto o producirá la demanda o la creación de servicios como:*									
	Protección contra incendios	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**15**	**0**	**0**
Creación de infraestructura	Saneamiento de fosas sépticas	**-3**	**-4**	**-3**	**-2**	**0**	**0**	**15**	**-5**	**-3**
Salud humana	Aumentará el riesgo de exposición de personas a peligros asociados a eventos meteorológicos	**0**	**0**	**0**	**0**	**-5**	**0**	**0**	**-4**	**0**
Economía	Tendrá un efecto sobre las condiciones económicas locales o regionales	**0**	**0**	**0**	**5**	**0**	**0**	**15**	**0**	**0**
	Afectará la oferta de empleo	**0**	**5**	**0**	**5**	**0**	**0**	**15**	**0**	**0**
	Cambiará el valor del suelo	**0**	**5**	**0**	**10**	**0**	**0**	**0**	**20**	**15**
Estética	Cambiará una vista escénica o un panorama abierto al público	**-5**	**0**	**-2**	**-2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
	Creará una ubicación estéticamente ofensiva a la vista del público (en contradicción con el diseño natural o urbano)	**0**	**0**	**-3**	**-3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
	Cambiará significativamente la escala visual o el carácter del entorno próximo	**-5**	**0**	**-3**	**-3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**

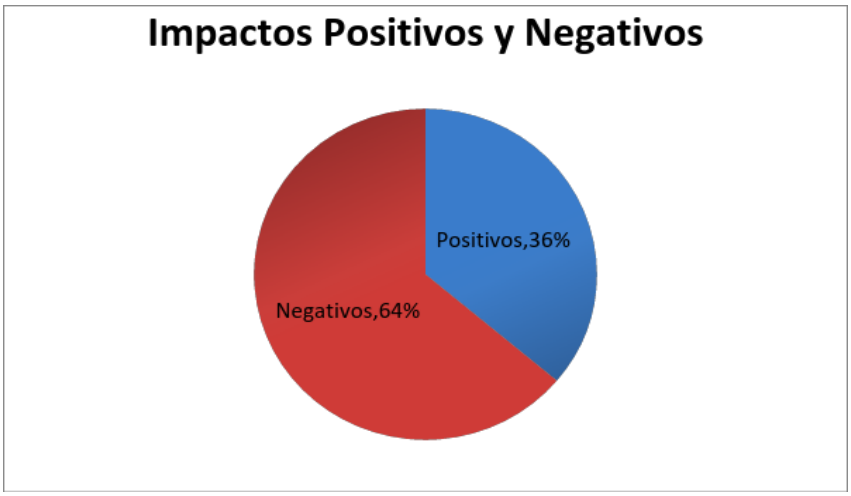

Figura 40. Impactos positivos y negativos sin medidas de mitigación

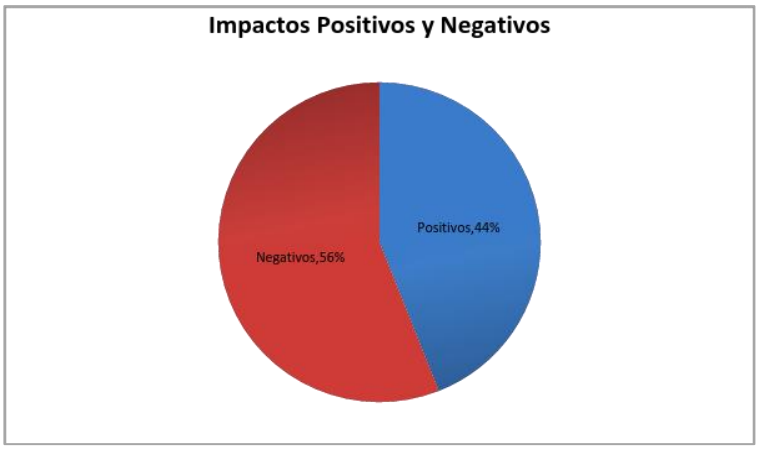

Figura 41. Impactos negativos sin medidas de mitigación.

.

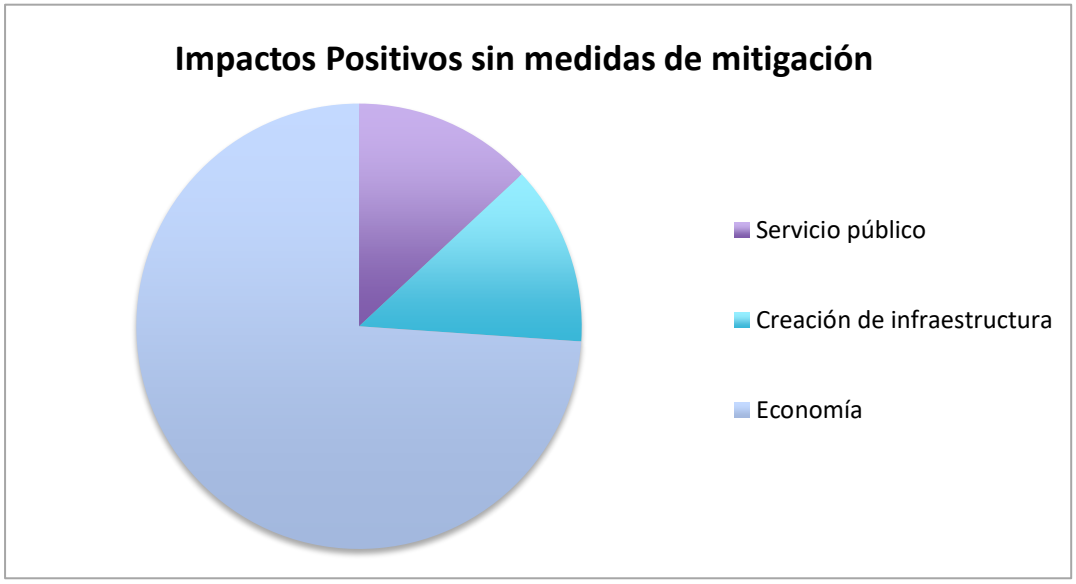

Figura 42. Impactos positivos sin medidas de mitigación

Tabla 100. Impactos negativos por medio afectado sin medidas de mitigación.

Medio Afectado	Impactos Negativos
Formas del terreno	-10
Agua	-10
Residuos sólidos	-27
Residuos peligrosos	-9
Ruido	-23
Vegetación	-26
Fauna	-41
Usos del suelo	-7
Transporte y flujo de tráfico	-14
Servicio público	0
Creación de infraestructura	-20
Salud humana	-9
Economía	0
Estética	-26
TOTAL	-222

Tabla 101. Impactos positivos por medio afectado sin medidas de mitigación.

Medio Afectado	Impactos Positivos
Formas del terreno	0
Agua	0
Residuos sólidos	0
Residuos peligrosos	0
Ruido	0
Vegetación	0
Fauna	0
Usos del suelo	0
Transporte y flujo de tráfico	0
Servicio público	15
Creación de infraestructura	15
Salud humana	0
Economía	85
Estética	0
TOTAL	115

Tabla 102. Matriz de evaluación de los impactos ambientales potenciales con la aplicación de medidas de mitigación.

Acción	Etapa de preparación			Etapa de construcción			Etapa de operación		
	Desmontes	Excavaciones	Operación de la maquinaria menor y equipos de construcción	Construcción de Infraestructura	Presencia de empleados	Infraestructura de Apoyo	Operación de infraestructura	Presencia de habitantes	Mantenimiento de Instalaciones
Destrucción, ocupación o modificación de rasgos físicos singulares	0	-1	-2	-1	0	0	0	0	0
Efectos que impidan determinados usos del emplazamiento a largo plazo	0	0	0	-4	0	0	0	0	0
Afectación a manto freático por vertido de contaminantes	-1	0	0	-1	-3	0	-3	0	-2
Un incremento en la generación de residuos sólidos	-3	0	0	-2	-2	0	-3	-5	0
Residuos depositados en el mar o el humedal	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1
Implicará el contacto de la fauna con residuos peligrosos	0	0	0	-2	0	0	0	0	-2
Mayor exposición de la gente a ruidos elevados	0	0	0	-2	0	0	0	0	0
Mayor exposición de la fauna a ruidos elevados	-2	0	-2	-2	-2	0	0	-3	0
Cambio en la abundancia de especies presentes en el área de desplante del proyecto	-1	0	0	-1	0	0	0	0	0
Afectación de especies *Thrinax radiata*	-1	0	0	-1	0	0	0	0	0
Modificación de la actividad fotosintética de las plantas debido a la contaminación por polvo	-2	0	-3	-3	0	0	0	0	0
Provocará la colonización de nuevos hábitats y/o cambio de los actuales	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
Cambio en la abundancia de alguna especie	-3	0	0	-2	0	0	0	0	0
Propiciará condiciones para el establecimiento de fauna nociva o feral	-4	0	0	-2	0	0	0	-2	-3
Provocará la colonización de nuevos hábitats y/o cambio de los actuales	-3	0	0	-2	0	0	0	-3	-2
Provocará un impacto en una superficie bajo protección	-2	0	0	-1	0	0	0	0	0
Incrementará el flujo de vehículos en la zona	0	0	-1	-4	0	0	-2	0	0

Acción	Etapa de preparación			Etapa de construcción			Etapa de operación		
	Desmontes	Excavaciones	Operación de la maquinaria menor y equipos de construcción	Construcción de Infraestructura	Presencia de empleados	Infraestructura de Apoyo	Operación de infraestructura	Presencia de habitantes	Mantenimiento de Instalaciones
Tendrá el proyecto un efecto o producirá la demanda o la creación de servicios como:									
Protección contra incendios	0	0	0	0	0	0	15	0	0
Saneamiento de fosas sépticas	-3	-2	-2	-2	0	0	15	-2	-3
Aumentará el riesgo de exposición de personas a peligros asociados a eventos meteorológicos	0	0	0	0	-3	0	0	-2	0
Tendrá un efecto sobre las condiciones económicas locales o regionales	10	50	0	15	0	0	15	0	0
Afectará la oferta de empleo	10	0	0	5	0	0	0	0	0
Cambiará el valor del suelo	5	0	0	5	0	0	0	30	15
Cambiará una vista escénica o un panorama abierto al público	-1	0	-2	-2	0	0	0	0	0
Creará una ubicación estéticamente ofensiva a la vista del público (en contradicción con el diseño natural o urbano)	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0
Cambiará significativamente la escala visual o el carácter del entorno próximo	-5	0	-1	-1	0	0	0	0	10



Figura 43. Impactos negativos con medidas de mitigación.

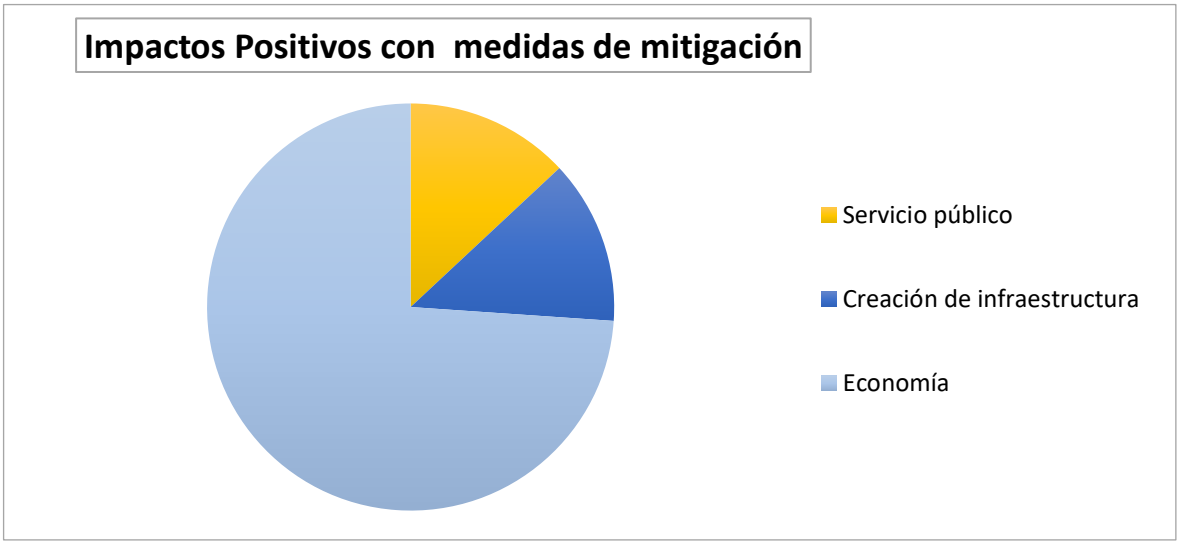

Figura 44. Impactos positivos con medidas de mitigación

Tabla 103. Impactos negativos por medio afectado con medidas de mitigación.

Medio Afectado	Impactos Negativos
Formas del terreno	-8
Agua	-8
Residuos sólidos	-17
Residuos peligrosos	-4
Ruido	-13
Vegetación	-13
Fauna	-26
Usos del suelo	-3
Transporte y flujo de tráfico	-7
Servicio público	0
Creación de infraestructura	-14
Salud humana	-5
Economía	0
Estética	-14
TOTAL	-132

Tabla 104. Impactos positivos por medio afectado con medidas de mitigación.

Medio Afectado	Impactos Positivos
Formas del terreno	0
Agua	0
Residuos sólidos	0
Residuos peligrosos	0
Ruido	0
Vegetación	0
Fauna	0
Usos del suelo	0
Transporte y flujo de tráfico	0
Servicio público	15
Creación de infraestructura	15
Salud humana	0
Economía	85
Estética	0
TOTAL	**115**

Con la aplicación de las medidas de mitigación los impactos negativos pasan a (-) 132 Unidades relativas de impacto ambiental (URIA) de los: (-)222 URIA sin medidas de mitigación, lo cual representa una disminución del 59 %, siendo que los impactos positivos relativos se mantienen constantes en 115 URIA.

Persistencia de los impactos potenciales

A pesar de que la mayor parte de los impactos generados por el proyecto tendrán un efecto reversible o recuperable, éstos podrán ser temporales o permanentes (persistentes en el tiempo). Sin embargo, esto no implica que no puedan ser reversibles, ya que la persistencia es independiente de la reversibilidad y los efectos fugaces (la permanencia del efecto dura menos de un año) y temporales (duran entre 1 y 10 años) generalmente son reversibles o recuperables (Conexa, 2000).

Los impactos ocasionados por el aumento en el flujo de tráfico también se consideraron como no significativos, debido a que las dimensiones del proyecto no demandarán materiales o insumos en exceso, por lo que el paso de los camiones que los transportarán no será significativo.

El impacto por ruido se consideró no significativo, ya este será temporal y producido principalmente durante la etapa de construcción del sitio por la operación de la maquinaria y equipos.

Capacidad de recuperación del sistema

De los impactos potenciales posibles de ocurrir, incluyendo tanto a los negativos como los positivos, los reversibles serán propiciados por los impactos que no requieren de medidas correctivas, ya sea porque dejen de ocurrir una vez que cese la acción que los produjo, o bien, por la recuperación natural, en un tiempo determinado, de los factores bióticos y abióticos. Entre estos se encuentra por ejemplo el ruido y otras modificaciones temporales al medio.

Así, por ejemplo, el ruido será un impacto temporal y se generará principalmente en la etapa de construcción del sitio, derivado de la utilización de la maquinaria y equipo para la construcción del proyecto **"Casa Habitación Zula"**, así como del movimiento del personal que labore en el sitio.

Si bien los factores afectados por impactos negativos reversibles pueden volver a su estado natural sin la intervención de factores externos, esto no quiere decir que no se aplicarán medidas de mitigación con el fin de minimizar el impacto, aunque sea temporal.

Con respecto a los impactos recuperables, es decir, los que causan un efecto que requiere de acciones externas para volver a su estado natural, la evaluación arrojó 8 impactos de este tipo, todos negativos y que implican cambios a las formas del terreno y al suelo, cambios en los ecosistemas naturales por el retiro de la vegetación, y modificaciones a la estética natural del sitio, el cual no se encuentra desarrollado.

Dos impactos fueron calificados como irrecuperables, relativos al manejo de los residuos, ya que éstos pueden ocasionar graves daños a las poblaciones de fauna y en ocasiones hasta su muerte. Un mal manejo de los residuos podría aumentar la mortalidad de las especies animales, como daños por ingestión accidental o sujeción de alguna parte del cuerpo a algún residuo. En el caso de la vegetación, los residuos pueden evitar que las plántulas crezcan o que lo hagan adecuadamente, además de que el subsuelo se puede contaminar, lo cual disminuye su capacidad para permitir el crecimiento de ciertas especies vegetales. De ser dispuestos de manera inadecuada, estos desechos pueden llegar al mar o la zona del humedal donde es muy difícil que puedan ser recuperados, sin embargo, al establecer medidas para un adecuado manejo estos impactos se ven disminuidos, de ahí la importancia del buen manejo de los residuos. Por otra parte, la magnitud y tipo de las actividades que involucra el proyecto **"Casa Habitación Zula"** no implica efectos permanentes que no puedan ser eliminados con las medidas adecuadas.

Efecto acumulativo y/o sinérgico de los impactos ambientales

Los impactos identificados fueron calificados como que si tienen un efecto acumulativo y/o sinérgico o sea que corresponden a las afectaciones acumulativas propias del proyecto **"Casa Habitación Zula"**.

Los impactos acumulativos se producirán por la acumulación de impactos debidos a la generación de residuos sólidos, las condiciones económicas locales y regionales, por la generación de empleos y efecto en la estética del área.

Si bien es cierto que el desarrollo de la infraestructura turística conlleva beneficios a corto, mediano y largo plazo para la zona, como son la generación de empleos, la derrama económica y el desarrollo social, entre otros, también se crean la generación de residuos sólidos, y su manejo y disposición final. Para minimizar estos impactos se pondrá especial atención en la aplicación de medidas preventivas y de mitigación.

Los impactos más preocupantes son los ocasionados por la sinergia de los impactos producidos por los diversos proyectos que están teniendo lugar en la Cuenca Cerrada B y en en la Región Hidrológica 33 Yucatan Este.

En el caso de Sian Ka'an esto es aún más importante debido a su condición de Reserva de la Biosfera, por lo que se ha puesto mayor atención en los impactos sinérgicos ocasionados por proyectos en desarrollo. Esto conlleva a una mayor exposición de la fauna a ruidos elevados, provoca cambios en la abundancia de algunas especies de flora y fauna, afectación a especies bajo protección, cambio en el uso del suelo, manejo de residuos sólidos y un mayor flujo de tráfico. Sin embargo, para el caso particular de **"Casa Habitación Zula"** es importante resaltar que en la reserva no existen construcciones importantes, de forma tal que los impactos sinérgicos a producirse son prácticamente nulos, pero, aun así, por su existencia sí serán considerados, ya que tener lugar en constituir una Reserva, el sitio es más vulnerable a las afectaciones.

Los impactos ocasionados por ruido son muy puntuales y temporales. En el caso del proyecto **"Casa Habitación Zula"** son poco significativos, ya que la zona de influencia del proyecto tiene un uso turístico de baja densidad donde no hay una gran movilidad de turistas a los cuales les afecte. En cuanto a la fauna, la mayor parte de las especies registradas en esta zona costera son especies tolerantes habituadas a los impactos que genera la presencia humana. Como se mencionó anteriormente, los principales impactos por ruido se darán en las etapas de preparación y construcción, ya que durante éstas se generarán ruidos provenientes de la maquinaria, trabajadores y por los camiones que transporten el material.

Si bien el desmonte de la cobertura vegetal, implicará cambios en la densidad de flora, este cambio no será significativa considerando que el área de desmonte y despalme requerida para realizar el proyecto es de sólo1,108.20 m^2, y a que las especies de flora y fauna existentes en el área de desplante serán rescatadas y reubicadas en el mismo predio. Así, la pérdida de individuos vegetales por el desmonte durante la etapa de preparación es un impacto calificado como no significativo. Sin embargo, esta pérdida se suma a la pérdida general de cubierta vegetal de la zona costera de la Reserva. Asimismo, los impactos a la fauna se reconocen principalmente por el efecto sinérgico provocado al hábitat por éste y otros desarrollos.

Otra de las consecuencias de la pérdida de vegetación es que se puede incrementar la presencia de especies oportunistas, tal es el caso de *Quiscalus mexicanus* (zanate) que ya se registra en el área. Esta especie puede competir o desplazar a las especies nativas.

La presencia de esta especie dentro de la Reserva se puede deber a que varios predios en la zona costera ya se encuentran desarrollados, y a que son especies de gran movilidad que pueden provenir de sitios aledaños a la Reserva.

Adicionalmente, durante la etapa de operación la presencia de habitantes y empleados del proyecto puede atraer especies de fauna oportunistas que compitan o desplacen a las especies nativas.

El tráfico por transporte y el suministro de servicios en la zona de influencia no serán afectados o modificados en forma significativa por el desarrollo del proyecto. El mínimo aumento de la circulación vehicular se dará por el incremento en el número de vehículos de los habitantes y camiones de transporte de material durante la construcción. Sin embargo, estos impactos se han calificado como no significativos debido a que la presencia de camiones para el transporte del material será únicamente durante la etapa de construcción y a que se prevé que ingrese una baja cantidad de vehículos a la casa durante la Etapa de Operación del proyecto **"Casa Habitación Zula"**.

En las etapas de preparación y construcción la presencia de maquinaria y trabajadores puede afectar el atractivo turístico del sitio, sin embargo, estos impactos tienen una temporalidad limitada y por la intensidad de estas actividades el impacto no es significativo, solo será significativo de manera temporal si se suma a otros proyectos, lo cual es muy probable ya que la zona se encuentra en desarrollo.

Causa-efecto

Las acciones con efecto directo relacionadas con los cambios en la forma del terreno, la generación de residuos sólidos y peligrosos, ruido, afectaciones por el desmonte, cambios en el hábitat de la fauna dentro del predio, economía y estética, son más factibles de ser prevenidos o mitigados pues son causados por el proyecto **"Casa Habitación Zula"** directamente.

En cuanto a los impactos indirectos, a pesar de que hay varios que pueden ser influenciados indirectamente por el desarrollo del proyecto, estos podrían a largo plazo ser significativos únicamente por la sinergia con otros proyectos.

Los cambios en el medio ocasionados por el crecimiento turístico dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, y por el incremento en la intensidad de uso de los recursos naturales para las actividades recreativas son acumulativos y pueden modificar negativamente el medio ambiente terrestre y marino, y afectar además su capacidad de recuperación. Estos impactos se relacionan principalmente con las actividades turísticas y el cambio de uso de suelo de la zona costera, como ya fue mencionado anteriormente. Implican principalmente los cambios a la biota por la sinergia de los impactos en el medio, que ocasionan modificaciones en la abundancia de las especies de fauna y el establecimiento de especies exóticas.

Con lo antes expuesto, se permite anticipar un proyecto viable en el ámbito de lo establecido en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, ya que se demuestra que con el cambio de uso de suelo en terrenos forestales de interés del presente DTU-B, se mantiene la biodiversidad en el predio y en la microcuenca, la erosión de los suelos es mínima y el proyecto cuenta con medidas de mitigación para reducir su impacto, asi mismo el proyecto cuenta con medidas de mitigación para evitar el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que el uso de la Casa habitación unifamiliar será más productivo a largo plazo.

Aunado a lo anterior, para cada uno de los impactos ambientales negativos producto de la implementación del cambio de uso de suelo sobre el medio natural, conceptual y socioeconómico, se cuenta con medidas de prevención y mitigación.

CAPITULO VI.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TASAS DE EROSIÓN DE LOS SUELOS, ASÍ COMO LA CALIDAD, CAPTACIÓN E INFILTRACIÓN DEL AGUA, EN EL ÁREA SOLICITADA RESPECTO A LAS QUE SE TENDRÍAN DESPUÉS DE LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN FORESTAL.

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable establece que el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, sólo puede autorizarse por excepción considerando el supuesto que a la letra dice:

> *Artículo 93. La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono,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 el presente capítulo se integra información técnica y científica para fundamentar la autorización del cambio de uso de suelo en terrenos forestales en una superficie de 1,198.20 m² para el desarrollo del proyecto **"Casa Habitación Zula"**, planteando las siguientes justificaciones para su autorización.

VI.1.1 Análisis comparativo de la erosión de los suelos en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la vegetación forestal.

Para demostrar que la erosión de los suelos en el predio del proyecto es mínima y que este proyecto cuenta con medidas para mitigar la erosión de los suelos, a continuación, se utiliza el modelo de ecuación universal de pérdida de suelos. Es importante aclarar que dicha ecuación fue diseñada a partir de datos empíricos en parcelas experimentales agrícolas que cumplían un "cierto tipo" de condiciones y no en función de lo que sería el cambio de uso del suelo forestal, sin embargo, se utiliza esta fórmula para calcular la erosión potencial.

Con el cambio de uso del suelo en 1,108.20 m^2 (0.11082 ha) de este proyecto no se verán afectados significativamente los procesos de formación de suelos y la pérdida de suelos será mitigada en el predio. La remoción de la vegetación para este proyecto, originará una erosión que no es significativa con un valor estimado de 0.44 ton/año en la superficie de cambio de uso del suelo que se solicita, que es muy inferior a 10 t/ha/año que es el máximo permisible para México.

No obstante, una vez ejecutado el proyecto con la casa en operación se llevará a cabo la trituración y composteo de los residuos vegetales de jardines, senderos y accesos con lo que contará con una adición periodica de materia orgánica para el mejoramiento de los suelos en este predio como resultado del proyecto **"Casa Habitación Zula".**

No se generarán procesos adicionales de pérdida de suelo por erosión eólica o hídrica derivado de las intervenciones del proyecto, dado que no existen pendientes y gradientes de altitud, ni corrientes superficiales que ocasionen arrastres de sedimentos. En las áreas de conservación se aseguran servicios de regulación y soporte que permitirán sostener los procesos naturales de formación de suelo y otros servicios ambientales del ecosistema presente en la zona.

En el año 2005, se utilizó esta fórmula simplificada adecuada a nuestro país para estimar la erosión del suelo a partir de la ecuación universal de pérdida de suelos (E): Mario Martínez Méndez (2005).

Ecuación Universal de Pérdida de Suelos

E= L K L S C P

Donde:
E= Erosión del suelo t/ha año
R= Erosividad de la lluvia. Mj/ha mm /hr
K= Erosionabilidad del suelo
LS= Longitud y grado de pendiente
C= Factor de vegetación.
P= Factor de prácticas mecánicas

La erosividad (R) se puede estimar a partir de la precipitación media anual que para la región donde se ubica el predio es de 1093 mm que multiplicado por las ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia en el estado de Quintana Roo es:

R= 3.7745 (1093) + 0.004540 (1093)2
R= 9,549.23 Mj/ha mm/hrs

La erosionabilidad del suelo (K) se estima a partir de la textura de los suelos presentes y la cantidad de materia orgánica que en el caso de la zona de estudio corresponde a suelos Árenosoles correspondiendo un valor de K estimado de 0.012 para Arena migajosa de 0 a 0.5 % de materia orgánica.

K= 0.012

La pendiente del terreno afecta los escurrimientos superficiales imprimiéndoles velocidad. Mientras que 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.

Se estima a partir de la siguiente fórmula:

$$S = \frac{H_a - H_b}{L}$$

Donde:
S= Pendiente media del terreno (%)
Ha= Altura de la parte alta del terreno (m)
Hb= Altura de la parte baja del terreno (m)
L= Longitud del terreno (m)

De acuerdo con el levantamiento topográfico en la superficie de cambio de uso de suelo le corresponden los siguientes valores:

La altura de la parte alta del terreno es de 3.8 msnm
La altura de la parte baja del terreno es de 1.2 msnm
La longitud promedio del terreno analizado es de 150 m.
Entonces tenemos:

S= 3.8-1.2/150
S= 2.6/150
S = 0.0173 (100)
S = 1.7 %

La longitud y grado de pendiente se estima a partir de la siguiente fórmula:

LS: (λ) 0.5 (0.0138 + 0.00965 (s) + 0.00138 (s)2)

λ = Longitud de la pendiente

S= Pendiente media del terreno

M= Parámetro cuyo valor es 0.5

LS: (150)0.5 (0.0138 + 0.00965 (1.7) + 0.00138 (1.7)2)

LS= 0.418779

Por consiguiente, la erosión potencial es:

E= 9549.23 * 0.012 * 0.418779

E= 47.99 t/ha/año

Que multiplicado por un factor de vegetación C de .001, (bosque con buena cobertura vegetal)

E= 47.99 * factor de vegetación

E= 47.99 * 0.001

E= 0.048 toneladas/ha/año.

Lo anterior indica que la erosión es inferior a la erosión máxima permisible que en algunas regiones de México es de 10 ton/ha.

Asumiendo que el desmonte del matorral costero se restringe a la superficie de ocupación del proyecto, de manera puntual y local, el factor de erosión de este predio en promedio se reduce aún más, por lo que se considera que al ser inferior a 10 ton/ha/año que es el máximo permisible para México, la erosión estimada por el desarrollo del proyecto no es significativa y por lo tanto bajo este supuesto el proyecto **"Casa Habitación Zula"** se considera viable, sobre todo al considerar que el valor de la erosión estimada con la vegetación de matorral costero es de 0.048 toneladas/ha/año, para la superficie que se solicita para el CUSF, que es de 0.11082 hectáreas , donde se estima una pérdida de 3.94 toneladas/año.

Para estimar la tasa de erosión potencial con vegetación que se presenta en las condiciones actuales considerando los procesos erosivos que ocurren de manera natural, pero bajo los parámetros considerados en esta estimación, se multiplica la erosión potencial estimada por el factor de vegetación C = 0.001 para la vegetación de matorral costero de este predio por lo que la erosión potencial en las condiciones actuales es de 0.048 ton/ha/año.

Al considerar que el periodo de exposición del suelo sin cobertura vegetal antes de iniciar las labores de nivelación y compactación de terraplenes para la vivienda será de hasta 30 días; Tal como se ha mencionado la pérdida de suelo estimada corresponde a un periodo en un año, pero si consideramos que de los 365 días únicamente se expondrá el suelo 30 días que es el tiempo de duración de la exposición del suelo sin cobertura vegetal, ya que posteriormente se verterá sobre el suelo material pétreo y se iniciará con el proceso de nivelación y compactación de los terraplenes como parte proceso constructivo, y de conformación de los senderos y de la vivienda entonces tenemos que la pérdida efectiva es de 3.94 toneladas por hectárea por año; mientras que mediante la aplicación de las medidas de mitigación y prevención propuestas se podrá reducir la erosión a 0.44 ton/año en la superficie de cambio de uso del suelo que se solicita.

De manera complementaria si se realiza el desmonte durante los periodos de sequía, si se ejecutan las obras de ingeniería conforme al programa de obra y si se llevan a cabo las prácticas de conservación del suelo para favorecer la infiltración del agua pluvial en las áreas de conservación de este proyecto se espera que la tasa promedio de erosión se reduzca a menos de 10 ton/ha/año en todo el predio, que es el máximo permisible para México, por lo tanto bajo este supuesto la erosión estimada por el desarrollo del proyecto se puede mantener bajo control, siempre y cuando se apliquen en tiempo y forma las prácticas de ingeniería y de conservación de suelos, por lo que el proyecto se considera viable. Por lo tanto, al integrar la totalidad de las medidas de prevención, mitigación y de conservación del suelo propuestas se considera que la pérdida efectiva de suelo derivada del cambio de uso del suelo será poco significativa con niveles inferiores a la erosión máxima permisible que en algunas regiones de México es de 10 ton/ha año.

Escenario 1. Tasa de erosión que se presenta en las condiciones actuales, señalando los procesos erosivos que ocurren de manera natural.

E= 0.048 toneladas/ha/año.

Escenario 2. Tasa de erosión que se presentaría una vez eliminada la vegetación forestal, considerando el tiempo en que el suelo permanecerá desnudo.

E= 3.94 toneladas/ha/año.

Escenario 3. La estimación del volumen del suelo que se retendría o se recuperaría con la implementación de cada una de las medidas propuestas, referidas a la superficie en donde éstas serán realizadas.

Áreas de conservación reforestadas: Se utiliza más del 95 % del volumen del suelo fértil recuperado para la restauración de la cobertura vegetal en las áreas de conservación del proyecto.
Áreas construidas de sellamiento: Se mantiene el 100 % del volumen del suelo compactado y funcional para la conformación de los terraplenes de los senderos y la vivienda.

A continuación, se plantean las medidas de prevención y mitigación propuestas para atenuar los posibles impactos que pudieran provocar la erosión del suelo. Las medidas preventivas y de mitigación propuestas para el proyecto **"Casa Habitación Zula"**, que se enumeran a continuación, permiten recuperar la mayor cantidad de suelo que se perdería por la erosión ocasionada con las actividades propias del cambio de uso de suelo en terrenos forestales si se realizan en tiempo y forma. Para ello, se deberán tomar en cuenta los períodos definidos en el programa de trabajo y el nivel de eficiencia especificado de cada una de las prácticas y obras a realizar, que permitan lograr la conservación del suelo y el mantenimiento de las áreas de conservación.

1. Se realizará el rescate de la tierra vegetal en la superficie de desmonte y despalme para evitar la extracción de este material en otros sitios y la recuperación del material de despalme para su utilización en la nivelación de los senderos.
2. Reducción del tiempo de exposición del suelo sin cobertura vegetal.
3. Recuperación y almacenamiento de la tierra vegetal para su utilización en las labores de reforestación.
4. Diseño y realización de cortes y terraplenes para reducir pendientes, aprovechando los suelos con características y propiedades adecuadas para las obras.
5. Restauración de la cobertura vegetal en jardines y áreas de conservación afectadas.
6. El desmonte se realizará de manera paulatina, conforme el avance de las obras, para evitar la exposición prolongada de las superficies y aminorar la dispersión de partículas de polvo por el viento y la lluvia.
7. Se realizará la recuperación de la capa superficial de tierra vegetal con materia orgánica de la superficie de despalme para su reutilización en las labores de rescate y reforestación de este proyecto.
8. Se protegerá el suelo a través del humedecimiento constante según se requiera, dentro de las áreas desmontadas para evitar la suspensión y dispersión de sedimentos y polvos.
9. Se utilizará la tierra vegetal recuperada en el embolsado de las plantas en el vivero temporal y la restante será incorporada en las áreas de reforestación del proyecto como parte de proceso de acondicionamiento del suelo.

10. En las áreas permeables del proyecto, se realizará la distribución de una capa del material triturado proveniente de los residuos vegetales del desmonte luego de su composteo para prevenir efectos erosivos del suelo en las porciones descubiertas y favorecer la reforestación con plantas nativas.
11. Prevenir y reducir el efecto del escurrimiento superficial del agua pluvial de las áreas desmontadas hacia las áreas de conservación mediante prácticas de manejo que favorecen la infiltración.
12. Prevenir y reducir el efecto del viento sobre el suelo dentro de las áreas desmontadas y sin obras con prácticas de manejo que promuevan el desarrollo de coberturas vegetales adecuadas.

Para agregar argumentos que demuestran que este proyecto mitigará la pérdida de los suelos debido al cambio de uso del suelo propuesto para este proyecto, a continuación, se presenta un análisis de los resultados sustentados en fuentes bibliográficas que demuestran que en la zona del proyecto no existen efectos erosivos hídricos y eólicos y que la degradación química y física es limitada, debido a la naturaleza, composición y estructura de los suelos.

En 2002, la SEMARNAT comisionó la realización de una Evaluación de la Pérdida de Suelo por Erosión Hídrica y Eólica en la República Mexicana (escala 1:1 000 000), con objeto de identificar los riesgos de erosión, y su magnitud, en el país. Para estimar la erosión potencial se utilizaron dos ecuaciones propuestas por la FAO: la ecuación universal de pérdida de suelo RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation, por sus siglas en inglés) para la erosión hídrica y la ecuación de erosión eólica WEE (Wind Erosion Equation, por sus siglas en inglés) para el otro caso.

Los conceptos que definen los procesos estudiados son los siguientes:
Degradación de suelo: procesos inducidos por las actividades humanas que provocan la disminución de su productividad biológica o de su biodiversidad, así como la capacidad actual y/o futura para sostener la vida humana (Oldeman, 1998).
Degradación química: alteración de las propiedades químicas del suelo por modificaciones en la concentración original de elementos, sustancias o iones, derivadas de procesos de acumulación, lixiviación y arrastre (Derici, 2006).
Degradación física: deterioro de las propiedades físicas como densidad aparente, textura, estructura, estabilidad de los agregados y porosidad (Zoebisch y Dexter, 2006).
Erosión eólica: remoción de la masa superficial del suelo originada por la acción del viento, la cual se acelera por la pérdida de la capa protectora de la vegetación (SSSA, 2008).

Erosión hídrica: proceso de desagregación, transporte y sedimentación de las partículas del suelo por las gotas de lluvia y el escurrimiento superficial (SSSA, 2008).

De acuerdo con esta evaluación, a nivel nacional la superficie con riesgos de pérdida de suelo por erosión potencial hídrica es del 42%. A nivel estatal, 15 estados de la República presentan más del 50% de su superficie sin riesgo aparente de erosión hídrica, siendo los menos afectados Yucatán, Quintana Roo, Campeche, Tabasco y Baja California Sur. Finalmente, riesgos de erosión ligera (entre 5 y 10 ton/ha/año) se presentan en los estados de Tlaxcala (28.3%), Quintana Roo (26.0%), Nayarit (23%), México (21.4%) y Yucatán (16.4%).

De acuerdo con el Informe sobre la Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre (Semarnat y CP, 2003). En el cual se sustentan, a partir de un amplio muestreo en campo, los cuatro procesos de degradación del suelo: erosión hídrica y eólica y degradación física y química, así como sus causas, tipos específicos y niveles de afectación. Con base en los resultados de dicho estudio, en el estado de Quintana Roo los procesos de degradación son prácticamente inexistentes debido a sus características orográficas y edafológicas, según se puede observar en el resumen de la tabla 105 y en las siguientes imágenes.

Tabla 105. Degradación de suelos en Quintana Roo: extraída de la superficie afectada por procesos, por entidad federativa, según niveles de degradación, 2002 (hectáreas)

Quintana Roo	Ligera	Moderada	Severa	Extrema	Total
Degradación física	***104,098.22***	***0***	***11,420.66***	***68,649.60***	***184,168.48***
Degradación química	***1,011,924.43***	***8,177.51***	***0***	***0***	***1,020,101.94***
Erosión eólica	***0***	***0***	***0***	***0***	***0***
Erosión hídrica	***0***	***0***	***0***	***0***	***0***

Dirección General de Estadística e Información Ambiental, con base en: Semarnat-Colegio de Postgraduados, Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana. Escala 1:250,000. Memoria Nacional 2001-2002, Semarnat-Colegio de Postgraduados, México, 2003.

Únicamente la degradación química debida a pérdida de fertilidad es la que más afecta a más de la mitad de los suelos de la península de Yucatán. Por su parte la degradación física de los suelos debida a la pérdida de función productiva y la compactación han afectado más de 184 mil hectáreas, siendo la segunda causa en importancia de

afectación de suelos en el estado. Mientras que la erosión hídrica y eólica es nula para la península de Yucatán y por lo tanto también para el estado de Quintana Roo.

La 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. Las zonas afectadas por erosión hídrica alcanzan el 11.8% del territorio nacional. Este tipo de erosión tiene lugar sobre todo en las zonas montañosas. En contraste, los estados que no mostraron efectos de la erosión hídrica son: Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

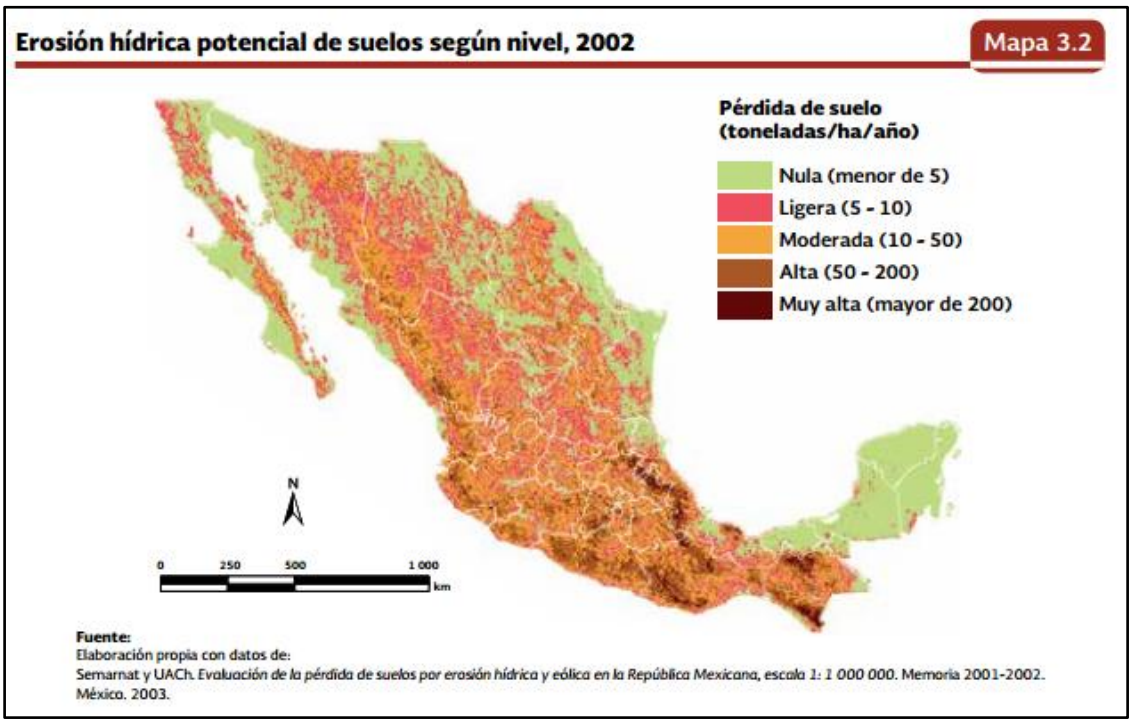

Figura 45. Erosión Hídrica Potencial de suelos

Cuando el viento es el agente que provoca la erosión, ésta se conoce como erosión eólica y afecta poco más del 9% del territorio nacional (17.6 millones de hectáreas). Los estados que no registran este tipo de erosión son: Campeche, Chiapas, Quintana Roo y Tabasco (Figura 46).

Como parte del Inventario Nacional Forestal y de Suelos, se realizó un estudio para evaluar la degradación de los suelos causada por el hombre, el 45.2% de la superficie del

país presenta degradación inducida por el hombre. El nivel de degradación predominante era de ligero a moderado, mientras que los procesos más importantes de degradación fueron la química (principalmente por la pérdida de fertilidad), la erosión hídrica y la erosión eólica.

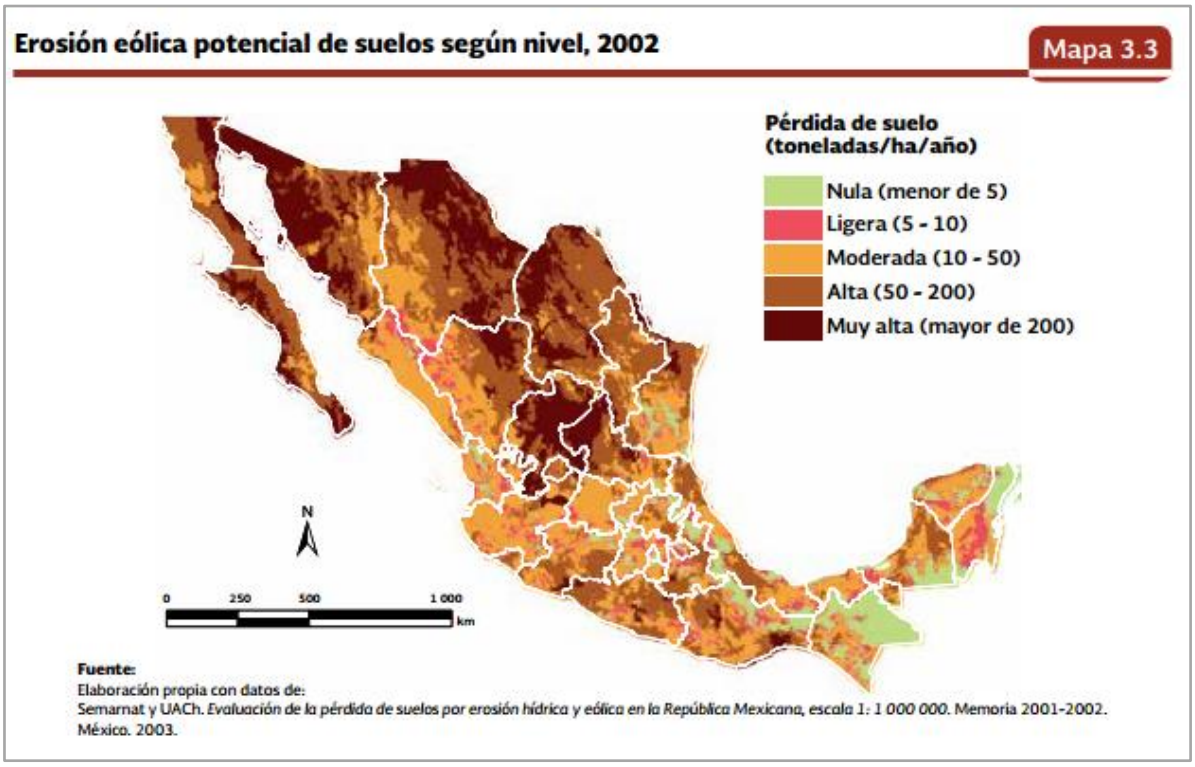

Figura 46. Erosión eólica Potencial de suelos

Estos tres procesos fueron responsables del 87% de los suelos degradados en el país. Entre las principales causas de degradación se identificaron el cambio de uso del suelo para fines agrícolas y el sobrepastoreo (17.5% en ambos casos). La deforestación (7.4%) ocupa el tercer lugar, seguida de la urbanización (1.5%). Todas estas causas tienen una importante relación con la afectación de la cubierta vegetal, responsable de la conservación del suelo.

En conclusión, el CUSTF en 0.11082 hectáreas para este proyecto no provocará aumentos significativos en la erosión del suelo, debido a que de forma natural es muy baja en toda la cuenca y la microcuenca, ya que no existen pendientes continuas mayores al 10% tanto en el predio como en la microcuenca; donde por las características de un terreno ondulado formado por dunas de arena los escurrimientos son de muy corto

recorrido. Asimismo, conforme se avance en las siguientes etapas del proyecto (desmonte, despalme y construcción) se contará con una serie de medidas de prevención y mitigación de los procesos erosivos.

Como medidas para reducir el impacto de las actividades de cambio de uso del suelo para la construcción y operación de una vivienda unifamiliar sobre el suelo del predio del proyecto **"Casa Habitación Zula"**, cabe recalcar que el promovente plantea medidas de prevención y mitigación para atenuar los posibles impactos sobre el suelo entre los que se encuentran: a) rescate de la tierra vegetal para evitar la extracción de este material en otros sitios, b) no se realizarán trabajos de mantenimiento ni reparación mecánica de los equipos dentro del área del proyecto, c) para evitar la defecación al aire libre se instalarán servicios sanitarios para los trabajadores, a razón de un sanitario por cada 10 trabajadores, evitando así la contaminación al suelo y el enrarecimiento de la atmósfera, d) el desmonte se realizará de manera paulatina, conforme el avance de las obras, e) para evitar la exposición prolongada de las superficies, y aminorar la dispersión de partículas de polvo por el viento y la erosión, el desplante de las obras se realizaran de manera inmediata a la remoción de la vegetación.

VI.1.2 Análisis comparativo de la afectación al recurso agua en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la vegetación forestal.

La zona del proyecto se ubica en la Región Hidrológica 33- Yucatán Este, en las Cuencas Cerradas B y en la microcuenca Chumpón. La microcuenca Chumpon, tiene una superficie total de 1378.31 kilometros cuadrados que comprende el área de influencia directa e indirecta del proyecto, abarcando la franja del litoral costero de la Reserva de Sian Ka'an, los cuerpos de agua (Laguna Boca Paila y Mar Caribe), una superficie de vegetación de manglar en humedal costero, una superficie de vegetación de duna costera del tipo matorrales, vegetaciómn de selvas mediana y baja. Una franja de playa con arena y áreas desprovistas de vegetación.

La precipitación anual varia de 800 a 1,500 mm, presenta un rango de escurrimiento de 0 a 5% y en general se reconoce que el agua subterránea está sin contaminar y con excelente calidad. La unidad geo hidrológica está formada por material consolidado con rendimiento alto mayor a 40 litros por segundo (los) y es la más extensa en Quintana Roo con el 76% de la superficie Estatal (Herrera y Heredia 2011).

En cuanto a la precipitación en la zona, la mayor precipitación ocurre generalmente en el mes de septiembre, el cual tiene un promedio de 231.0 mm de lluvia mensual. En referencia cartográfica, en escala 1:1'000,000 (INEGI), la precipitación total que corresponde a una lámina de agua de 1,093 mm como promedio anual.

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 medio anual es de 0-20 mm mientras que el déficit por evapotranspiración para la zona es de 600 a 700 mm anuales (www.cna.gob.mx).

La capacidad de infiltración de un suelo es la cantidad de lluvia que puede absorber en unidad de tiempo, por lo que ésta dependerá de la intensidad de la lluvia, tipo de suelo, uso del suelo, cubierta vegetal y humedad inicial. Parte del agua suele quedar retenida en el follaje de la vegetación, una más se ubica en la capa no saturada del suelo y está disponible para ser absorbida por las plantas en la franja de penetración de las raíces o para ser evaporada por la acción de la energía solar sobre la superficie del terreno. Otra fracción del agua que se infiltra puede alcanzar la zona saturada del sistema acuífero, una vez superada la capacidad de campo del suelo (Ortiz-Ortiz, 1990; Mishra, 2003).

La captura de agua es el servicio ambiental que producen las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada, proporcionando la infiltración de agua que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua. El agua infiltrada o percolada corresponde a la cantidad de agua que en realidad está capturando el bosque o selva y que representa la oferta de agua producida por este. El potencial de infiltración de agua de un área arbolada, depende de un gran número de factores como; la cantidad y distribución de la precipitación, el tipo de suelo, las características del mantillo, el tipo de vegetación y geomorfología del área, entre otros. Esto indica que la estimación de captura de agua debe realizarse por áreas específicas y con información muy fina (Torres y Guevara, 2002).

Cantidad de agua.

En relación a la disminución en la captación del agua, se considera que por el desarrollo del proyecto **"Casa Habitación Zula"** este servicio no se verá afectado negativamente debido a la mínima cantidad de ocupación en superficie. Por lo que mediante el adecuado seguimiento de las acciones propuestas se podrá garantizar la continuidad de los procesos de infiltración del agua de lluvia al subsuelo.

Dado que para el desarrollo del proyecto que solicita el cambio de uso de suelo en 1,108.20 m^2, en donde se realizarán labores de desmonte y despalme para la construcción de una casa habitación asi como sus accesos y áreas de servicios. Esto significa que la infiltración al acuífero se puede ver alterada de manera puntual en las áreas con sellamiento, pero serán conducidas mediante un sistema de captación de aguas pluviales hacia las áreas permeables.

Es por esto, que a continuación se presenta la estimación del cálculo de infiltración, así como la metodología que se emplea sobre la superficie donde se pretende el cambio de uso de suelo para una superficie de 1,108.20 m^2 del agua que actualmente se infiltra y de la que se dejará de infiltrar por la remoción de la vegetación en la superficie determinada, que es mínima ya que el agua pluvial que caerá sobre la casa se conduce hacia las áreas permeables y se infiltra mediante un sistema de Captación e Infiltración del Agua de Lluvia .

Para demostrar que este proyecto cuenta con medidas de mitigación para evitar el deterioro de la calidad del agua y la disminución en su captación se presentan los siguientes argumentos:

El coeficiente de escurrimiento se estimó a través de la aplicación del método propuesto en la NOM–011–CNA–2000 que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de aguas nacionales.

Este método parte de valores de k, que son valores que dependen del tipo de suelo y su uso actual. Para este caso, los suelos pueden clasificarse como tipo "A" que pertenece a los "suelos permeables", y con un uso de suelo clasificado como "Bosque, cubierto en más del 75%" sin proyecto y de entre 50 – 75% con proyecto.

A cada uno de ellos le corresponde un valor k, cuyo valor se obtiene aplicando la ecuación siguiente:

Se aplica esta ecuación debido a que el valor de k es menor que 0.15.

$$Ce = K \ast \frac{(P - 250)}{2000}$$

Donde:

Ce = Coeficiente de escurrimiento
k = Constante de tipo y uso de suelo
P = Precipitación anual en mm

Además de que se debe mencionar que también solo es válida para valores de precipitación anual entre 350 y 2,150 mm anuales.
Para el caso particular del proyecto **"Casa Habitación Zula",** se tienen los siguientes datos:

P = Precipitación en el sitio, la reportada tiene un valor de 1,093 mm anuales.

K = Para este caso, se obtuvo un valor que sería el siguiente para cada uno de los ambientes, lo cual puede apreciarse en el cuadro que se presenta a continuación:

Tabla 106. Tipo se suelo y cobertura de bosque.

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	0.30
Zonas Urbanas	0.26	0.29	0.33

Suelo A. Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos.
Suelo B. Suelos semipermeables, tales como arena de mediana profundidad.
Suelo C. Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable.

Bosque cubierto más del 75% = 0.07;
Entre 50 – 75% = 0.12

El coeficiente de escurrimiento se habrá de calcular a partir de estos datos, por lo que ha resultado la siguiente estimación:

1) Bosque cubierto más del 75%

$$Ce = 0.07 * \frac{(1093 - 250)}{2000} = 0.07 * 0.4215 = 0.029$$

2) Entre 50 – 75%

$$Ce = 0.12 * \frac{(1093 - 250)}{2000} = 0.12 * 0.4215 = 0.050$$

El volumen medio anual de escurrimiento natural se estima a partir de la siguiente fórmula:

Volumen anual de escurrimiento = ( )*( )*(Coeficiente de)

natural Millones de metros cúbicos	Precipitación anual de la cuenca m	Área de afectación Km^2	escurrimiento

El volumen natural de escurrimiento se calculó a partir de estos valores, por lo que se tiene como resultado lo siguiente:

1) Bosque cubierto más del 75%

*VolESC = 1.093 * 0.0011082* 0.029 = 0.0000357 Mm^3*
Por lo tanto el volumen medio anual de escurrimiento natural =0.0000357 Mm^3

2) Entre 50 – 75%

*VolESC = 1.093 * 0.0011082 * 0.050 = 0.0000612 Mm^3*
Por lo tanto el volumen medio anual de escurrimiento natural =0.0000612 Mm^3

En relación a la infiltración, la norma NOM–011–CNA–2000, no hace mención sobre su cálculo, pero puede estimarse considerando lo que menciona Aparicio (2006):

I = P –VolESC
Donde:

I: Volumen estimado de infiltración en el área de interés (m^3)
P: Precipitación media anual en el área de interés (m^3),
Dónde: P = Precipitación anual (m) * Superficie del área de interés (km^2)
E: Volumen estimado de escurrimiento en el área de interés (m^3)

Con lo que el escurrimiento y la infiltración se obtienen de la siguiente forma:

1) Bosque cubierto más del 75%.

Infiltración = (1.903 *0.0011082) –0.0000357
Infiltración = 0.00117556 3
Infiltración = 1175.56 m3

2) Entre 50 – 75%.

Infiltración = (1.903*0.0011082) –0.0000612
Infiltración = 0.001150063
Infiltración = 1150.06 m3

Con los resultados obtenidos, el proyecto y su cambio de uso de suelo en 0.11083 hectáreas en donde se retirará la vegetación de duna costera y se desplantará el proyecto, en dicha superficie actualmente cubierta de matorral costero se puede captar un volumen de 1175.56 m^3/año, los cuales se infiltran al suelo y subsuelo.

Al construirse en el predio una vivienda debido a la implementación del proyecto, esto provocará su disminución en la captación del volumen de agua pluvial a 1150.06 m^3/año, es decir se tendrá una reducción de 25.50 m^3 anuales de lo que teóricamente se captaría con la cobertura de la vegetación de matorral costero en la superficie de cambio de uso de suelo para este proyecto.

Sin embargo, como estrategia de mitigación se propone aprovechar la topografía del terreno donde se localiza el proyecto para que el agua captada sobre la superficie construida (casa y áreas de servicio techadas), estas se podrán dirigir estratégicamente sobre las áreas de conservación adyacentes que servirán como captadores del agua pluvial disminuyendo así la diferencia en la recarga del agua de lluvia al subsuelo.

No obstante que para el desarrollo del proyecto **"Casa Habitación Zula"**, se requiere el cambio de uso de suelo en 0.11082 hectáreas en donde se pretende realizar labores de acondicionamiento, desmonte, nivelación y compactación en donde la infiltración al acuífero resultará limitada; los volúmenes estimados de la infiltración al acuífero que se dejaría de percibir, representan porcentajes bajos en relación con los volúmenes que se continuarán captando en toda la Península de Yucatán, la región hidrológica Yucatán Norte y la microcuenca Chumpón, asi como en las áreas de conservación del predio cubiertas con vegetación costera sobre sustratos permeables.

Por lo tanto, se obtiene que las estimaciones de la infiltración del agua pluvial para los siguientes escenarios:

Escenario 1. El volumen de agua que se capta en las condiciones actuales es de 1175.56 m^3/año.

Escenario 2. El volumen de agua que se captaría con la remoción de la vegetación en el tiempo en que el suelo permanecerá desnudo para el desarrollo del proyecto propuesto es de 1150.06 m^3/año.

Escenario 3. La estimación del volumen de captación de agua, que se favorecería como resultado de la implementación de cada una de las medidas de mitigación propuestas es de 1173.01 m^3/año.

Asimismo, se manifiesta que para evitar la modificación de la calidad del agua del acuífero ya que es vulnerable a la contaminación antropogénica, el proyecto cuenta con medidas de prevención y mitigación. Además de que se tendrá especial cuidado para promover un uso y aprovechamiento racional del agua con medidas de prevención y control que contribuyan a su cuidado y recuperación en las instalaciones de la vivienda. En este sentido se demuestra que a través de las distintas actividades que involucran el cambio de uso del suelo para el desarrollo del proyecto, se cuenta con medidas de prevención y mitigación para mantener la calidad del agua.

Como argumentos adicionales se presentan algunas de las conclusiones de la Comisión Nacional del Agua, en sus "Estadísticas del Agua en México. Edición 2010", indica que las aguas de la región Península de Yucatán tienen los siguientes atributos:

T2.2 Agua renovable *per cápita*, por RHA

RHA		Agua renovable (hm^3/año)	Población a diciembre de 2009 (Mill. Hab)	Agua renovable *per cápita* 2009 (m^3/hab/año)	Escurrimiento natural medio superficial total[a] (hm^3/año)	Recarga media total de acuíferos (hm^3/año)
I	Península de Baja California	4 667	3.78	1 234	3 367	1 300
II	Noroeste	8 499	2.62	3 250	5 074	3 426
III	Pacífico Norte	25 630	3.96	6 473	22 364	3 267
IV	Balsas	21 680	10.62	2 040	17 057	4 623
V	Pacífico Sur	32 824	4.13	7 952	30 800	2 024
VI	Río Bravo	12 163	10.98	1 107	6 857	5 306
VII	Cuencas Centrales del Norte	7 898	4.19	1 887	5 506	2 392
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	34 533	20.97	1 646	26 431	8 102
IX	Golfo Norte	25 564	4.97	5 145	24 227	1 338
X	Golfo Centro	95 866	9.65	9 937	91 606	4 260
XI	Frontera Sur	157 754	6.62	23 835	139 739	18 015
XII	Península de Yucatán	29 645	4.06	7 294	4 330	25 316
XIII	Aguas del Valle de México	3 513	21.42	164	1 174[b]	2 339
Total nacional		**460 237**	**107.97**	**4 263**	**378 530**	**81 707**

Figura 47. Regiones Hidrológicas Administrativas.

Fuente: Conagua. Subdirección General de Programación. 2010. Elaborado a partir de: Conagua. Subdirección General Técnica. CONAPO. *Proyecciones de la Población de México 2005-2050*. México, 2008.

En la Península de Yucatán se cuenta con 7,294m^3/hab/año de "agua renovable" en tanto que a nivel nacional la media es de 4,263 m^3/hab/año y de ocupar el primer lugar a nivel nacional en la recarga de acuíferos (entre los tres estados) al contabilizar un total de 25,316 Hm^3/año, parámetros que indican la cantidad de agua disponible para la región.

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 1700 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 CNA (2010) establece que existen 4 Granes acuíferos de los cuales ninguno está sobreexplotado y uno de ellos tiene aguas subterráneas salobres (corresponde al acuífero de Xpujil, en Campeche). De acuerdo con el balance hidrológico en el Estado de Quintana Roo, se infiere que existe una gran disponibilidad de agua subterránea en el mismo; sin embargo, los principales problemas del agua se relacionan con su calidad no tanto con su cantidad. Esto se debe a que la alta permeabilidad que tienen los suelos cársticos en el estado que favorecen la infiltración del agua de lluvia, también representa una de sus principales causas de contaminación; ya que de la misma manera se filtran con facilidad los agroquímicos empleados en las actividades agrícolas, los residuos líquidos (lixiviados) de los tiraderos de basura a cielo abierto o de las lagunas de oxidación de las plantas de tratamiento, así como las filtraciones de aguas residuales de las fosas sépticas.

T2.11 Acuíferos del país, por RHA, 2009

RHA		Número de acuíferos				Recarga media (hm³)
		Total	Sobreexplotado	Con intrusión marina	Bajo el fenómeno de salinización de suelos y aguas subterráneas salobres	
I	Península de Baja California	87	8	9	5	1 300
II	Noroeste	63	13	5	0	3 426
III	Pacífico Norte	24	2	0	0	3 267
IV	Balsas	46	2	0	0	4 623
V	Pacífico Sur	35	0	0	0	2 024
VI	Río Bravo	100	15	0	7	5 306
VII	Cuencas Centrales del Norte	68	24	0	19	7 397
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	127	30	0	0	8 102
IX	Golfo Norte	40	2	0	0	1 338
X	Golfo Centro	22	0	2	0	4 260
XI	Frontera Sur	23	0	0	0	18 015
XII	Península de Yucatán	4	0	0	1	25 316
XIII	Aguas del Valle de México	14	4	0	0	2 339
Total nacional		**653**	**100**	**16**	**32**	**81 707**

Fuente: Conagua. Subdirección General Técnica, 2010.

Figura 48. Acuíferos en las Regiones Hidrológicas Administrativas.
Fuente: Conagua. Subdirección General Técnica, 2010.

En el municipio de Tulum, el uso del agua subterránea ha tenido un incremento acelerado en las últimas décadas. Por el crecimiento poblacional y las expectativas de desarrollo de la actividad turística, se prevén aumentos importantes en la demanda de este preciado recurso. En la actualidad se considera que la disponibilidad del agua subterránea es suficiente para satisfacer la demanda proyectada. Sin embargo, es indispensable contar con estudios científicos que permitan estimar con mayor precisión los rangos permisibles de extracción, aplicar recursos para mejorar los sistemas de conducción y distribución del agua potable, promover la aplicación de prácticas de uso y manejo del agua bajo esquemas de sustentabilidad y establecer suficientes redes de recolecta y tratamiento de las aguas residuales en función de los volúmenes previstos.

En relación con la calidad del agua se ha de señalar que, durante el proceso de cambio de uso de suelo para el proyecto, se realizarán distintas actividades que ayudarán a evitar que se pudiera causar el deterioro de la calidad de la misma, entre las medidas de prevención y mitigación, con lo que se tendrá especial cuidado en evitar la contaminación de las aguas subterráneas que se pudiera causar a través de aguas residuales generadas.

En el tema de la calidad del agua, la misma CONAGUA reporta que las aguas de la Península de Yucatán tienen altos 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.

Los resultados emitidos por la CONAGUA 2010 con base en los muestreos realizados para los principales parámetros utilizados en la determinación de 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 (puesto que es en esta zona donde se llevaron a cabo los muestreos), la calidad del agua está dentro del rango de excelente o de buena calidad para los tres parámetros en comento.

Con base en lo descrito anteriormente, podemos concluir que los suelos en el sitio del proyecto, en la microcuenca Chumpon, no obstante que se han modificado por los procesos de crecimiento de la urbanización, los suelos siguen manteniendo su característica de ser altamente permeables. Los riesgos de contaminación son más altos en las zonas urbanizadas y se relacionan principalmente con prácticas de mal manejo de residuos y de sustancias peligrosas.

Para evitar la modificación de la calidad del agua del acuífero ya que es altamente vulnerable a la contaminación antropogénica, por la carsticidad de los suelos y la alta capacidad de infiltración que se registra en el subsuelo, el proyecto cuenta con medidas de prevención y mitigación. Además de que se tendrá especial cuidado para promover un uso y aprovechamiento racional del agua con medidas de prevención y control que contribuya a evitar la contaminación del acuífero por la intrusión salina, derivado del limitado espesor del acuífero en esta franja costera. En este sentido y a través de las distintas actividades que involucran el cambio de uso del suelo para el desarrollo del proyecto, se proponen medidas de prevención y mitigación para no comprometer la calidad y cantidad del agua.

a. Se considera la aplicación de medidas para garantizar el mantenimiento y protección de las áreas de conservación de este proyecto y en general de las áreas permeables.

b. El desarrollo del proyecto generará residuos sólidos urbanos, por lo que se aplicará un procedimiento de manejo adecuado a fin de evitar la generación de lixiviados de los mismos y con ello prevenir los riesgos de contaminación del suelo y del agua. Por lo que se colocarán depósitos temporales para residuos domésticos (orgánicos e inorgánicos) para evitar la dispersión de la basura en el predio. Se realizará el mantenimiento periódico de los vehículos y equipo con el fin de evitar descomposturas en el área del proyecto y así evitar el derrame de combustibles y aceites en las áreas destinadas al cambio de uso de suelo conforme al programa de manejo de residuos.

c. Para evitar la contaminación de las aguas subterráneas se llevará a cabo la disposición adecuada de las aguas residuales generadas por los trabajadores de obra. Por ello se contará con sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 10 trabajadores, mismos que se les dará mantenimiento continuo, además se realizará de manera adecuada la disposición final de dichas aguas.

d. Se realizará el mantenimiento periódico de los vehículos y equipo con el fin de evitar descomposturas en el área del proyecto y así prevenir el derrame de combustibles y aceites en las áreas destinadas al cambio de usos de suelo conforme al programa de manejo de residuos.

e. Se proporcionarán suficientes instalaciones de baños portátiles para el personal que labore en el predio, con el objeto de no afectar el manto freático por la defecación y micción al aire libre en los sitios aledaños al área de aprovechamiento.

f. En ninguna etapa se promoverá el uso de pozo doméstico para la extracción de agua subterránea, lo cual evitará que se descompense la recarga del acuífero por la extracción de agua.

g. El manejo y disposición final de las aguas residuales durante las etapas de preparación del sitio y construcción, correrá a cargo de la empresa arrendadora de los sanitarios portátiles, lo cual quedará debidamente establecido en el contrato que se celebre para la prestación de dicho servicio. Durante la Etapa de Operación se contará con un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas que consiste en un sistema avanzado de bio tratamiento con dos biodigestores, trampa de grasa, humedal artificial, bio filtro de alta eficiencia, cloración y cárcamos de bombeo las aguas residuales si van a recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo y cumplirán con NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales o las condiciones particulares de descarga de conformidad con la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento.

h. El sistema de tratamiento de aguas servidas contará con mecanismos que permitan que el peso seco de los lodos que ahí se generen sean menores a 180 g/m^3 de agua tratada y serán dispuestos por una empresa especializada fuera de la Reserva.

i. En caso de que se requiera la instalación de sistemas de riego, éste estará articulado a los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

j. Se colocarán depósitos temporales para residuos domésticos (cartón, papel, unicel, plásticos, aluminio, etc.) para evitar el esparcimiento de basura en el predio.

k. Se evitará el derrame de combustibles y aceites en las áreas destinadas al cambio de usos de suelo (ver programa de manejo de residuos).

De acuerdo con lo anterior, se garantiza la continuidad de los procesos de infiltración y captación del agua de lluvia, lo que permite concluir que con la ejecución del proyecto se mitigan los efectos sobre la cantidad y calidad del agua tanto en el predio como en la microcuenca.

Como se ha manifestado anteriormente, se mantendrán sin intervención como áreas de conservación 16,675.96 metros cuadrados con vegetación de matorral costero sobre sustrato arenoso que representa el 91.09 % de la superficie total del predio donde se continuarán los procesos naturales de desarrollo y evolución de la vegetación en

condiciones naturales. Desde esta perspectiva, el proyecto propuesto no alterará de manera significativa la captación de agua en la zona.

La infiltración al acuífero que se dejará de percibir, representa porcentajes muy bajos (cifras que resultan prácticamente imperceptibles) en relación con los volúmenes captados en toda la Región Hidrológica 33: Yucatán Este, en las Cuencas Cerradas B y en la microcuenca Chumpon

Se debe tener presente que el suministro de agua potable para el proyecto se realizará en pipas por lo que llegarán al predio 36,000 litros anuales de agua potable y que se pueden recargar 210,100 litros anuales de las áreas techadas gracias al Sistema de Captación de Agua de Lluvia.
Con base en las consideraciones arriba expresadas, se estima que se encuentra acreditada la segunda de las hipótesis normativas que establece el artículo 93 de la LGDFS, en cuanto que con esto ha quedado técnicamente demostrado, que, con el desarrollo del proyecto de cambio de uso de suelo en cuestión, se mitigará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.

El proyecto **"Casa Habitación Zula"** se pretende desarrollar en un ambiente natural en donde las actividades que se llevarán a cabo, no afectan significativamente los ecosistemas naturales ya que el diseño de la vivienda atiende a las regulaciones ambientales que aplican en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka´an, por lo que se anticipa que el proyecto no provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.

VI.2 Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales

Las características de la flora y fauna presentes en el sistema ambiental de la microcuenca Chumpon y en el predio donde se solicita el cambio de uso del suelo para la construcción del proyecto **"Casa Habitación Zula"**, se describieron en el capítulo IV. Para la descripción de la vegetación del sistema ambiental de la microcuenca se recurrió a los indicadores obtenidos a partir de los datos registrados en cuatro sitios de muestreo distribuidos en las áreas de conservación con matorral costero que permanecerán sin intervención humana dentro de este predio. Mientras que para la superficie de cambio de uso del suelo se utiliza la información de los tres sitios de muestreo ubicados en el

tercio medio del predio donde se pretende establecer el proyecto **"Casa Habitación Zula"**, sus accesos y áreas de servicios.

A continuación de acuerdo con los resultados obtenidos, se presenta un análisis comparativo de los valores obtenidos para la microcuenca Chumpon, así como para la superficie de cambio de uso de suelo solicitada para este proyecto, en el que se demuestra que la biodiversidad se mantiene, esto por la razón de que la composición de especies animales y vegetales de un determinado lugar depende de factores históricos del desarrollo ambiental de la región y de la interacción con factores ecológicos actuales, así como por los factores de deterioro sobre-todo si ha sido generado por actividades antrópicas o inducidos por el hombre.

La superficie donde se pretende construir la **"Casa Habitación Zula"**se encuentra cubierta con vegetación de duna costera sobre sustrato arenoso, dentro de esta vegetación se puede observar dos tipos de asociaciones las cuales se distinguen de acuerdo a la dominancia de especies herbáceas, arbustivas y/o arbóreas. La primera asociación se ha denominado generalmente como vegetación pionera halófila costera y entre las especies herbáceas características se puede señalar a: *Ambrosia hispida* (margarita de mar), *Tournefortia gnaphalodes* (tabaquillo o sikimay), *Sesuvium portulacastrum* (verdolaga de playa), *Suriana marítima* (Romero de playa) y *Lantana involucrata* (Oregano xiw).

En la segunda asociación, el matorral costero presenta especies arbustivas y arbóreas, donde se incluyen elementos de 2 a 6 m de altura con presencia de *Coccoloba uvifera* (uva de mar), *Thrinax radiata* (Chit), *Cocos nucifera* (coco), *Metopium brownei* (Chechem), *Bursera simaruba* (Chaca rojo), *Sideroxylon americanum* (Mulche) entre otras.

Los sitios de muestreo de 100 m^2 que se establecieron para describir la vegetación de la superficie de cambio de uso de suelo propuesta, se realizaron en una superficie total de 300 m^2. Lo anterior con la intención de obtener valores de densidad relativa, frecuencia relativa, dominancia relativa, el valor de importancia y Índice de Shannon -Wiener (riqueza de especies y a la distribución de los individuos entre las especies) del predio para compararlos con los valores obtenidos en la microcuenca Chumpon.

En las Tablas 107, 108 y 109 se presenta el comparativo de los valores de importancia relativa de las especies de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo que se estimaron para la microcuenca Chumpon, así como para la superficie a la cual se solicita autorización de cambio de uso del suelo de terrenos forestales para el proyecto **"Casa Habitación Zula"**.

En el estrato arbóreo dos especies registradas en la superficie de cambio de uso del suelo no se registraron en los sitios de la microcuenca Chumpon: la uva de mar y el xmuyche. En el caso del estrato arbustivo, el xmuyche se registró en la superficie de cambio de uso del suelo, pero no aparece en los sitios de la microcuenca Chumpon y en el estrato herbáceo lo mismo sucede con *Ernodea litoralis* y el jicaco. Sin embargo, al analizar la información de los listados florisiticos se reconoce que todas las especies registradas en la superficie de cambio de uso del suelo están representadas en la vegetación del matorral costero de la microcuenca Chumpon. Como se aprecia en las tablas siguientes, la especie con el valor de importancia relativa más alto es la palma Chit *Thrinax radiata*, en los tres estratos.

Tabla 107. Comparativo del valor de importancia relativa (VIR) del estrato arbóreo de la microcuenca (MC) y la superficie de cambio de uso del suelo (CUSTF) para el proyecto **"Casa Habitación Zula".**

Nombre científico	Nombre común	VIR MC	VIR CUSTF
Thrinax radiata	Chiit	161.8	173.9
Metopium brownei	Chechem	112.8	67.7
Chrysobalanus icaco	Jicaco	12.7	26.5
Coccoloba uvifera	Uva de mar		17.8
Sideroxylon americanum	Xmuyche		14.1
Pithecellobium keyense	Yaax kaax	12.7	
		300.0	300.0

Tabla 108. Comparativo del valor de importancia relativa (VIR) del estrato arbustivo de la microcuenca (MC), y la superficie de cambio de uso del suelo (CUSTF) para el proyecto **"Casa Habitación Zula".**

Nombre científico	Nombre común	VIR MC	VIR CUSTF
Thrinax radiata	Chiit	179.0	133.1
Pithecellobium keyense	Yaax kaax	85.3	75.2
Chrysobalanus icaco	Jicaco	18.9	50.0
Sideroxylon americanum	Xmuyche		41.8
Cocos nucifera	Cocotero	16.8	
		300.0	300.0

Tabla 109. Comparativo del valor de importancia relativa (VIR) del estrato herbáceo de la microcuenca (MC) y la superficie de cambio de uso del suelo (CUSTF) para el proyecto **"Casa Habitación Zula".**

Nombre científico	Nombre común	VIR MC	VIR CUSTF

Thrinax radiata	Chiit	186.1	133.3
Pithecellobium keyense	Yaax kaax	80.6	50.0
Ernodea litoralis	Erli		70.8
Chrysobalanus icaco	Jicaco		45.8
		300.0	300.0

La riqueza obtenida para los estratos arbóreo y arbustivo en los sitios de muestreo de la superficie de CUSTF y de la microcuenca son en general bajos y varian de 4 a 5 especies mientras que el índice de diversidad de ambos grupos y de manera general según el método utilizado de Shannon-Wiener se considera bajo, con valores de H= 1.1 a 1.7, esto nos indica que en el área solicitada para CUSF, se desarrolla una comunidad vegetal con predominancia de palmas con limitada riqueza de especies.

A continuación, se presentan los valores de diversidad por estrato (Índice de Shannon-Wiener) de las especies registradas en las unidades de la microcuenca Chumpon, en comparación con los valores obtenidos en los sitios de muestreo de la superficie de cambio de uso del suelo. En ambos casos los valores H obtenidos son bajos por el reducido número de especies en esta comunidad vegetal y las diferencias observadas entre los estratos de ambos sitios no se consideran significativas.

La diversidad florística corresponde a un ecosistema que en su momento fue afectado por fenómenos naturales y por la actividad humana entre otros factores y que se encuentra en un proceso de recuperación, si realizamos una comparación muy rápida de los valores de diversidad reportados por Torres et al 2010 en diferentes comunidades con matorral costero del estado de Yucatán con valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener de 0.95 y 2.78, se reconoce que los valores de diversidad de este predio donde se pretende establecer el proyecto son inferiores a la mayoría de los reportados para Yucatán. Por lo tanto, podemos considerar que la vegetación donde se pretende establecer el proyecto **"Casa Habitación Zula"** presenta índices de diversidad semejantes a los otros sitios que se encuentren en un proceso de recuperación similar.

Tabla 110. Comparativo de los índices de diversidad de Shannon-Wiener de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo de la microcuenca Chumpon, respecto a la superficie de cambio de uso del suelo (CUSTF) para el proyecto **"Casa Habitación Zula".**

Sitio	Indices	Estratos		
		Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
CUSTF	H=	1.1	1.7	1.9
	Hmax=	2.3	2.0	2.3
	Equitabilidad=	0.5	0.8	0.8
	Riqueza	5	4	5
Microcuenca	H=	1.1	1.2	1.0
	Hmax=	2.0	2.0	1.0
	Equitabilidad=	0.5	0.6	1.0
	Riqueza	4	4	2

La equitatividad (E) puede entenderse como que: tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies (Newman, 2003). Esto es, refleja la distribución de individuos entre especies (Clements y Newman, 2002). Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies. Como se aprecia en la Tabla 109, los valores son constantes para todos los estratos y los valores de equitabilidad son más bajos para el estrato arbóreo, seguidos del arbustivo y luego el herbáceo como un reflejo de la predominancia de individuos de la palma Chit con respecto a las demás especies.

Sin embargo, por la poca variación registrada entre estratos con respecto a la equidad de la flora del predio, se reconoce que no se presentan diferencias significativas entre los estratos. De acuerdo con los valores obtenidos se puede verificar que la vegetación de matorral costero presente en la superficie de cambio de uso del suelo propuesto dentro de este predio, es similar a la vegetación del matorral costero de la microcuenca Chumpon, del cual forma parte.

En cuanto a la fauna, de acuerdo con el trabajo de campo en la superficie de cambio de uso del suelo que se solicita se registraron 13 especies que representan el 1.8% y el 2.1% reconocido para la Península y el Estado, respectivamente (Pozo 2011). La reducida representación proporcional se mantiene al comparar las especies de los diferentes grupos de vertebrados terrestres registrados en el área del proyecto con respecto a la reconocida para la Península y el Estado. Si bien es cierto que en la superficie que se solicita para este proyecto existe un reducido número de especies con respecto al reconocido para toda la Península y el Estado de Quintana Roo, esto es reflejo de la

relación especie-área y del periodo de muestreo aplicado para la identificación de especies en el predio.

Los valores de diversidad obtenidos para el grupo de las aves son bastante similares en ambos casos, como un reflejo del desplazamiento de los ejemplares detectados. En el grupo de las aves para la superficie de CUSTF se obtuvo un valor H = 3.1 y para la microcuenca de 3.3, esto indica que existe mayor diversidad de especies de aves en el área que de los otros grupos de vertebrados terrestres. Toda vez que de los mamíferos solo se registran en total en ambos sitios cuatro especies y de los reptiles fueron dos especies. La equitabilidad del grupo de las aves es similar ewn amboscasos con valor de E = 0.9.

La mayoría de las especies de fauna silvestre que se registraron en ambos sitios toleran o se ven favorecidas por el desarrollo de actividades humanas debido a las condiciones de la vegetación, la cual presenta evidencias notorias de actividades antropogénicas y secuelas de eventos hidrometereológicos recurrentes en las inmediaciones de este predio.

Tabla 111. Comparativo de los índices de diversidad de Shannon-Wiener del grupo de las aves registradas para la microcuenca Chumpon, con respecto a las registradas en la superficie de cambio de uso del suelo (CUSTF) para el proyecto **"Casa Habitación Zula".**

Indices	CUSTF	MC
H=	3.1	3.3
Hmax=	3.3	3.6
Equitabilidad=	0.9	0.9
Riqueza	10	12

En el predio no existen sitios críticos que merezcan un tratamiento especial; sin embargo, el registro de la Iguana gris (*Ctenosaura similis*) que se encuentra enlistadas con la categoría: (A) especie amenazada, en la NOM-059- SEMARNAT -2010, requiere que para esta especie en particular y para el resto de la fauna silvestre en general, se apliquen medidas para evitar su captura, daño o muerte. A este respecto, será necesario implementar un Programa de Rescate y ahuyentamiento de Fauna Silvestre que forma parte de las medidas de mitigación del proyecto

Como se sustenta, dado el estado actual de los ecosistemas y considerando las políticas establecidas para la Reserva en donde se localiza el proyecto **"Casa Habitación Zula"** el proyecto cuenta con medidas de mitigación que permiten mantener la diversidad biológica local y no afecta a la biodiversidad de la microcuenca Chumpon.

Adicionalmente, el desmonte pretendido considera para su ejecución el rescate de especies de flora y fauna, protegidas y de interés biológico para su reubicación dentro de las áreas de conservación del proyecto **"Casa Habitación Zula".**

VI.3 Análisis de la captura de carbono

A continuación, se presentan los argumentos que demuestran que este proyecto cuenta con medidas de mitigación suficientes para mantener el servicio ambiental de captura y almacenamiento de carbono en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. Asimismo, a continuación, se agrega el análisis de los escenarios sin el proyecto, con proyecto y con las medidas de mitigación propuestas.

El matorral costero que se desarrolla en la barra arenosa de la Reserva de la Biosfera de Sian kaan presenta especies arbustivas y arbóreas, donde se observan individuos por lo general de 2 a 7 m de altura con presencia de especies como *Coccoloba uvifera* (uva de mar), *Thrinax radiata* (Chit), *Cocos nucifera* (coco), *Metopium bruwnei* (Chechem), *Bursera simaruba* (Chaca rojo), *Sideroxylon americanum* (Mulche) entre otras. La vegetación del matorral costero que se desarrolla en la vegetación de dunas costeras en Sian kaan contiene elementos arbóreos y arbustivos que contribuyen al mantenimiento de los servicios ambientales tales como la captura y almacenamiento de carbono.

De acuerdo con Yerena–Yamallel *et al* 2011, la concentración de carbono en las especies del matorral espinoso tamaulipeco varió de 44.25±1.52 % (*Cordia boissieri*) a 47.08±1.27 % (*Forestiera angustifolia*) y la de los componentes de todas las especies, de 48.14±0.60 % (hojas) a 42.08±0.42 % (corteza). El componente corteza de *Cordia boissieri* obtuvo el menor porcentaje de concentración de carbono (39.62±0.70 %), y las hojas de *Acacia schaffneri* el mayor (50.14±1.21 %).

Asimismo, concluyen que los valores de concentración de carbono encontrados para las especies aquí estudiadas, son menores al valor que recomienda el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre los Cambios Climáticos (IPCC, 1996), que es del 50 % aplicado a la biomasa para determinar el carbono total y que lo generaliza para todas las especies. De esta manera podría sobrestimar el carbono capturado para algunos ecosistemas; por tal motivo, se recomienda utilizar los valores adecuados según corresponda a la especie o grupos de especies. Una cifra más precisa de concentración de carbono en la biomasa aérea del matorral espinoso tamaulipeco, sería 45.4±1.32 %. Yerena–Yamallel1 José I. ; Javier Jiménez–Pérez1; Oscar A. Aguirre–Calderón1; Eduardo J. Treviño–Garza1. 2011. Concentración de carbono en la biomasa aérea del matorral espinoso tamaulipeco. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Carretera Nacional km 145, Linares, Nuevo León, C. P. 67700. MÉXICO. Correo–e:yamellel@hotmail.com

La mayoría del carbono en la vegetación se encuentra fijado en la madera de los árboles adultos (aproximadamente 90 por ciento), por lo que cualquier evento que modifique directamente a los árboles o indirectamente a sus procesos de regeneración tendrá un efecto inmediato en el tamaño del reservorio vegetal de carbono. Phillips (1997) propone los siguientes grupos de procesos como factores que afectan el reservorio vegetal de carbono: 1) extracción selectiva de plantas, 2) cambio en el uso del suelo, 3) fragmentación de las selvas, 4) invasión biológica, 5) cambio climático, 6) el cambio en la composición atmosférica y 7) cambios en la tasa de reposición de los árboles.

De estos aspectos, el cambio en el uso del suelo, la extracción selectiva de plantas, la fragmentación de las selvas y el cambio climático son las que ejercen una mayor influencia en el papel que juegan las selvas tropicales en el ciclo global del carbono.

El proceso de almacenamiento del carbono en la vegetación se inicia por la asimilación del CO2 atmosférico, por medio del proceso fotosintético (el cual se realiza en las partes verdes de las plantas), al formar carbohidratos para vivir y crecer. Los árboles en particular asimilan y almacenan grandes cantidades de carbono durante toda su vida. Los bosques del mundo capturan y conservan más carbono que cualquier otro ecosistema terrestre y participan con el 90% de flujo anual de carbono de la atmósfera y de la superficie de la tierra.

La fijación de carbono y su almacenamiento en forma de biomasa es una labor importante del metabolismo vegetal. En México, existen estimaciones sobre el potencial de captura de carbono empleando diferentes supuestos. Por ejemplo, se ha estimado de 35 a 54 millones de toneladas de carbono por año si se mantuvieran las áreas naturales protegidas durante un período de 100 años (Bellón et al. 1993). Otros han calculado la pérdida de carbono por cambio de uso del suelo en selvas bajas y medianas en 91.25 toneladas de carbono por hectárea (T C/ha) al convertirlas para la agricultura (Adger et al. 1995). Incluso se ha sugerido que 6.1 millones de hectáreas de bosques y selvas tienen un potencial de capturar entre 348.3 a 714.9 millones de toneladas de carbono (Trexler y Haugen 1995).

En Quintana Roo, se ha estimado la captura de carbono para las selvas presentes en la entidad, en una magnitud de 1'858,724 toneladas de CO2 por año (Torres y Guevara 2002). Considerando que el Estado tiene una superficie de 50,843 km2 de los cuales 67.44% es ocupada por selvas (alta y mediana subperennifolia; mediana caducifolia y subcaducifolia; baja caducifolia y subcaducifolia y baja subperennifolia) (Thomassiny y Chan 2011), es posible que se capture aproximadamente 54.20 toneladas de CO2 al año/km².

Para determinar la cantidad de carbono secuestrado en la superficie forestal de este proyecto, se realizó mediante el método IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático), (Ordoñez, 2001), que considera los siguientes supuestos:

Para la estimación de la masa vegetal que se acumula en bosques y selvas se han desarrollado diversas metodologías, las principales se basan en inventarios de árboles en pie, inventarios de la vegetación rastrera (mantillo), medición de biomasa muerta (necromasa) y medición de biomasa en raíces y suelo (Husch, 2001).

Las técnicas de estimación de la biomasa viva están basadas en estadísticas sobre la densidad de la vegetación y peso por especie. La estimación de biomasa en raíces es más compleja, ya que requiere del muestreo por especie y tipo de suelo además de no tener factores estadísticos aplicables. La estimación de carbono en suelos es la parte más difícil, ya que, dependiendo del tipo de suelo, se requiere de análisis químicos de mayor o menor sensibilidad. Las técnicas más reconocidas son muestras tubulares de suelos, calicatas o excavación (Husch, 2001).

La precisión de las estimaciones de biomasa es de crítica importancia, porque los modelos determinan la cantidad de carbono que llega a la atmósfera son muy sensibles a estas estimaciones (Brown y Lugo, 1986).

En este trabajo el cálculo del volumen total árbol (VTA) se realizó a partir del área basal de cada individuo y su altura total que se multiplica por un coeficiente mórfico de 0.5 y posteriormente por un factor adicional de 1.2 para incluir las estimaciones de ramas y puntas. Para determinar el volumen total de los árboles existentes por hectárea y en la superficie propuesta para el cambio de uso del suelo en terrenos forestales de este proyecto, se utilizaron las sumatorias de todos los individuos registrados en los sitios de muestreo considerados en cada caso.

Derivado de esto, el contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea (volumen total del árbol en m^3), se calculó por el método de IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático) como se indica a continuación:

CCC=Vr x Fd x FCC

Dónde:

CCC= Coeficiente de captura de carbono

Vr= Volumen real en m^3

Fd= Factor densidad

FCC= Factor de captura de carbono

El procedimiento general realizado para la estimación de este indicador fue el siguiente:

Cálculo del volumen total en metros cúbicos del estrato arbóreo por hectárea.

Estimación de la superficie total de aprovechamiento (ha)

Multiplicación del factor de densidad (para coníferas 0,48 y 0,60 para latifoliadas) por el volumen calculado (Ordoñez, 2001)
Multiplicación del resultado anterior por el factor de contenido de carbono 0,45 (toneladas de carbono/toneladas de materia seca) (Ordoñez, 2001).
Multiplicación del resultado de esta última estimación por la superficie total, para obtener el indicador en toneladas por hectárea.

Los valores obtenidos siguiendo el método anterior se presentan en el siguiente cuadro.

Tabla 112. Cálculo de captura de Carbono

Clasificación	Volumen Total Árbol (m^3/Ha)	Factor de densidad	Factor CO2	Captura de Carbono (t/Ha)
Latifoliadas	**17.334**	0.60	0.45	4.680

El resultado total de 4.680 toneladas es la cantidad de carbono que en promedio se ha almacenado por hectárea en la vegetación de matorral costero sobre sustrato arenoso que se desarrolla en la actualidad en el predio de este proyecto y que se pretende remover con motivo del cambio de uso de suelo.

Para la estimación del carbono orgánico (CO) almacenado en el suelo de la superficie de cambio de uso del suelo de este proyecto se utilizaron los resultados de la investigación "Gradientes de carbono por tipo de suelo y vegetación en Quintana Roo" realizada por Alamilla (2018) que reporta el contenido de CO en Kg/m^2 para los estratos: hojarasca (0.54), mantillo (0.16) y horizonte A (7.79) de los suelos tipo Arenosol con vegetación de Matorral costero. Considerando los estratos de manera individual, en cuanto a la Hojarasca el Matorral Costero (MC) es el que ocupa el primer lugar con 0.54 KgCO/m^2.

Tabla 113. Contenido de carbono orgánico para el suelo Arenosol con Matorral costero.

Estratos	*Kg/m²	Ton/Ha
Hojarasca	0.54	5.4
Mantillo	0.16	1.6
Horizonte A	7.79	77.9
Total		84.9

***Fuente:** Adaptado de Alamilla (2018)

A continuación, se presentan las estimaciones relativas a los escenarios sin el proyecto, con el proyecto y con las medidas de mitigación.

Estimación del almacenamiento de carbono en el escenario 1 sin el proyecto. - Al considerar que la superficie forestal que se pretende afectar por el cambio de uso de suelo para el presente proyecto, es decir en las 0.11082 hectáreas que se solicitan para el CUSTF, se estima que en esta superficie existen 0.519 toneladas de Carbono que se encuentra almacenado en la porción aérea de la vegetación de matorral costero de este predio. Al considerar la contribución del carbono subterráneo de 84.9 Toneladas por hectárea se estima que en el suelo de las 0.11082 hectáreas que se solicitan para el CUSTF, se estima que existen 9.409 toneladas de Carbono orgánico subterráneo.

Estimación del almacenamiento de carbono en el escenario 2 con el proyecto. - Por las dimensiones del proyecto y su influencia en la microcuenca, se considera que el impacto sobre el servicio ambiental de almacenamiento de carbono en la vegetación será puntal y mínimo, siempre y cuando las medidas de mitigación sean ejecutadas de forma correcta. Por lo que la pérdida total estimada del carbono orgánico almacenado en la superficie de cambio de uso del suelo solicitada para este proyecto incluyendo el carbono áreo y subterráneo es de 9.927 toneladas de carbono calculado para el escenario con este proyecto, pero si no se aplican las medidas de mitigación propuestas.

Estimación del almacenamiento de carbono en el escenario 3 con las medidas de mitigación. – A continuación, se presentan las medidas de mitigación propuestas que contribuyen a la mitigación del almacenamiento de carbono en las áreas afectadas por el proyecto.

a) Se mantendrán sin intervención como áreas de conservación 16,675.96 metros cuadrados con vegetación de matorral costero sobre sustrato arenoso que representa el 91.09 % de la superficie total del predio donde se continuarán los procesos naturales de desarrollo y evolución de la vegetación en condiciones naturales. Al mantener la vegetación de las áreas de conservación en una superficie de 1.667 hectáreas considerando una contribución al almacenamiento de carbono en la biomasa aérea del matorral costero de 4.680 toneladas de C por

hectárea se podría contar con un coeficiente de almacenamiento de carbono integrado al proyecto **"Casa Habitación Zula"**de 7.80 toneladas de carbono.

b) Una parte del material vegetal residual, como troncos, ramas, tocones y hojas producto del desmonte del predio, será triturado y revuelto con la tierra negra y materia orgánica del despalme para generar composta y se utilizará en las áreas de conservación del proyecto. Considerando que el Volumen Total Árbol con corteza (1.920 m^3) que se estima en la superficie solicitada de cambio de uso de suelo y considerando los arbustos y árboles desde los 3 cm de DAP en adelante que están presentes en la vegetación de matorral costero de este predio. Si se incorpora al suelo de las áreas de conservación cuando menos el 90% de los residuos vegetales retirados de la superficie de desmonte luego de ser triturados se podría mantener almacenadas 0.467 toneladas de carbono adicionales en el suelo de las áreas de conservación de este proyecto.

c) Una parte de la tierra vegetal cribada se utilizará para el llenado de las bolsas en las labores de rescate de plantas nativas, así como en las labores de mantenimiento del vivero provisional. Otra parte se utilizará en la conformación de los jardines de la vivienda y en las áreas de conservación del proyecto. De igual manera una parte del material de despalme se utilizará en las labores de nivelación y conformación de las áreas permeables del proyecto. Si se considera un volumen de desperdicio del suelo con residuos orgánicos de aproximadamente el 20 % por las limitaciones del tipo de suelo y las características propias del sustrato, se podría estimar que se mantendrá en el sustrato del proyecto hasta el 80 % del carbono orgánico subterráneo. Por lo tanto, considerando que el contenido de carbono orgánico para el suelo Arenosol con Matorral costero es de 84.9 toneladas por hectárea se puede incorporar en el suelo de las áreas permeables del proyecto aproximadamente 7.527 toneladas de carbono

d) Al ejecutar el programa de rescate y reubicación de vegetación forestal en el que se considera que el número de plantas que en total es factible rescatar en la superficie que se requiere para el cambio de uso del suelo de este proyecto es de 120 plantas nativas y/o los propágulos de cuando menos 7 especies de la vegetación de matorral costero según las estimaciones obtenidas durante la caracterización de la vegetación presente en la superficie de CUSTF de este proyecto; siendo la especie protegida Chiit (*Thrinax radiata*) a la que se le asignará el mayor esfuerzo de rescate.

Como parte de este programa de rescate de flora se pretende llevar a cabo la reforestación en las áreas de conservación de este proyecto que serán reforestadas y acondicionadas para que continúen sus procesos naturales de desarrollo.

Si consideramos que las 4.680 toneladas de carbono por hectárea almacenadas en la vegetación del matorral costero que corresponde a un rodal con una edad mayor de 50 años en una relación lineal se obtiene una tasa anual de captura de carbono de 0.0936 toneladas de carbono por año. Por lo tanto, suponiendo que se mantiene esta relación lineal en un periodo adicional de 50 años de la vida útil del proyecto **"Casa Habitación Zula"**, en las 1.667 hectáreas que comprenden las áreas de conservación de este predio se podrían capturar aproximadamente 7.80 toneladas de carbono que se acumularía en la biomasa aérea en los próximos 50 años de la vida útil del proyecto.

Asimismo, al considerar la continuidad de la contribución de la vegetación remanente en la microcuenca de este proyecto se garantiza el mantenimiento de este servicio ambiental por lo que se concluye que el proyecto no pone en riesgo este servicio ambiental.

VI.4 Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el cambio del uso de suelo se mantenga.

Wilson (1988) refiere que la biodiversidad o riqueza biológica es patrimonio de la humanidad, ya que tiene como característica su singularidad e irrepetibilidad en cada lugar, región, continente y, en última instancia, de todo el planeta. Si aceptamos que la biodiversidad es una propiedad de los seres vivos y, por tanto, algo más que el número de especies en un tiempo y lugar, hemos de plantearnos cómo medirla para averiguar cuál es el estado de los procesos ecológicos que tienen lugar y si es posible la aplicación de medidas que permitan detener y corregir los procesos de deterioro a que estén sometidas, hasta lograr la rehabilitación de las interrelaciones funcionales que permitan el derecho a un ambiente sano.

La diversidad biológica no se distribuye uniformemente a lo largo del territorio: diferentes lugares albergan diferentes especies de seres vivos, y en diferente número. Una pregunta clave es, por tanto, cómo medir la biodiversidad para así poder entender los procesos que la generan y poder conservarla de forma eficiente. La visión clásica establece que la diversidad biológica puede medirse a nivel local (diversidad alfa) o regional (diversidad gamma), y la relación entre ambas diversidades (gamma / alfa) es la diversidad beta, que refleja las diferencias entre las comunidades biológicas locales

que hay en la región. Sin embargo, estas diferencias pueden deberse a dos fenómenos que es importante diferenciar: (i) el reemplazamiento entre sitios de unas especies por otras, o (ii) la pérdida de especies de los sitios más diversos a los menos diversos. Separar estos dos componentes de la diversidad beta es clave para entender cómo se distribuye la diversidad biológica, cómo de diferentes son las comunidades biológicas y cuáles son las causas de esas diferencias.

Los conceptos de diversidad alfa, beta y gama han sido planteados por varios autores, Whittaker (1960) propuso estos conceptos, cuando menciona que: (i) el número de especies a nivel local se le llama diversidad alfa, (ii) la diversidad beta cuantifica qué tan diferentes son dos conjuntos de especies de dos localidades y (iii) propone a la diversidad gama como la diversidad de un paisaje considerada como el resultado de la combinación de dos niveles de diversidad (alfa y beta), o como el resultado de la combinación de dos niveles de diversidad (alfa y beta), o bien, es el número total de especies entre varias localidades. MacArthur (1965) denominó a la diversidad alfa como la diversidad dentro del hábitat, mientras que a la diversidad beta la definió como la diversidad entre hábitats. Cornell y Lawton (1992) formalizaron la idea de que la diversidad beta es el "enlace" entre la diversidad local y la regional.

La diversidad alfa o diversidad puntual en una primera aproximación y corresponde a un concepto claro y de fácil uso: el número de especies presentes en un lugar.

La diversidad beta mide las diferencias (el recambio) entre las especies de dos puntos, dos tipos de comunidad o dos paisajes. Estas diferencias podrán ocurrir en el espacio, cuando las mediciones se hacen en sitios distintos en un mismo tiempo, o en el tiempo, cuando las mediciones se realizan en el mismo lugar, pero en tiempos distintos. La definición de diversidad beta de Whittaker (1975) claramente se refiere a las especies como entidades taxonómicas y no a los números de especies. Cornell y Lawton (1992) formalizan la idea de que la diversidad beta es el enlace entre las diversidades local y regional, permitiendo integrar los conceptos de Whittaker a las nuevas ideas de la Macroecología. Otros autores miden la diversidad beta en términos de ganancia o pérdida de especies, y documentan la influencia de la escala espacial en las relaciones entre la diversidad puntual y la diversidad regional.

La diversidad gamma es el número de especies del conjunto de sitios o comunidades que integran un paisaje. El paisaje es un área terrestre heterogénea pero distinguible, integrada por un conjunto de ecosistemas interactuantes que se repiten de forma similar (Forman y Godron, 1986). Formar parte de un paisaje significa compartir en cierto grado las condiciones ambientales, pero, muy específicamente, tener una historia biogeográfica común. Al referir la diversidad gamma a un paisaje, la estamos asociando

con una extensión espacial y con una historia geomorfológica y evolutiva común, no simplemente con un área grande que abarque muchos sitios. A nivel de paisaje se encuentra la mayor homeostasis de las especies, ya que existe un flujo entre comunidades, entre lugares fuente y lugares receptores de metapoblaciones. A nivel de paisaje o a niveles de escala superiores es donde la extinción de especies representa una pérdida importante.

Con base en los resultados derivados de la caracterización de la vegetación de la microcuenca y la descripción de la vegetación de la superficie de cambio de uso del suelo que se solicita para este proyecto, podemos concluir que en el primer caso predomina una vegetación de selva mediana subperennifolia en proceso de recuperación (70.4 % de la microcuenca) y que presenta una superficie de vegetación de duna costera de aproximadamente 97.83 hectáreas (1.9 %), los manglares ocupan (8.0 %); mientras que la porción del predio donde se solicita el cambio de uso del suelo para este proyecto se encuentra cubierta por una vegetación de duna costera con predominancia de matorral costero en proceso de recuperación y una franja pequeña de manglar.

Por lo tanto, es importante resaltar que la vegetación que se pretende afectar para el desarrollo de este proyecto es vegetación de duna costera, por lo que no corresponde a una vegetación forestal atractiva para su aprovechamiento con fines maderables, al tomar en cuenta los parámetros de la composición de especies y la estructura de la vegetación del matorral costero descritos en los capítulos anteriores de este estudio.

En el listado florístico de la superficie de cambio de uso del suelo al interior de este predio presenta una riqueza de 12 especies de plantas vasculares, mientras que en la microcuenca se identificaron en total 22 especies de plantas. Con el objeto de demostrar que aun con el cambio de uso del suelo en terreno forestal para este proyecto la biodiversidad se mantiene en la microcuenca a continuación se compara la riqueza de especies entre los listados florísticos de la superficie de CUSTF y el listado de la microcuenca donde se ubica el proyecto. De esta forma podemos reconocer que las 12 especies de la superficie de CUSTF están registradas en la microcuenca por lo que en el caso de las especies registradas en ambos sitios es de esperar que la pérdida de la vegetación en uno de ellos está respaldada por la conservación de dichas especies en la vegetación remanente en el otro y por lo tanto la biodiversidad se mantiene.

Con el objeto de determinar si el cambio de uso del suelo que se propone compromete la biodiversidad en la microcuenca, se utilizó el análisis de similitud de Sorensen para comparar la riqueza de especies entre las especies registradas en los sitios del predio y los sitios de muestreo de la microcuenca. De esta forma podemos esperar que, si ambos sitios presentan una similitud elevada entre sí, la pérdida de la vegetación en uno de

ellos está respaldada por la conservación de la cobertura vegetal en el otro y por ende la biodiversidad se mantiene.

El Índice de Sorensen se calcula a partir de los siguientes datos:

$$QS = \frac{2C}{A+B} = \frac{2|A \cap B|}{|A|+|B|}$$

Dónde:
A: Número de especies en el sitio A
B: Número de especies en el sitio B
C: Número de especies presentes en ambos sitios, A y B

Por tanto, sustituyendo en la fórmula se tiene que el índice de similitud es:

$$QS = \frac{2\ (12)}{(12+22)} \quad X \quad 100 \quad = 0.706\ X\ 100 = 70.5$$

El análisis de similitud de Sorensen indica que la similitud de la composición florística entre la vegetación de la microcuenca y de la superficie de CUSTF considerando la riqueza de especies presentadas en los listados florísticos de ambos sitios se demuestra que comparten el 70.5% del total de las especies registradas en ambos sitios. En consecuencia, el argumento que se sostiene es que la riqueza de las especies es similar, por lo que aun cuando tenga lugar el desmonte en el área del proyecto, la representatividad específica está garantizada en el área de influencia y en la microcuenca. Sobre todo, porque no existen en el predio del proyecto especies exclusivas o restringidas.

La riqueza obtenida para los estratos arbóreo y arbustivo en los sitios de muestreo de la superficie de CUSTF y de la microcuenca son en general bajos y varian de 4 a 5 especies mientras que el índice de diversidad ambos grupos y de manera general según el método utilizado de Shannon-Wiener se considera bajo, con valores de H= 1.1 a 1.7, esto nos indica que en el área solicitada para CUSTF, se desarrolla una comunidad vegetal con predominancia de palmas con limitada riqueza de especies.

Los índices de diversidad biológica por estrato tanto en la superficie de CUSTF del proyecto como en la microcuenca son más bajos que los reportados para otras zonas con matorral costero de la península de Yucatán. Los valores de H son ligeramente

superiores en el estrato arbustivo que en el estrato arbóreo en ambois sitios. Pero el estrato herbáceo es el que presenta los valores con mayor variación entre los dos sitios.

Tabla 114. Comparativo de los índices de diversidad de Shannon-Wiener de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo de la microcuenca Chumpon, respecto a la superficie de cambio de uso del suelo (CUSTF) para el proyecto **"Casa Habitación Zula".**

Sitio	Indices	Estratos		
		Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
CUSTF	H=	1.1	1.7	1.9
	Hmax=	2.3	2.0	2.3
	Equitabilidad=	0.5	0.8	0.8
	Riqueza	5	4	5
Microcuenca	H=	1.1	1.2	1.0
	Hmax=	2.0	2.0	1.0
	Equitabilidad=	0.5	0.6	1.0
	Riqueza	4	4	2

El Índice de Valor de Importancia Relativa (VIR), el cual define el peso específico de cada especie en el carácter y estructura de un ecosistema, ha sido ampliamente utilizado en los estudios forestales; en este caso se compara el VIR de la microcuenca con el VIR del área de CUSTF de este proyecto, donde se puede observar que en ambos sitios se presenta una composición florística muy similar, ya que como se ha mencionado con anterioridad prácticamente todas las especies que se localizan en la superficie de cambio de uso de suelo se encuentran también en la microcuenca, aun y cuando no hayan aparecido en los muestreos de referencia.

En relación con los valores de importancia relativa como conclusión de la comparación de los resultados obtenidos en la superficie propuesta de CUSTF contra lo obtenido en la microcuenca, se pudo verificar que la mayoría de las especies registradas en el área de CUSTF se encuentran también dentro de la microcuenca. Asimismo, se observa que las especies con los valores de importancia relativa más altos se registraron en ambos sitios, siendo este el primer grupo. Este grupo de especies por ser abundantes y frecuentes son las que presentan menos riesgo de afectación por la remoción de la vegetación en el predio para este proyecto.

En el segundo grupo de especies se incluyen las que se registraron en la microcuenca pero que no fueron registradas en el predio, en este caso el razonamiento es que tampoco

resulten en riesgo por la remoción de la vegetación. Mientras que en el tercer grupo se incluyen las especies que se registraron en las parcelas de muestreo de la superficie de CUSTF pero que no aparecieron en los sitios de muestreo de la microcuenca. En este caso como medida preventiva ante posibles riesgos de afectación por la remoción de la vegetación se han seleccionado las especies con los valores de importancia relativa más bajos que no se encontraron en ningún estrato de la microcuenca y se propone recolectar propágulos, reproducirlas en el vivero, para posteriormente incluirlas en el programa de reforestación de las áreas verdes y permeables de este proyecto.

En el estrato arbóreo dos especies registradas en la superficie de cambio de uso del suelo no se registraron en los sitios de la microcuenca Chumpon la uva de mar y el xmuyche. En el caso del estrato arbustivo, el xmuyche se registró en la superficie de cambio de uso del suelo, pero no aparece en los sitios de la microcuenca Chumpon y en el estrato herbáceo lo mismo sucede con *Ernodea litoralis* y el jicaco. Sin embargo, al analizar la información de los listados florisiticos se reconoce que todas las especies registradas en la superficie de cambio de uso del suelo están representadas enla vegetación del matorral costero de la microcuenca Chumpon. Como parte de las medidas de mitigación se propone recolectar propágulos de estas especies y propagarlas en condiciones de vivero para su posterior reubicación en las áreas de conservación.

La eventual realización del CUSTF implica el retiro de ejemplares de flora correspondientes a especies de amplia distribución en la zona como son: (*Thrinax radiata)* Chiit, (*Metopium brownei*) Chechem, palma de coco (*Cocus nucifera*) y Uva de mar (*Coccoloba uvifera*) entre otras especies frecuentes en la vegetación del matorral cvostero de esta zona. La remoción de estas especies con amplia distribución no pone en peligro a sus poblaciones. De esta forma, la remoción de plantas de especies de amplia distribución y que son abundantes en la región, no representa un impacto grave, ni amenaza para el servicio ambiental que ofrece la biodiversidad. Por último, se observa que en los sitios de muestreo de la microcuenca y de la superficie de cambio de uso del suelo se registró una especie protegida la palma chiit.

Con respecto a la riqueza de los grupos de vertebrados, tampoco se esperan afectaciones sustanciales derivadas del cambio de uso del suelo para este terreno. En este caso los resultados del estudio de la fauna silvestre nos permiten verificar que las especies registradas en el predio son también comunes y frecuentes en la microcuenca y que su presencia se relaciona con la movilidad y desplazamiento característico de cada especie. En ambos sitios se observa que el grupo de fauna silvestre mejor representado son las

aves, resultando que la mayoría de las especies registradas son ampliamente distribuidas y frecuentemente reportadas para la región.

Los resultados del estudio de la fauna silvestre en la microcuenca nos muestran que en total se registraron 2 especies de reptiles con 6 registros, 12 especies de aves con un total de 29 registros y 3 especies de mamíferos con un total de 4 registros, resultando que la mayoría de las especies registradas son ampliamente distribuidas y frecuentemente reportadas para la región. En estos grupos de vertebrados terrestres de la microcuenca de este proyecto se registró una especie que está listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo la iguana rayada *Ctenosaura similis*, con la categoría de amenazada.

De acuerdo con los resultados de la caracterización de la fauna silvestre registrada en este predio de las 13 especies identificadas: una es del grupo de los mamiferos con 4 registros, 10 especies son aves con 24 registros y por último dos especies del grupo de los reptiles con dos registros. Por lo tanto, las aves representan el mayor número de especies y registros obtenidos durante el muestreo en este predio. De acuerdo con los resultados obtenidos, en la superficie de CUSTF de este predio solo se registró la Iguana gris (*Ctenosaura similis*) que se encuentra enlistada con la categoría: (A) especie amenazada, en la NOM-059- SEMARNAT -2010.

El escaso número de especies registradas encuentra su explicación en dos aspectos fundamentales: el estado de deterioro de la vegetación originado por las constantes actividades que se realizan en los alrededores del predio; y por la presencia humana debido a que la zona de estudio se encuentra rodeada de sitios habitados y en proceso de construcción.

Las afectaciones previstas por la remoción de la vegetación para este proyecto para el caso de las aves y los mamíferos mayores se consideran mínimas ya que al presentar hábitos de vuelo en el momento del desmonte pueden desplazarse libremente fuera de la zona dedesmonte, sin que se vean afectadas de manera directa. En el caso de los reptiles, crías y mamíferos pequeños de hábitos nocturnos, se pretende realizar labores de ahuyentamiento previo al desmonte con una cuadrilla de trabajadores para que los individuos presentes puedan desplazarse a las áreas circundantes que cuentan con vegetación nativa.

Entre las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales potenciales sobre la fauna se implementará un Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna Silvestre; el cual deberá ser realizado previo a las actividades de desmonte. Asimismo, es necesario establecer en el Reglamento de Vigilancia Ambiental las disposiciones para

evitar que los trabajadores molesten o dañen a la fauna en los sitios que se mantengan con vegetación, tanto en el predio como en sus inmediaciones.

Todo lo anterior nos permite concluir que la riqueza referente a la fauna de vertebrados terrestres se podrá mantener a largo plazo pues todas las especies registradas en el predio también se encuentran habitando en la microcuenca aun cuando no hayan sido registradas durante el trabajo de campo.

A continuación, se enumeran las medidas de mitigación propuestas para mantener la biodiversidad en el predio de este proyecto.

1. El proyecto **"Casa Habitación Zula"**, previo a las actividades de CUSTF, implementará el Programa de Rescate y Reubicación de especies de la vegetación forestal aplicando el mayor esfuerzo para el rescate de los ejemplares sanos y vigorosos de la palma chiit (*Thrinax radiata*) que se encuentren en la superficie de despalme y desmonte.

2. Al término del CUSTF del proyecto **"Casa Habitación Zula"**, se mantendrán sin intervención como áreas de conservación 16,675.96 metros cuadrados con vegetación de matorral costero sobre sustrato arenoso que representa el 91.09 % de la superficie total del predio donde se continuarán los procesos naturales de desarrollo y evolución de la vegetación en condiciones naturales.

3. Previo a las actividades de cambio de uso de suelo, se implementará un Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna, cuyo objetivo principal será minimizar los posibles impactos ambientales negativos hacia la fauna de vertebrados del predio donde se desarrollará el proyecto, con especial énfasis hacia los organismos de lento desplazamiento, crías en nidos o aquellos que ocupan hábitats muy particulares (cuevas y tronco huecos, principalmente) y especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (*Ctenosaura similis*).

4. En relación con la fauna presente en el predio, el chapeo y el desmonte se realizarán en primera instancia de manera manual y posteriormente con maquinaria pesada en un solo frente de trabajo, para favorecer que la mayor parte de la fauna se desplace libremente hacia los sitios donde no existan afectaciones.

5. Se llevarán a cabo pláticas de educación ambiental con los trabajadores de la obra. Asimismo, se contará con contenedores rotulados (basura orgánica e

inorgánica) en lugares estratégicos dentro del predio para depositar la basura generada durante las etapsde preparación del sitio y construcción. Los contenedores serán vaciados periódicamente, trasladando los desechos, en camiones recolectores autorizados.

Por lo anterior podemos concluir que con la implementación de este proyecto y sus medidas de prevención y mitigación se mantiene una parte importante de la biodiversidad en sus áreas de conservación con vegetación nativa, y sobre todo porque el proyecto no provocará afectaciones adicionales para la vegetación de la microcuenca, donde esisten fragmentos remanentes con vegetación de matorral costero similares a las encontradas en este predio y la totalidad de las especies reportadas en el predio, están presentes en otras áreas de la región y del estado, donde se tienen mejores condiciones de conservación.

VI.2 Justificación Económica

Para demostrar que el uso alternativo propuesto será más productivo a largo plazo se presentan los siguientes argumentos:

El crecimiento que ha tenido la Reserva de Sian Ka'an, hace imprescindible un desarrollo con una planeación integral estratégica, que cumpla con los requerimientos de los propietarios y posesionarios de los predios, y se encuentre acorde con los instrumentos de planeación en materia ambiental.

El proyecto denominado **"Casa Habitación Zula",** pretende la construcción de una casa unifamiliar de bajo impacto, contemplando un Desarrollo Integral, que brinda la oportunidad de convivencia con la naturaleza y el medio ambiente, capitalizando la belleza potencial en la zona y coadyuvando a la protección y conservación de los recursos naturales del área, tomando en cuenta la creación de empleos directos e indirectos y propiciando el desarrollo regional en general.

Se reconoce que la construcción de esta vivienda unifamiliar se encuentra inmersa en un ambiente con predominancia de actividades turísticas o de planificación turística por lo que en su evaluación se deben considerar:

a) Los procesos que desempeñan las relaciones principales entre los elementos sociales, económicos y ambientales del sistema como marco inicial de aplicación;
b) La incertidumbre como posibilidad traducida en un análisis de riesgo asociado a cualquier proyecto;
c) El acoplamiento que la actividad turística muestra hacia aspectos económicos y políticos de orden nacional e internacional;

d) Las estrategias de vigilancia de la operación del proyecto de modo que sea posible identificar comportamientos contingentes y resultados imprevisibles de las decisiones tomadas (Sagrado *et al*. 2010).

Ante este escenario, es evidente que el proyecto propuesto coadyuvará a revertir las condiciones socioeconómicas de una parte de la región. Con la ejecución del proyecto existirá una derrama económica como inversión para la construcción, equipamiento y operación con un monto de inversión estimado para la realización del proyecto de aproximadamente $9, 900,000.00 de pesos (Nueve millones novecientos mil pesos) siendo el costo de la construcción de un monto de $9,480,000 pesos (Nueve millones cuatro cientos ochenta mil pesos). Se han estimado en $420,000 pesos (Cuatrocientos veinte mil pesos M.N.) como gastos de las medidas de mitigación, compensación y prevención del proyecto dirigidos hacia la conservación de la vegetación en la microcuenca Chumpon. Esta inversión total se justifica por los beneficios ambientales que se mantienen en la microcuenca Chumpon, así como por que generará empleo e ingreso tanto en la Etapa de Construcción como en la Etapa de Operación de la **"Casa Habitación Zula"**.

No hay que perder de vista que la vegetación que se presenta en el predio carece de volúmenes aprovechables de madera y que por las características del tipo de vegetación que se presenta no es apta para ser aprovechada con fines comerciales, no corresponde a una selva mediana o selva alta subperennifolia o perennifolia que tuviera un uso productivo forestal a largo plazo, además si la superficie propuesta de cambio de uso de suelo se destinara al uso forestal este apenas corresponde a 0.111637 hectáreas , por lo que si se quisiera tener un uso forestal esta superficie no sería redituable.

Como se ha mencionado, de los resultados obtenidos en este estudio, la vegetación costera presente donde se pretende el cambio de uso de suelo carece de volúmenes aprovechables con fines comerciales y, aunque puede contener recursos forestales no maderables, estos no tienen el valor potencial que permita rebasar la relación beneficio-uso comparado con la derrama económica que ocasionaría realizar el proyecto. Lo mismo sucede con algunas especies consideradas como productoras de maderas promisorias (por ejemplo, *Metopium brownei*) (Forster *et al.* 2011) y de palmas (por ejemplo: *Thrinax radiata*) (Calvo-Irabién 2011), cuyo número de individuos presente en el predio representan los mayores volúmenes y que a pesar de tener usos potenciales, su valor económico es siempre menor que la inversión prevista para este proyecto.

La inversión proyectada no solo incluye el punto de vista económico desde una perspectiva social, sino también involucra los recursos financieros requeridos para que

el proyecto se desarrolle bajo los principios de protección al ambiente y se asegure el seguimiento y la evaluación para que la apropiación de los recursos naturales y del territorio, se realice con pleno respeto a la normativa vigente. Se considera que el uso del suelo propuesto por este proyecto será más productivo a largo plazo, por lo que la construcción y operación de esta vivienda es admisible.

VI.3 Justificación Social

El nivel de desarrollo y el potencial socioeconómico de los municipios, permite establecer el grado de concordancia entre ambos y las diferencias fundamentales existentes, así como, detectar situaciones problemáticas que deben considerarse para orientar el uso del territorio. La evaluación del grado de desarrollo socioeconómico considera entre otros aspectos, el índice de marginación. Por su parte, el potencial (ventajas comparativas que permiten el desarrollo), se valora a partir de índices sobre la situación geográfica, la densidad de población, el grado de preparación para participar de manera calificada en actividades productivas y la concentración sectorial de las actividades secundarias y terciarias.

Durante años, las costas del Caribe han sido un gran atractivo para los desarrollos turísticos tanto hoteleros como residenciales. A lo largo de todo el litoral del Estado de Quintana Roo se ha promovido el desarrollo que brinde beneficios a la región. Como resultado, Quintana Roo representa una de las fuentes de mayor captación de divisas en el país por turismo.

La construcción de proyectos representa por sí misma un beneficio económico que se refleja tanto en la generación de empleos como en la activación de la economía a través de la venta, renta y compra de insumos para la construcción y operación de los desarrollos. La inversión que representa la construcción del proyecto **"Casa Habitación Zula"**, forma parte importante del mantenimiento de la economía de la zona. Aun considerando que se trata de un proyecto pequeño, los beneficios son claros.

El desarrollo de la casa habitación motivo del presente estudio, no generará un ingreso económico y fuentes de empleo a largo plazo como lo es un desarrollo hotelero, sin embargo, durante las primeras etapas de desarrollo de la casa habitación el proyecto constituirá una alternativa de empleo para algunos habitantes de Tulum, e ingresos para los negocios en donde se obtenga el material necesario para la construcción y operación de la casa habitación.

El proyecto promoverá la generación de 22 empleos directos durante la construcción del proyecto, de 4 empleos directos durante la operación del mismo, y 10 empleos indirectos.

El valor de la propiedad juega un papel importante en el tipo de desarrollo que se establece en la zona costera, los proyectos habitacionales se pueden considerar de menor impacto ambiental en relación de los grandes desarrollos hoteleros en los que se requiere una mayor demanda de recursos y generación de más impactos al ambiente. Adicionalmente, el proyecto producirá obligaciones fiscales que son ingresadas a las arcas federales, estatales y municipales. Dichos ingresos se transforman posteriormente en recursos destinados a programas de desarrollo social, con lo cual se contribuye al crecimiento de la región y de la entidad.

CAPITULO VII.

MEDIDAS DE PREVENCION Y MITIGACION DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES.

VII.1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación.

A continuación, se describen las medidas de prevención o mitigación (**Tabla 115**) previstas para los impactos ambientales negativos producto de la implementación del proyecto, sobre el medio natural, conceptual y socioeconómico:

Tabla 115. Medidas de prevención o mitigación para los impactos ambientales negativos identificados.

TIPO DE MEDIDA	ETAPA			DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
	P.	C	O.	
AIRE – CALIDAD				
Prevención	**X**			La superficie desmontada deberá permanecer expuesta el menor tiempo posible, para evitar el transporte de polvos por el viento.
Prevención	**X**			Estará prohibida la quema de basura y material orgánico resultante de la limpieza, desyerbe y desmonte.
Prevención	**X**	**X**		Durante todo el proceso de cambio de uso de suelo se utilizarán lonas en los vehículos de transporte de materiales pétreos para evitar la dispersión de polvos. Así mismo, durante las actividades de trazo, relleno y nivelación, se deberá humedecer el material para reducir el incremento de polvo en el aire y evitar afectaciones a la vegetación aledaña.
Prevención	**X**	**X**		Las emisiones de los vehículos automotores y maquinaria serán vertidas directamente a la atmósfera, por lo que se utilizaran vehículos, maquinaria y equipo con el sistema de escape y silenciadores en buenas condiciones de operación, así como, adecuada afinación de los motores de combustión interna por lo que las emisiones estarán debajo de los niveles máximos permisibles establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas siguientes: NOM-041-SEMARNAT-2006 que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible; NOM-045-SEMARNAT-1996 que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo, proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible; NOM-080-SEMARNAT-1994 que establece los niveles máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores; además de ajustarse al horario permitido por la misma. Los gases resultantes serán dispersados en la atmósfera por la acción de los vientos dominantes.
Mitigación	**X**	**X**		Se deberán instalar sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 10 trabajadores. Además, se hará del conocimiento de los empleados de la obra para evitar prácticas inadecuadas de micción y defecación a ras del suelo.
SUELO Y AGUA - CALIDAD				
Mitigación	**X**			Para evitar la erosión del suelo se debe reducir el tiempo entre el desmonte y el despalme para evitar la exposición prolongada de la capa orgánica.

TIPO DE MEDIDA	ETAPA			DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
	P.	C	O.	
Mitigación	X			Una parte del material vegetal residual, como troncos, ramas, arbustos y hojas producto del desmonte del predio, será triturado y revuelto con la tierra negra del despalme para generar composta.
Mitigación		X		La modificación puntual de la topografía del sitio, requerirá de la adquisición de materias primas tales como sascab o polvo de piedra, grava o gravilla, etc., afectando el ecosistema del cual serán extraídos, por lo cual tales materias primas deberán ser adquiridas de fuentes que cuenten con los permisos de explotación correspondientes.
Prevención	X	X		Para prevenir la contaminación del suelo por hidrocarburos, se establecerán sistemas de control de derrames de combustibles y lubricantes de la maquinaria pesada, y no se deberá realizar reparaciones mayores en el área del proyecto. En el sitio donde se almacene combustible (aunque sea en mínimas cantidades), deberá estar impermeabilizada y deberá contar con los señalamientos respectivos. Los aceites, grasas y estopas una vez utilizados ("quemados"), serán depositados en recipientes especiales para ser entregados a personal autorizado para su reciclamiento o disposición final.
Prevención	X	X		Para evitar el impacto generado por la basura orgánica e inorgánica, durante la etapa de preparación del sitio se instalarán contenedores rotulados (basura orgánica e inorgánica) en lugares estratégicos dentro del predio para depositar la basura generada.
Prevención			X	En la fase de operación, se contará con un sistema mixto de tratamiento de aguas residuales, el cual consistirá en dos biodigestores (Rotoplas) con descarga a un humedal artificial sin descargas contaminantes fuera de norma al medio natural ya que se encuentra aislado con una geomembrana. Las aguas tratadas serán recirculadas para el riego de las plantas del humedal artificial.
SUELO PERMEABILIDAD Y RECARGA DEL ACUÍFERO				
Mitigación		X		El proyecto cuenta con un área construida de 299.53 m², de la cual únicamente 77.61 m² serán construidos en la planta baja incluyendo los pilotes en los que se sustenta la planta alta, por lo que se disminuye la superficie de obstáculo al libre flujo del manto freático superficial y por consiguiente la afectación en la recarga del acuífero será mínima. 
FLORA				

TIPO DE MEDIDA	ETAPA			DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
	P.	C	O.	
Prevención Compensa-cien	X			El proyecto, previo a las actividades de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, contempla la implementación de un Programa de Rescate y Reubicación de especies de la vegetación forestal con especial énfasis a las especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, con el cual se pretende rescatar, proteger y conservar 120 individuos de 7 especies de flora nativa mediante técnicas apropiadas para garantizar su permanencia. Lo anterior generará que la densidad forestal del predio se mitigue ya que las plantas viables del despalme se rescatarán y sembrarán en el área de conservación, previniendo con ello la disminución de la densidad forestal y la posible erosión del suelo. El cumplimiento con la normatividad se enmarca en los lineamientos del Programa Nacional de Remediació de la SEMARNAT 2024 – 2030. La compensación indicada en la NOM-022-SEMARNAT 2003, se realizará en el área de 682.34 m2 de vegetación del mangle del predio.
FAUNA				
Prevención	X			El proyecto, previo a las actividades de cambio de uso de suelo, cuenta con un Programa de Ahuyentamiento de Fauna, cuyo objetivo principal es minimizar los posibles impactos ambientales negativos hacia la fauna principalmente de vertebrados del predio donde se desarrollará el proyecto, con especial énfasis hacia los organismos de lento desplazamiento, crías en nidos o aquellos que ocupan hábitats muy particulares (cuevas y tronco huecos, principalmente) y especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 como el caso de la iguana rayada (*Ctenosaura similis*) enlistada con la categoría de Amenazada. En el caso de especies animales de lento desplazamiento éstas deberán ser capturadas mediante trampas (que no produzcan daño al ejemplar, solo confinamiento o inmovilización), para ser trasladadas y posteriormente liberadas en ecosistemas similares en los cuales no se vislumbre próximo un proceso de afectación.
Prevención	X	X		En relación con la fauna presente en el predio, será primordial que el desmonte se realice por etapas y en un solo frente de trabajo, con la finalidad que la mayor parte de la fauna se desplace libremente hacia los sitios donde no existan afectaciones. Lo anterior facilitará el trabajo de rescate ecológico, ya que los esfuerzos se concentrarán hacia los organismos de lento desplazamiento, crías en nidos o aquellos que ocupan hábitats muy particulares (cuevas y tronco huecos, principalmente).
Prevención	X	X		Se deberán llevar a cabo pláticas de educación ambiental con los trabajadores de la obra, en donde planteen los señalamientos de evitar molestar a las especies de fauna silvestre que puedan deambular por la zona, y su afectación por la mala disposición de los residuos sólidos. Se instalarán contenedores rotulados (basura orgánica e inorgánica) en lugares estratégicos dentro del predio para depositar la basura generada. Los contenedores serán vaciados periódicamente, trasladando los desechos, en camiones recolectores autorizados.
FAUNA – FRAGMENTACIÓN DE HÁBITATS				
Mitigación Compensa-ción	X			El proyecto pretende conservar 16,675.96 m^2 con vegetación nativa el 91.09 % de la superficie total del predio, la cual se conservará como hábitat para la fauna presente en el predio.
PAISAJE (ESTÉTICA) – CALIDAD				

TIPO DE MEDIDA	ETAPA			DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
	P.	C	O.	
Mitigación	X	X		La construcción del proyecto se deberá llevar a cabo dentro del plazo mencionado en el Programa de Obra, para recuperar el paisaje natural y limitar el transporte de polvos por el viento y la erosión.
Prevención		X		La maquinaria empleada durante el desarrollo del proyecto deberá contar con sistemas de reducción de ruido (mofles y/o silenciadores) y ajustarse al horario permitido.
Mitigación		X		El objetivo general del proyecto es desarrollar una vivienda unifamiliar de bajo impacto que brinde a sus habitantes la oportunidad de convivencia con la naturaleza y el medio ambiente. El proyecto pretende conservar el 91.09 % de la superficie total del predio, la cual se conservará como hábitat para la fauna presente en el predio. Se reforestará con un total de 260 individuos (120 individuos de rescate y 140 de viveros autorizados) de especies nativas incluyendo tanto las plantas de rescate como las plantas locales traídas de una UMA autorizada. El desarrollo del proyecto es compatible con el uso de suelo actual de la zona al ubicarse en la zona de amortiguamiento del ANP de Sian Ka'an, en la cual se permite la construcción de proyectos habitacionales de bajo impacto como el que plantea el presente proyecto.
PAISAJE (ESTÉTICA) – CONTAMINACIÓN				
Prevención	X	X		Se deberán instalar sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 10 trabajadores. Además, se hará del conocimiento de los empleados de la obra para evitar prácticas inadecuadas de micción y defecación a ras del suelo. Para evitar el impacto generado por la basura orgánica e inorgánica, durante las etapas de preparación del sitio y construcción se instalarán contenedores rotulados (basura orgánica e inorgánica) en lugares estratégicos dentro del predio para depositar la basura generada. Los contenedores serán vaciados periódicamente, trasladando los desechos, en camiones recolectores autorizados.
Prevención			X	El proyecto **"Casa Habitación Zula"** propone ser parte de la solución al problema de la generación de residuos de todo tipo al reducir la generación y al no mezclar, es decir, separar y manejar conforme a la normatividad vigente El proyecto cuenta con un programa integral de manejo de residuos. Como el proyecto consiste en una casa habitación para uso unifamiliar, se estima que la producción anual de residuos sólidos y líquidos que se genere será muy bajo y estos residuos serán trasladados fuera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka´an en bolsas plásticas resistentes y perfectamente cerradas para evitar su dispersión y posteriormente ser colocadas ya sea en centros de acopio autorizados por la autoridad competente o en el relleno sanitario.

VII.2. Impactos residuales

De acuerdo con el Reglamento de la LGEEPA en Materia del Impacto Ambiental, un impacto ambiental residual se define como aquel que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

El criterio para identificar los impactos ambientales residuales fue desarrollar un nuevo análisis de los impactos considerando un escenario del Proyecto para el cual todas las medidas de prevención y mitigación, planteadas en la **Sección VII.1**, fueron aplicadas de manera eficaz.

Los resultados de ponderación y valoración de los impactos ambientales residuales se sintetizan en la **Tabla 116**.

Tabla 116. Valoración cuantitativa de los impactos ambientales residuales para el proyecto **"Casa Habitación Zula"**, una vez implementadas las medidas de prevención y mitigación planteadas.

CODIGO	C	P	I	O	E	D	R	VALOR
AIRE – CALIDAD								
A-5	-1	1	1	1	1	1	1	-6
A-8	-1	1	1	1	1	1	1	-6
A-9	-1	1	1	1	1	1	1	-6
A-10	-1	1	1	1	1	1	1	-6
A-11	-1	1	1	1	1	1	1	-6
A-15	-1	1	1	1	1	1	1	-6
A-16	-1	1	1	1	1	1	1	-6
SUELO – CALIDAD								
SC-5	-1	1	1	2	1	3	3	-11
SC-8	-1	1	1	1	1	1	1	-6
SC-9	-1	1	1	1	1	1	1	-6
SC-10	-1	1	1	2	1	3	3	-11
SC-11	-1	1	1	2	1	3	3	-11
SC-15	-1	1	1	1	1	1	1	-6
SC-16	-1	1	1	1	1	1	1	-6
SC-17	-1	1	1	1	1	1	1	-6
SUELO – PERMEABILIDAD								
SP-12	-1	1	1	1	1	1	1	-6
SP-13	-1	1	1	1	1	1	1	-6
AGUA SUBTERRÁNEA – CALIDAD								
AC-8	-1	1	1	1	1	1	1	-6
AC-9	-1	1	1	1	1	1	1	-6
AC-15	-1	1	1	1	1	1	1	-6
AC-16	-1	1	1	1	1	1	1	-6
AC-17	-1	1	1	1	1	1	1	-6
AGUA SUBTERRÁNEA - RECARGA DEL ACUÍFERO								

CODIGO	C	P	I	O	E	D	R	VALOR
AIRE – CALIDAD								
AR-12	-1	1	1	1	1	1	1	-6
AR-13	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FLORA - DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA								
FLD-1	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FLD-5	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FLD-6	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FAUNA – DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA								
FAD-5	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FAD-8	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FAD-9	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FAD-15	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FAD-16	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FAUNA – FRAGMENTACIÓN DE HÁBITATS								
FH-5	-1	1	1	1	1	1	1	-6
PAISAJE (ESTÉTICA) – CALIDAD								
PC-5	-1	1	1	1	1	1	1	-6
PC-8	-1	1	1	1	1	1	1	-6
PC-12	-1	1	1	1	1	1	1	-6
PC-13	-1	1	1	1	1	1	1	-6
PC-15	-1	1	1	1	1	1	1	-6
PAISAJE (ESTÉTICA) – CONTAMINACIÓN								
PR-9	-1	1	1	1	1	1	1	-6
PR-16	-1	1	1	1	1	1	1	-6
PR-17	-1	1	1	1	1	1	1	-6

NOTA: Compatible: - Moderado: -

De acuerdo con la **Tabla 116,** se concluye que una vez implementadas las medidas de mitigación planteadas por el proyecto, únicamente tres impactos ambientales, fueron clasificados como Moderados (el resto de los impactos fueron compatibles), los cuales persisten después de la implementación de las medidas de prevención y/o mitigación y se describen a continuación:

- **SC-5:** La calidad del suelo en la superficie sujeta a desmonte y despalme, sufrirán afectación por la remoción de la vegetación (desmonte) y extracción y retiro de la capa fértil superficial (despalme).
- **SC-10 y SC-11:** Durante las presentes actividades se afectará el suelo por excavaciones, relleno, nivelación y compactación, es decir, modificación puntual de la topografía (relieve).

Estos impactos ambientales residuales que serán generados por el proyecto están relacionados con la modificación del entorno, remoción de la cobertura vegetal para llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Este es un escenario que ya se tiene contemplado en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an y en el Programa de Manejo de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an (zona de amortiguamiento).

VII.3. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

La inversión requerida para la implementación del proyecto será de aproximadamente $9,900,000.00 de pesos M.N.; de los cuales se contempla para las actividades preliminares y la construcción de la casa unifamiliar, una inversión de $ 9,480,000.00 pesos M.N. y el monto restante de $420,000.00 pesos M.N. se asignará a inversión en conservación de la microcuenca Chumpon. Esta inversión total se justifica por lo beneficios en conservación, calidad de la vida, y generación de empleo e ingresos que generará este proyecto, debido a la construcción de la **"Casa Habitación Zula".**

Por lo tanto, a continuación, se establece la propuesta de una fianza de cumplimiento menor al 10% del monto total de inversión del proyecto que fue estimada en función del monto total requerido para la ejecución de las medidas de prevención y mitigación más los costos de restauración.

Los costos de referencia para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento por concepto de compensación ambiental por Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales para un ecosistema tropical son de 44,382.98 (cuarenta y cuatro mil trescientos ochenta y dos pesos 98/100 M.N.) DOF: 08/03/2023.

Además, los costos para la implementación de las actividades para el manejo ambiental integral que incluye la ejecución de las medidas de mitigación y prevención de los impactos ambientales que potencialmente generará el proyecto y su supervisión se dividen de la siguiente manera.

La implementación del manejo ambiental del proyecto propuesto representa la garantía de la atención y mitigación adecuada de los impactos ambientales esperados por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto, y permitirá la identificación oportuna en caso de que se presente algún incumplimiento.

Se propone realizar el rescate de plantas silvestres de las áreas de construcción, la reforestación de las áreas de conservación y jardines con plantas nativas típicas del matorral costero, el ahuyentamiento y en su caso rescate de la fauna silvestre durante

el desmonte, así como la recolecta y disposición de los residuos que se generen durante las distintas etapas del proyecto.

Si se respetan las restricciones de construcción previstas, se puede garantizar la persistencia de agrupaciones de plantas representativos de este predio en las áreas de conservación, aun cuando se implemente este proyecto, siempre y cuando se dé cabal cumplimiento al programa de trabajo, a las medidas de mitigación propuestas y a los criterios y parámetros establecidos en los instrumentos de planeación vigentes

Por lo tanto, se estima que la ejecución de las actividades para el manejo ambiental adecuado para este proyecto tiene un costo total de inversión de $ 420,000.00 pesos (Cuatrocientos veinte mil pesos 00/100 M.N.) para la ejecución de las labores contempladas como medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales a través del rescate de flora, rescate y reubicación de fauna, reforestación con plantas nativas y provenientes de una UMA autorizada, limpieza, educación ambiental, y manejo de residuos sólidos durante las etapas de Preparación, Construcción y Operación del proyecto.

VII.4. Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el cambio de uso de suelo (VER ANEXOS)-

Por su relación directa con el Cambio de Uso de Suelo en terrenos Forestales, y debido a que el promovente tiene la intención de mitigar los impactos causados por el retiro de la cobertura vegetal mediante acciones de rescate y para dar cumplimiento a la normatividad ambiental vigente se desarrolla aquí el Programa de Rescate y Reubicación de Especies de la Vegetación forestal.
El objetivo es determinar el número de individuos por especie susceptibles de ser rescatados y reubicados en las áreas de conservación del proyecto, así como especificar las técnicas y los cuidados adecuados que deberán aplicarse para lograr la mayor eficiencia del programa.
El rescate de plantas silvestres consiste en el trasplante exitoso de individuos elegidos por su importancia ecológica y económica de las áreas de construcción para reubicarlos en otros sitios con condiciones que resulten favorables para su recuperación y posterior restablecimiento. Estas plantas sanas y vigorosas se seleccionan entre las poblaciones vegetales que se desarrollan en terrenos forestales destinados a un cambio de uso del suelo, como medida de mitigación en los proyectos de inversión.

Como medida de mitigación a los impactos generados por la remoción de la vegetación (desmonte) de este predio se contempla la implementación del presente Programa de

Rescate y Reubicación de Especies de la Vegetación Forestal, el cual consiste de manera general en el rescate de plantas silvestres elegidas por su importancia ecológica y económica de las áreas de construcción para reubicarlos en un vivero temporal con condiciones que resulten favorables para su recuperación y posterior reubicación en las áreas verdes del proyecto.

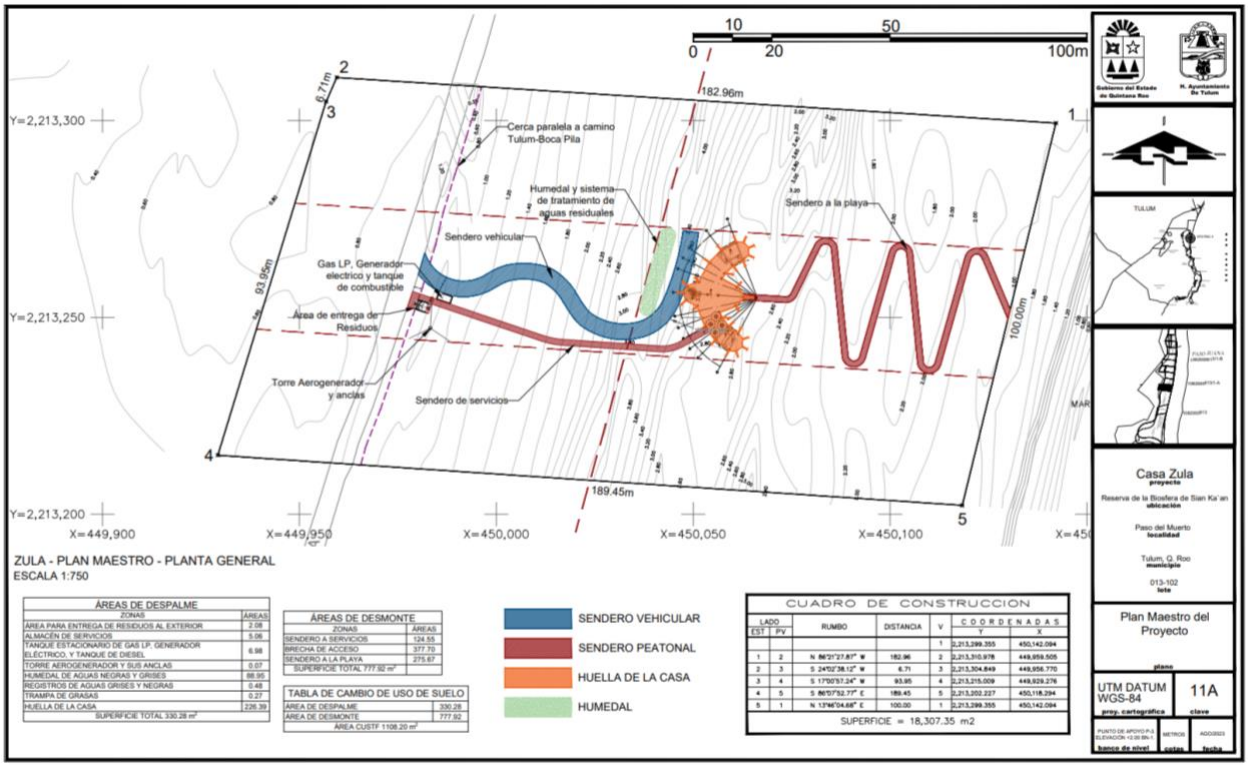

Figura 49. Mapa de ubicación del predio y áreas donde se pretende desarrollar el proyecto **"Casa Habitación Zula"** y sus medidas de mitigación.

Objetivo General

Diseñar un programa de rescate de los ejemplares sanos y vigorosos de la vegetación forestal para su posterior reubicación dentro de las áreas de conservación de este proyecto, a través de métodos estandarizados de colecta, extracción, recuperación y restablecimiento con la finalidad de asegurar la sobrevivencia del 80% de las plantas rescatadas en la superficie de desmonte.

Objetivos particulares

- Prevenir y mitigar los impactos ambientales generados por el desmonte de la vegetación forestal de las áreas de despalme.
- Rescatar 120 ejemplares sanos y vigorosos de especies vegetales de importancia ecológica y económica de las áreas de desmonte para reubicarlos en sitios con condiciones que resulten favorables para su recuperación y posterior restablecimiento.
- Acondicionamiento de un vivero provisional a fin de poder salvaguardar las plantas rescatadas y de mantenerlas en óptimas condiciones, para después de su recuperación reubicarlas en las áreas de conservación propuestas en el proyecto.
- Asegurar al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las plantas rescatadas y de interés del presente programa de rescate y reubicación.

Las especies propuestas para que se rescaten en la superficie que se pretende desmontar en este proyecto, se presentan en el cuadro siguiente. Estas especies se seleccionaron a partir del listado de plantas identificadas dentro de la superficie de CUSTF que se solicita para este proyecto, durante la caracterización de la vegetación. Los criterios que se utilizaron para seleccionarlas son: especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, especies con importancia ecológica, especies con importancia económica (ornamentales, comestibles, forrajeras, maderables), especies resistentes al trasplante y especies útiles para la reforestación de las áreas de conservación con ejemplares sanos y vigorosos que se encuentren en la superficie de desmonte.

Por lo tanto, con base en las características y condiciones de la vegetación presente se considera que el número de plantas que en total es factible rescatar en las 0.11082 hectáreas que requieren cambio de uso del suelo para este proyecto es de 120 plantas sanas y vigorosas con capacidad para soportar el trasplante de cuando menos 7 especies de la vegetación del matorral costero según las estimaciones obtenidas durante la caracterización de la vegetación presente en la superficie de CUSTF de este proyecto; siendo la especie protegida la palma chiit a la que se le asigna el mayor esfuerzo de rescate.

Tabla 117. Listado de las especies propuestas para su rescate y reubicación dentro de las áreas de conservación del proyecto **"Casa Habitación Zula"**.

Nombre científico	Nombre común	Individuos
Thrinax radiata	Chiit	70
Sesuvium portulacastrum	Xukul	10
Hymenocallis littoralis	Lirio de mar	10
Cordia sebestena	Siricote de playa	10
Coccoloba uvifera	Uva de mar	10
Cocos nucifera	Cocotero	5
Chrysobalanus icaco	Jicaco	5
TOTAL		120

Se pretende que cuando menos el 10 % de las plantas rescatadas sean plantas de talla grande (mayores de 3 metros de altura), el 20 % deberá corresponder a plantas de talla mediana (mayores de un metro y menores de 3 metros de altura) y el porcentaje restante deberán ser plantas de talla chica (menores de un metro de altura).

El trasplante de las plantas recuperadas al lugar definitivo solo se realizará después que presenten evidencias de crecimiento y hasta que la construcción de la vivienda se encuentre en una etapa de acabados. Para el traslado de las plantas rescatadas desde el vivero provisional hasta el lugar donde se pretende realizar la reforestación se realizará con carretillas. Después de definir la ubicación de cada planta se abren las cepas de acuerdo con el tamaño de cada planta. Se retira la bolsa o el recipiente que la contiene y se depositan en el centro de la cepa, se rellena la cepa con tierra fértil, se apisona alrededor de la planta y se aplica un riego abundante.

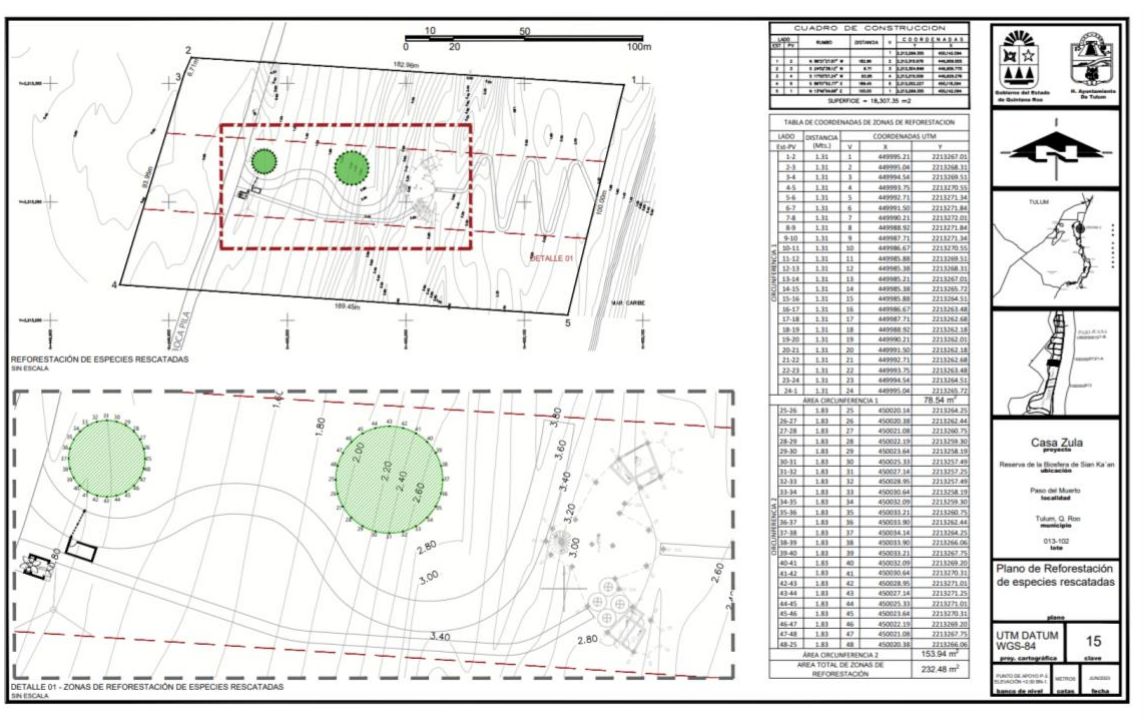

Figura 50. Distribución espacial de las áreas de reforestación donde se pretende reubicar las plantas rescatadas dentro del predio de proyecto **"Casa Habitación Zula"**.

Por tratarse de áreas de conservación permeables, las plantas se distribuirán de manera tal que logre la conformación de agrupaciones de plantas que resulten atractivas y funcionales en cada caso por lo que el espaciamiento podrá variar, pero siempre procurando mantener la densidad mínima recomendada. Se recomienda una densidad de plantación estándar de cuando menos 1,200 plantas por hectárea. En el entendido que la distribución espacial de dichas plantas se ajustará a las necesidades de diseño de las áreas de conservación y los requerimientos de cada especie en partiucular de tal manera que se logren agrupaciones de plantas funcionales y atractivas. Las plantas rescatadas de la superficie de desmonte y las plantas nativas que se adquieran de viveros locales autorizados para producir plantas nativas serán reubicadas como bien se señala dentro de las áreas de conservación del proyecto señaladas con anterioridad.

El rescate de las plantas de tallas chica y mediana se realizará por el método de banqueo y extracción inmediata. Para aplicarlo primero se identificarán y marcarán las plantas que se encuentran dentro de las áreas de aprovechamiento y construcción. Luego con la ayuda de un machete o una tijera para podar se cortan las raíces en un círculo de aproximadamente 15 cm alrededor del tallo y se procura extraer la planta con el

cepellón. Para proteger el sistema radicular, el cepellón se cubrirá con yute y una vez amarrado se trasladarán las plantas al centro de a copio. En el caso de las plantas que se extraigan a raíz desnuda se cubrirán con papel periódico humedecido para trasladarlas al centro de acopio.

En los casos de las plantas de fácil reproducción se recolectarán los propágulos viables para luego ponerlos en las condiciones apropiadas para su germinación y enraíce, según sea el caso, se podrán colectar semillas, estacas, esquejes o acodos que permitan obtener el número de plantas de cada una de las especies propuestas.

Las plantas rescatadas y los propágulos embolsados se mantendrán en el vivero temporal hasta que presenten evidencias de su recuperación. Se considera que las plantas han iniciado su recuperación cuando el sistema radicular restablece su funcionamiento normal, en este periodo se aprecia el crecimiento de nuevas raíces, hojas y rebrotes y los síntomas que se generan por el efecto del estrés causado durante el trasplante desaparecen.

Durante la recepción de las plantas rescatadas en el vivero se incluyen en el inventario general de plantas. Durante los primeros días estas plantas se mantienen en el área con sombreadero en donde se les proporcionan cuidados intensivos tendientes a eliminar los síntomas de marchitamiento, deshidratación, amarillamiento, secado y/o caída de hojas que presenten. Uno de los primeros cuidados que se les deben proporcionar a estas plantas, luego de acomodarlas en su lugar bajo el sombreadero, es apisonar y rellenar la tierra de las bolsas, para posteriormente proporcionarles un riego abundante con la finalidad de evitar la formación de burbujas de aire entre el sistema radicular que puede ser inducido por la manipulación que se tuvo durante el traslado desde el centro de acopio.

Medidas para lograr la sobrevivencia de las plantas reubicadas. - Es particularmente importante tener un control estricto del riego de estas plantas mientras se encuentran en las primeras etapas de su recuperación, el exceso de agua puede provocar pudriciones en el sistema radicular y el desarrollo de hongos en el cuello del tallo; mientras que, la falta de agua aún en periodos muy cortos o en secciones específicas del sistema radicular contribuye a la deshidratación de las plantas. Se aplicarán riegos abundantes y espaciados cuando los recipientes y el sustrato tienen buen drenaje, en vez de riegos someros y frecuentes.

Las plantas en recuperación deben permanecer en el sombreadero el menor tiempo posible. Cuando se reacomodan las plantas embolsadas en condiciones de luz solar directa se presentan cambios en el comportamiento de las plantas y se debe tener especial cuidado en ajustar el suministro del agua de riego. Puede ser conveniente también el uso de sombreaderos temporales para inducir una adaptación paulatina de las plantas a estas nuevas condiciones.

Una vez que las plantas se han recuperado, si tienen que permanecer en el vivero, las labores de mantenimiento se les proporcionan de manera similar a las plantas cultivadas. La poda de raíces que salen de las bolsas, las podas de formación y las podas sanitarias son labores frecuentes en esta etapa.

Para facilitar la readaptación de las plantas que se han recuperado a las condiciones del sitio en el cual se van a restablecer es necesario realizar cambios graduales en la intensidad de iluminación y en el suministro de agua. Por tratarse de plantas silvestres es necesario considerar que son más sensibles a la manipulación que las plantas cultivadas.

Las labores de trasplante y reubicación del presente programa se plantean para ser ejecutadas durante el tiempo que se lleve a cabo la etapa de construcción de la casa y el inicio de su operación, las plantas solo serán mantenidas en el vivero por un periodo de tiempo antes de ser reubicadas en las áreas verdes propuesta por el proyecto. En el cuadro siguiente se presenta el cronograma de actividades que contemplan el rescate y reubicación de vegetación de interés del presente programa, así como, las acciones que aseguren el 80% de supervivencia de las plantas rescatadas.

En el marco de este programa se contempla la instalación de señalamientos ambientales que consistirán en carteles donde se presenta de manera clara las zonas de reforestación, así como, de concientización a la población para cuidar de dichas áreas.



Figura 51. Señalización ambiental para la identificación de las áreas de reforestación, así como, de concientización a la población en general.

Tabla 118. Programa de actividades para el rescate y reubicación de las plantas nativas.

Actividades para el rescate y reubicación de las plantas nativas	AÑOS		
	1	2	3
Verificación de áreas de desmonte	X		
Acondicionamiento de vivero	X		
Cribado de tierra y preparación del sustrato	X		
Extracción y embolsado de plantas	X		
Cuidados intensivos a plantas rescatadas	X		
Reforestación y cuidados a las plantas nativas en las áreas de conservación.	X	X	X
Mantenimiento, seguimiento y bitácoras	X	X	X
Monitoreo		X	X

Se espera que derivado del rescate de flora nativa en la superficie de CUSTF del proyecto, dichos ejemplares una vez que se recuperen y restablezcan su crecimiento serán trasplantados en las áreas de conservación de este proyecto, es decir, en áreas semejantes y con condiciones ambientales similares a donde se realizarán los trabajos de desmonte, por lo que se considera que con el auxilio de un sistema de riego se podrán obtener altos porcentajes de sobrevivencia entre las plantas que se hayan incorporado a las áreas de conservación donde existan condiciones ambientales similares a las actuales.

Se procurará la sobrevivencia de los individuos de cada especie siendo esta del 80% durante los primeros meses del trasplante hasta lograr su adaptación al nuevo hábitat, asegurándose así a largo plazo la conservación de las plantas nativas dentro del predio del proyecto y sin que afecten o interfieran con el funcionamiento de la vivienda.

Este programa constituye un conjunto de procedimientos prácticos y acciones de rescate y reubicación de ejemplares selectos de la vegetación nativa que se implementan para prevenir, minimizar y mitigar los impactos ambientales negativos que se generan por las obras y actividades en el proyecto **"Casa Habitación Zula"**.

Programa de rescate y ahuyentamiento de fauna.

El reconocimiento de la fauna realizado en el sitio del proyecto y el análisis de los resultados permite establecer los pasos fundamentales a seguir para realizar el rescate ecológico de la fauna o su ahuyentamiento, cuyo objetivo es contribuir a minimizar los posibles impactos ambientales negativos hacia la fauna de vertebrados del predio donde se desarrollará el proyecto.
Como parte de dichos estudios, en este documento se presenta una descripción de la fauna silvestre y los grupos de vertebrados predominantes en el terreno y los procedimientos para llevar a cabo el rescate y ahuyentamiento de la fauna silvestre como medida de mitigación a los impactos previstos para el proyecto denominado **"Casa Habitación Zula"**, en el predio rústico denominado "Paso de Juana" ubicado al norte del Canal de Boca Paila, Municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo, dentro de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an

En este estudio se presenta el Programa de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna Silvestre como parte de las medidas de prevención y mitigación propuestas por el promovente para minimizar los posibles impactos hacia la fauna asociada al sitio; y que contempla las labores y acciones orientadas a la protección y conservación de los individuos de fauna silvestre presentes en el área de aprovechamiento proyectada. El programa tiene como objeto asegurar la integridad física de la fauna silvestre que ocupa las áreas donde se pretenden establecer las obras de esta vivienda.

Para alcanzar tal fin se plantean dos alternativas de protección y rescate. La primera consiste en realizar acciones que promuevan el desplazamiento de la fauna, en este caso, se ahuyentarán hacia los lotes adyacentes al predio, en donde existe vegetación. Esta alternativa se considera idónea debido a que se evita la manipulación de los individuos y se reduce el riesgo de que se lastimen en su intento por huir o liberarse.
La segunda alternativa consiste en el rescate mediante la captura de los individuos, lo cual involucra la contención temporal, traslado y reubicación. Esta alternativa sólo se utilizará en casos extremos, es decir, siempre y cuando no se obtengan los resultados deseados al aplicar la primera opción, ya que la captura y/o manipulación de la fauna

les provoca estrés, lo cual modifica su conducta, y es en este estado en el cual corren el riesgo de agredirse.

Con base en lo anterior, esta actividad debe realizarse antes que se lleve a cabo el desmonte de las superficies contempladas en la etapa de preparación del terreno, por conducto de personal especializado y con experiencia comprobable.

Es primordial que el desmonte se realice por etapas y en un solo frente de trabajo, con la finalidad que la mayor parte de la fauna se desplace libremente hacia los sitios donde no existan afectaciones. Lo anterior facilita el trabajo de rescate ecológico, ya que los esfuerzos se concentran hacia los organismos de lento desplazamiento, crías en nidos o aquellos que ocupan hábitats muy particulares (cuevas y tronco huecos, principalmente).

Objetivo del programa

Con base en lo anterior, se elaboró el presente estudio con los siguientes objetivos:

- Realizar el reconocimiento de la fauna de vertebrados terrestres para determinar la diversidad de especies.
- Identificar mediante criterios legales, ecológicos y técnicos, aquellas especies susceptibles de ser rescatadas al interior del predio.
- Contribuir a la mitigación de los impactos adversos que habrá de producir el desmonte y despalme producto del cambio de uso de suelo, sobre la fauna que habita el predio.
- Llevar a cabo el rescate de fauna silvestre, con especial énfasis la enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Cumplir con la Ley General de Vida Silvestre y la normatividad aplicable a la protección de la fauna silvestre.
- Establecer los procedimientos para realizar la captura, manejo, traslado y reubicación de las especies registradas en el predio en estudio.

Contratación de personal capacitado. - La captura de fauna silvestre requiere emplear personal capacitado en la captura y manipulación de fauna silvestre, por lo que el personal que intervenga en esta actividad deberá demostrar que cuenta con la suficiente experiencia de trabajos de este tipo en la zona.

Delimitación de áreas de rescate. - Para la identificación y selección de los sitios donde se llevará a cabo el rescate de fauna silvestre, se utilizará un plano con la ubicación de las áreas de desmonte; destacándose los sitios que de manera cronológica se van a desmontar. Mediante esta acción se programarán con el encargado del desmonte los recorridos en los que se tratará de identificar las madrigueras en las que se encuentren las especies de fauna silvestre.

Captura de ejemplares empleando técnicas de acuerdo con el grupo taxonómico. - Para el registro de la fauna presente en el área de estudio, el trabajo se dividió en dos fases:

Una fase de trabajo de gabinete que consistió en la revisión bibliográfica sobre estudios realizados en la zona a fin de contar con un listado lo más completo posible. Y una segunda fase correspondiente al trabajo de campo en el cual la metodología empleada para el reconocimiento de los vertebrados terrestres se fundamentó en los trabajos de Acosta-Aburto (2001), Aranda-Sánchez (1981), Day et al. (1980), Gaviño et al. (1979), Manzanilla y Péefaur (2000), donde se indican formas de captura, observación y análisis de información sobre vertebrados terrestres. En la corroboración de los individuos se recurrió a listados y guías especializadas, particularmente en los trabajos de Berlanga (1993), Campbell (1999), Howell and Webb (1995), Lee (1996), Mackinnon (1986), Peterson and Chalif (1993), López-Ornat (1990), NGS (1995) y Navarro et al. (1990).

El reconocimiento de la fauna de vertebrados terrestres se realizó a partir de observaciones directas e indirectas. En todos los casos, las observaciones y registros se realizaron en transectos dentro del predio que se compararon con transectos ubicados fuera del predio; con la finalidad de comparar los resultados entre ambos sitios. Con base en las técnicas descritas anteriormente, se elaboró el listado de la fauna del predio y en sus inmediaciones. Las técnicas específicas empleadas para la identificación de las especies por grupo de fauna (reptiles, aves y mamíferos) se describen a continuación.

Reptiles. - La localización de los reptiles será mediante la técnica de búsqueda intensiva en oquedades del suelo, troncos y hojarasca; realizando la actividad con mucha precaución para evitar incidentes desagradables por el encuentro con ejemplares venenosos. Para este grupo de organismos se utilizarán diferentes tipos de ganchos que eviten daños al organismo y accidentes a las personas encargadas de la captura.

La captura de las lagartijas y similares puede ser en forma manual o con la ayuda de un lazo con nudo corredizo adosado a un tubo de aluminio o PVC. En su extremo distal se coloca el nudo corredizo y al ser localizado el individuo se procede a acomodar el asa

del nudo en la base del cuello o algún miembro, para posteriormente jalar con cuidado hasta que se cierre el nudo y sea capturado el organismo.

En este proceso se debe tener particular cuidado en evitar la asfixia del individuo o dislocaciones del miembro atrapado. Otra técnica utilizada, pero que requiere de habilidad, es el uso de ligas que se disparan hacia el animal, cuidando que no sea con fuerza excesiva de tal manera que éste pueda resultar lastimado, con el propósito de aturdirlo momentáneamente y poder agarrarlo antes de que se recupere. Independientemente de la técnica de captura empleada, la manipulación del individuo para proceder a depositarlo en el interior de la bolsa de tela consiste en sujetarlo por el cuello con los dedos índice y medio, y posteriormente inmovilizarlo por el cuello con los dedos pulgar e índice, nunca por la cola ya que es desprendible.

Realizado lo anterior, se procede a introducir al organismo en la bolsa de tela y se cierra con el cordel de la jareta y, como en el caso de los anfibios, no se deben exponer directamente al sol o temperaturas que rebasen 25ºC.

En el caso de víboras y serpientes es indispensable utilizar guantes de carnaza gruesos y ganchos herpetológicos para evitar accidentes. El primer paso consiste en asegurar que existe espacio libre de obstáculos para realizar la captura que consiste en levantar con cuidado la serpiente, evitando movimientos bruscos, para favorecer que se enrosque en la punta del gancho.

Realizado lo anterior, se procede a depositarla con suavidad en el interior de la bolsa de lona gruesa que debe estar en el suelo. Una vez en su interior, con la ayuda del gancho se levanta la boca de la bolsa y se cierra con mucho cuidado y se asegura firmemente con el cordel de la jareta. En el caso que la víbora o serpiente se muestre reacia a ser capturada por el procedimiento anterior, será necesario utilizar las pinzas herpetológicas para sujetar por debajo de su cabeza mediante una presión suave pero firme. Es común que la serpiente o víbora intente escapar y realice movimientos violentos, por lo que debe estar sujetada firmemente hasta que se introduce en la bolsa de lona gruesa.

Para lo anterior, en primer lugar, se introduce el cuerpo del individuo y se suelta la mano que sostiene el cuerpo para proceder con el resto del cuerpo. Una vez que el individuo se encuentra en el interior de la bolsa de lona, por el exterior se sujeta firmemente la cabeza de la víbora o serpiente para permitir soltar la mano que se encuentra en el interior y una vez fuera cerrar el costal con la ayuda de un cordel corredizo.

En caso de especies venenosas se requiere utilizar cubetas de plástico con tapa y perforaciones para permitir la ventilación. En este caso el procedimiento es similar y se debe asegurar que la tapa cierra firmemente para evitar la fuga que puede provocar un accidente.

Una vez que el individuo se encuentre en la bolsa de lona o cubeta, deberá etiquetarse indicando la especie y colocando además una cinta de color rojo en caso de que la especie sea venenosa. La transportación de víboras y serpientes debe realizarse con toda precaución y es necesario introducir los sacos de lona con los individuos capturados en cubetas de plástico con la tapa perforada para permitir la ventilación. Las cubetas deben mantenerse a la sombra y evitar su exposición a la luz solar directa o en sitios con temperaturas superiores a 25ªC.

Aves. - Este grupo de organismos tiene una amplia movilidad, de tal manera que no se requiere realizar su captura para trasladarlas a otro sitio. Sin embargo, es necesario realizar las siguientes actividades para el caso que se observen nidos con huevos o polluelos.

A partir de los recorridos realizados, se debe obtener evidencia de nidos ocupados por aves tanto en el follaje como troncos de los árboles. Una vez localizados los nidos y con la seguridad de que tienen huevos o polluelos, se marcarán los árboles y se establecerá una zona de seguridad en un radio de 10 m a su alrededor donde no podrá ser desmontada la vegetación hasta que los juveniles abandonen por sí mismos el nido.

En caso de que sea estrictamente necesario realizar el desmonte, se procederá a cortar cuidadosamente la rama o tronco con el nido y, en presencia de los padres, reubicarlos en un sitio alejado al menos 20 m del área de desmonte más próxima.

Realizado lo anterior, se mantendrá una vigilancia permanente hasta asegurar que los padres continúan con la atención de las crías y en un lapso que no rebase 6 horas. En caso de que no se realice el cuidado parental, será necesario recuperar los huevos y crías y proceder a un manejo especial para que reciban los cuidados necesarios hasta que sean capaces de valerse por sí mismos.

Mamíferos. - Este grupo de vertebrados presenta una amplia movilidad y una marcada conducta de cuidado parental, por lo que se estima que no será necesario realizar acciones específicas para su captura; ya que los padres generalmente transportan a sus crías a una nueva madriguera cuando perciben que existe peligro hacia ellas.

Sin embargo, no se excluye la posibilidad que algunas crías puedan ser capturadas y, siendo este el caso, deberán ser colocadas en jaulas acordes al tamaño del individuo y trasladados al sitio de acopio temporal donde se les proveerá de agua y alimento de acuerdo a sus requerimientos dietéticos, manteniéndolas los más aisladas posibles para evitar que se asusten y lastimen. Estos individuos a la brevedad deben ser trasladados a un sitio donde alcancen su desarrollo y puedan valerse por sí mismos; evitando a toda costa que personal de la obra los adopte como mascotas.

En el caso particular de que se detecten quirópteros que habitan oquedades en tronco y suelo, serán desalojados a través de un ahuyentamiento directo o con la ayuda de un sahumador utilizado en apicultura. En el primer caso y si la oquedad es suficientemente amplia, el personal encargado del rescate se introducirá en el sitio y obligará a que lo abandonen.

En el caso que la oquedad sea pequeña y no pueda realizarse el ahuyentamiento en la forma antes descrita, se utilizará un ahumador para que el humo obligue al abandono del refugio. Una vez que los quirópteros desalojen el sitio, las entradas deberán ser cerradas con ramas y troncos a fin de evitar al máximo que los individuos vuelvan a ingresar.

Acciones de protección tendiente a ahuyentar a la fauna. - Esta técnica consiste en la no manipulación a la fauna silvestre, por lo que se propone alejar a los individuos que se localicen dentro del área de desplante del proyecto, evitando en todo momento la contención o contacto directo con ellos. Para ello se plantea hacer recorridos a lo ancho de dichas áreas en zig-zag, con dirección Este y Oeste y viceversa, con la finalidad de dirigir el desplazamiento hacia las áreas colindantes.

Los recorridos por el predio se realizarán durante dos días y en dos turnos cada día, por la mañana y por la tarde, para ahuyentar al mayor número de especies como sea posible; debido a las dimensiones del predio, la actividad podrá realizarse con una o dos personas. Cada persona portará una vara de 2 a 3 m de longitud durante el recorrido, la vara puede ser de madera u otro material duro. La persona, durante el recorrido se desplazará haciendo movimientos semicirculares (con una amplitud de 180º) con la vara de tal manera que antes de su paso mueva la vegetación a nivel de piso.

Esto provocará la huida de la fauna, pues ante la presencia o actividad humana los mismos individuos se desplazan inmediatamente a las áreas más seguras. Esta acción también servirá para prevenir a la persona de la presencia de algún animal riesgoso como víboras. Pese a que no se registró evidencia de la presencia de estos animales, es mejor tomar precauciones.

Esta técnica aplicaría a todos los grupos faunísticos e involucra a todos los individuos que pudieran estar presentes en el predio, tanto de las especies que fueron registradas en el predio como aquellas que, pese a que no se avistaron durante el trabajo de campo, puedan ocupar el predio.

Para el manejo de los individuos rescatados se deberán aplicar los procedimientos descritos para cada grupo de vertebrados, brindando siempre la alimentación y cuidados necesarios mientras dure su confinamiento temporal antes de su reubicación.

Liberación de áreas para desmonte. - Una vez realizadas las acciones de rescate ecológico se procederá a la liberación de las áreas para realizar el desmonte, anotando en bitácora los resultados obtenidos de las acciones de rescate ecológico y elaborando una memoria fotográfica. Dicha bitácora y memoria fotográfica permanecerá en obra y deberán ser mostradas a las autoridades ambientales debidamente acreditadas que así lo soliciten.

Especies susceptibles de rescate ecológico o ahuyentamiento en el predio. - De acuerdo con la caracterización de fauna en la zona del proyecto, las especies susceptibles de rescate ecológico o ahuyentamiento en el sitio del proyecto corresponden a las especies que se registraron en campo, con especial atención a las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, se pondrá especial atención en cualquier ejemplar de fauna protegida presente.

Los resultados obtenidos del levantamiento de la fauna silvestre en la superficie de cambio de uso del suelo que se solicita se presentan en el siguiente cuadro.

De acuerdo con los resultados de la fauna silvestre registrada en este predio de las 13 especies identificadas: una es del grupo de los mamiferos, 10 especies son aves con 29 registros y dos especies del grupo de los reptiles. Por lo tanto, las aves presentan la mayoría de los registros obtenidos durante el muestreo en este predio. De acuerdo con los resultados obtenidos, en el predio habita la Iguana gris (*Ctenosaura similis*) que cuenta con el estatus de especie amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 119. Concentrado de las especies de fauna identificadas en campo**.**

Nombre científico	Nombre común	Registros	Abundancia	
			%	Categoría
AVES				
Columbina passerina	Tortolita	2	40	Frecuente
Cyanocorax yncas	Chara verde	1	20	Escasa
Cyanocorax yucatanicus	Chara Yucateca	2	40	Frecuente
Dives dives	Tordo cantor	1	20	Escasa
Icterus cucullatus	Bolsero	2	40	Frecuente
Melanerpes aurifrons	Carpintero	1	20	Escasa
Mimus gilvus	Cenzontle	4	80	Común
Ortalis vetula	Chachalaca	5	100	Abundante
Pitangus sulfuratus	Luis bienteveo	3	60	Frecuente
Quiscalus mexicanus	Zanate	3	60	Frecuente
MAMIFEROS				
Nasua nasua	Tejón	4	80	Común
REPTILES				
Anolis sp.	Lagartija	1	20	Frecuente
Ctenosaura similis	Iguana negra	1	20	Frecuente

Por lo tanto, de acuerdo con los resultados obtenidos de la fauna de vertebrados terrestres que se registraron en el predio donde se realizará el desarrollo habitacional se establecen las siguientes conclusiones:

1. Debido a la condición de la vegetación del predio, la mayoría de las especies de fauna que se registraron en el predio toleran o se ven favorecidas por el desarrollo de actividades humanas.

2. En el predio no existen sitios críticos que merezcan un tratamiento especial; sin embargo, el registro de la especie *Ctenosaura similis* requiere que para esta especie en particular y para el resto de la fauna en general se apliquen medidas para evitar su captura, daño o muerte. A este respecto, será necesario aplicar en tiempo y forma el presente Programa de Rescate y ahuyentamiento de Fauna Silvestre que forma parte de las medidas de mitigación del proyecto.

Durante las diferentes etapas del proyecto, se llevará a cabo una supervisión de estas actividades, con el objeto de verificar que el desmonte se ejecute de manera programada, con lo que se permitirá que la fauna silvestre se desplace por sí sola hacia sitios seguros, por fuera de las áreas de obra.
Para las especies de lento movimiento o bien que se encuentren limitadas para desplazarse por sus propios medios, por fuera del área del proyecto, por tratarse de crías (en madrigueras o nidos), se ejecutarán acciones tendientes a su rescate, protección y reubicación. Deberá llevarse el control documental de cada uno de los rescates, en el cual se incluirá información relativa a las características taxonómicas y anatómicas del espécimen. Para proteger a las especies de fauna presentes en los frentes de trabajo, es importante instrumentar una campaña de información para la colaboración de los trabajadores, indicándoles mediante el apoyo de gráficos, las acciones a seguir para resguardar a la fauna y no provocar daño alguno, así como salvaguardar la integridad física del personal.

A continuación, se presentan algunas acciones, que debe conocer y seguir todo el personal de la obra:

- Trabajar únicamente en el perímetro de afectación según lo manifestado y autorizado por la SEMARNAT.
- Evitar la quema de vegetación o basura, así como de acciones que puedan provocar incendios forestales.
- No cazar, capturar, comercializar o sacrificar la fauna existente.
- Detener la actividad constructiva manual o de maquinaria, en caso de encontrar nidos o ejemplares en los frentes de trabajo, para que el residente de supervisión ambiental aplique las técnicas más adecuadas para su captura, protección y traslado a un sitio seguro.
- En caso de encontrar zonas de anidación, madrigueras, fauna herida o peligrosa, deberá notificar en forma inmediata al residente de supervisión ambiental para que lleve a cabo las acciones necesarias para su protección y traslado.

Las especies detectadas en status de conservación, cinegéticas o de valor comercial y cultural, de lento desplazamiento, deberán ser reubicadas y liberadas en sitios

semejantes al original, es decir, en condiciones similares de vegetación, suelo y agua, a fin de favorecer su óptimo desarrollo. Durante esta reubicación, se tratará, en todos los casos, que los sitios seleccionados se asemejen a los de procedencia

La reubicación de los individuos rescatados del predio se llevará a cabo en los predios colindantes, por lo que se pretende realizar la liberación inmediata en sitios donde existen amplias áreas de vegetación del matorral costero.
Cronograma de actividades. - Para el programa de rescate y ahuyentamiento de la fauna, se considera el programa de obra para el desarrollo del proyecto y tendrá una duración de 2 años consecutivos llevándose a cabo por etapas según el frente de trabajo. Previo al desmonte en cada frente de trabajo se realizarán recorridos de ahuyentamiento y revisión de nidos, entre otras labores. Asimismo, durante las primeras semanas del desmonte se intensificará este programa de rescate, debido a que será el periodo en donde mayores afectaciones habrá al habitad de la fauna.

Tabla 120. Cronograma para las actividades de rescate y ahuyentamiento de fauna silvestre en el predio de este proyecto.

Actividades del programa de fauna	Años y trimestres							
	1				2			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Adquisición de equipo y materiales	X	X						
Contratación de personal capacitado	X	X						
Recorrido y marcado de las áreas de desmonte		X	X	X				
Ahuyentamiento sonoro				X	X	X	X	X
Señalización y educación ambiental	X	X			X	X		
Detección de nidos y refugios			X	X				
Rescate y traslado a predios colindantes				X	X	X	X	X
Bitácora y reporte anual	X	X	X	X	X	X	X	X

Los recorridos serán previos a las actividades de desmonte con probabilidades de realizar el ahuyentamiento de especies de lento desplazamiento, en caso de encontrar nidos o crías de animales silvestres se procederá a manejarlos, trasladarlos y reubicarlos. La remoción de vegetación se realizará de manera paulatina, permitiendo en tiempo y espacio la huida natural de los ejemplares silvestres. La reubicación de los individuos rescatados del predio se llevará a cabo en los predios colindantes, por lo que se pretende realizar la liberación inmediata en sitios donde existen amplias áreas de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

Una vez concluido el "Programa de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna Silvestre" se elaborará el informe final, tomando como punto de partida las bitácoras del rescate y memorias fotográficas. En dicho informe se concentrarán los resultados obtenidos, complementando la información con sugerencias y recomendaciones surgidas de la experiencia de trabajo a fin de contribuir al mejoramiento de futuros rescates ecológicos de fauna.

El informe se entregará a las autoridades correspondientes y una copia de este con los acuses de recibo de dichas dependencias permanecerá en obra para que, como en el caso anterior, pueda ser mostrado a las autoridades ambientales debidamente acreditadas que así lo soliciten en los actos de inspección.

CAPITULO VIII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VIII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto

Como se ha estudiado, el proyecto **"Casa Habitación Zula"** se encuentra ubicado dentro de la poligonal del Área Natural Protegida denominada Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, la cual se caracteriza por la presencia de ecosistemas íntegros y representativos de provincias biogeográficas como son estuarios, petenes, manglares y arrecifes coralinos.

El predio del proyecto no presenta construcciones ni caminos. Dentro del predio de estudio, se encuentran dos tipos de vegetación. La vegetación de duna costera asociada con predominancia del matorral costero que se desarrolla sobre sustrato arenoso y la vegetación de humedal en zonas inundables con desarrollo de manglar, con su correspondiente ecotono o zona de transición, entre cada una de ellas. En cuanto a la Fauna es escasa, en su mayoría "fauna de paso" entre las especies registradas en este predio las más notables son las aves, que vuelan en lo alto de toda la reserva, así como algunos reptiles, respecto a los mamíferos existen pocos en el área, en cuanto a la calidad ambiental del sitio es buena ya que no se realizan actividades de ningún tipo.

Con base en lo anterior resulta evidente que el predio objeto de estudio presenta un matorral de duna costera en proceso de recuperación con especies típicas de esta comunidad y algunos ejemplares remanentes de la palma de coco, las cuales en conjunto constituyen un hábitat en expansión para las especies de fauna que toleran o se ven favorecidas por el desarrollo de actividades antropogénicas.

De acuerdo con la caracterización de flora y fauna del sitio de CUSTF del proyecto **"Casa Habitación Zula"**, la palma Chit (*Thrinax radiata*) fue la única especie vegetal que se observó en los sitios de muestreo y que se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como, en el caso de la fauna la única especie registrada es la iguana rayada (*Ctenosaura similis*), también protegida por la citada norma.



Figura 52. Vistas panorámicas del predio del proyecto.

Aunado a lo anterior, en esta zona se registra la presencia de proyectos similares al planteado en el presente documento, que corresponden a desarrollos de tipo turístico como casas unifamiliares de bajo impacto que se han desarrollado bajo los lineamientos y criterios ecológicos establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka´an, o desarrollos turísticos como Boca Paila Fishing Lodge (**Fig. 52**).

VIII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto "Casa Habitación Zula"

El proyecto denominado **"Casa Habitación Zula"**, pretende la construcción de una casa unifamiliar de bajo impacto, contemplando un Desarrollo Turístico Integral, que brinda la oportunidad de convivencia con la naturaleza y el medio ambiente, capitalizando la belleza potencial en la zona y coadyuvando a la protección y conservación de los recursos naturales del área, tomando en cuenta la creación de empleos directos e indirectos y propiciando el desarrollo para la entidad en general.

El proyecto se pretende desarrollar en una superfice a ser evaluada de 18,307.35 m^2 con las siguientes premisas:

I. Área total solicitada para cambio de uso de suelo para este trámite: 1,108.20 m^2 sobre vegetación de duna costera (matorral costero).

II. Vegetación que se protegerá y será área de conservación una superficie de: 16,675.96 m^2 de vegetación de duna costera (matorral costero), vegetación de manglar, lo que corresponde al 91.09 % de la superficie total del predio. Esta área de conservación será respetada en cuanto a flora y fauna silvestre que se encuentre en ella. Su contribución es significativa para mantener a largo plazo la representatividad de la diversidad de este predio.

III. Tipo de vegetación circundante: Vegetación de duna costera y vegetación de manglar.

En este escenario, el atributo del suelo y la vegetación se verán modificados de manera significativa, puesto que se retira la cubierta vegetal para llevar a cabo las actividades de construcción, por lo tanto, quedará ocupado el suelo por la nueva construcción, y se abrirán áreas de acceso al predio, por lo que el paisaje se verá modificado.



Figura 53. Panorámica del tipo de desarrollo habitacional que se registra en Sian Ka'an.

Asimismo, de acuerdo con las dimensiones del proyecto, la inversión prevista el proyecto **"Casa Habitación Zula"** dará lugar a una derrama económica incluyendo la construcción, equipamiento y operación por un monto cercano a los $9, 900,000.00 pesos M.N. (nueve millones novecientoss mil pesos 00/100 M. N.). Por otra parte, se promoverá la generación de 22 empleos directos durante la construcción del proyecto y de 4 empleos directos y 21 indirectos permanentes durante la Etapa de Operación del mismo.

Finalmente, el diseño conceptual bajo el cual se ha elaborado el proyecto de casa habitación, se atiende a las regulaciones ambientales y urbanas que aplican en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka´an, por lo que se espera que el sitio seleccionado conserve la mayor parte de sus atributos ambientales, coadyuvando con ello en el mantenimiento de la vida silvestre local y regional. Con lo antes mencionado, se permite anticipar un proyecto viable en el ámbito legal y ambiental, ya que el proyecto está diseñado con base en los criterios ambientales de los ordenamientos ecológicos aplicables.



Casa Sol Caribe, Sian Ka'an, México.



Casa Maya Ka'an, Sian Ka'an, México.



Boca Paila Fishing Logde

Figura 54. Ejemplos de casas unifamiliares de bajo impacto en la Reserva de Sian Ka'an.
Fuente: Loco Gringo Vacation Rental (www.locogringo.com), Boca Paila Fishing Lodge (www.bocapaila.com).

VIII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

La puesta en marcha del proyecto, y la consecuente implementación de las medidas de prevención y mitigación que se ponen a consideración de la autoridad para su evaluación, permitirán controlar y mitigar los impactos ambientales adversos al predio y al ambiente y servirán para disminuir el efecto negativo hacia los atributos ambientales.

El proyecto cuenta con medidas de prevención y mitigación para evitar la afectación de los siguientes factores ambientales:

- Aire
- Suelo
- Acuífero
- Diversidad y abundancia de flora y fauna, así como las enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Paisaje
- Recursos Humanos

Con lo antes mencionado, se permite anticipar un proyecto viable en el ámbito ambiental, ya que no pone en riesgo la diversidad de especies de flora y fauna en peligro de extinción, ni la contaminación del suelo, subsuelo y atmósfera ocasionado por la generación de residuos sólidos y líquidos ya que existirán medidas de mitigación y/o prevenciones aplicables para cada uno de los impactos generados.

Con lo antes expuesto, se permite anticipar un proyecto viable en el ámbito de lo establecido en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, ya que se demuestra que el cambio de uso de suelo en terrenos forestales de interés del presente DTU-B, no compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que el uso de la casa habitación será más productiva a largo plazo.

Debe destacarse que los impactos permanentes más relevantes que serán generados por el proyecto **"Casa Habitación Zula"** están relacionados con la modificación del entorno por la remoción de la cobertura vegetal para llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto. Este es un escenario que ya se tiene contemplado en el Programa de Ordenamiento, por lo cual le aplican los lineamientos del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, que el desplante de las obras propuestas afectará vegetación de matorral costero, el predio se localiza principalmente dentro de la UGA TU1 la cual posee una política de Conservación, con uso de suelo predominante de Turismo de bajo impacto, Usos

compatibles de Flora y Fauna, Usos Condicionados, Infraestructura y Asentamientos humanos y pecuario, y como usos Incompatibles presenta la industria, Centro de Población, Minería y agricultura.

En relación con los impactos positivos, la autorización del cambio de uso de suelo del proyecto y la consecuente puesta en marcha de la casa habitación, traerá consigo un beneficio en cuanto a la economía local ya que se provocará la generación de empleos temporales y permanentes durante las Etapas de preparación, Construcción, Operación. En cuanto a la economía local, está se beneficiará localmente ya provocará el suministro de víveres y materiales diversos hacia el área del proyecto. Existirá una derrama económica como inversión para la construcción, equipamiento y operación por un monto cercano a los $ $9,900,000.00 M.N. (Nueve millones novecientos mil pesos 00/100 M.N.). Por otra parte, se promoverá la generación de 35 empleos directos durante la construcción del proyecto y de 4 empleos directos y 20 indirectos durante la Etapa de Operación

VIII.4 Pronóstico ambiental

El predio donde se construirá el proyecto **"Casa Habitación Zula"** se encuentra dentro de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, la cual cuenta con dos grandes zonas: la zona de amortiguamiento y las zonas núcleo. El área de estudio se ubica en la zona de amortiguamiento la cual está destinada a proteger a las zonas núcleo del impacto exterior y en donde se pueden realizar actividades económicamente productivas, dentro de estrictas normas ecológicas, acordes con los resultados de investigaciones relativas al uso racional y sostenido de los recursos naturales (**Fig. 55**).

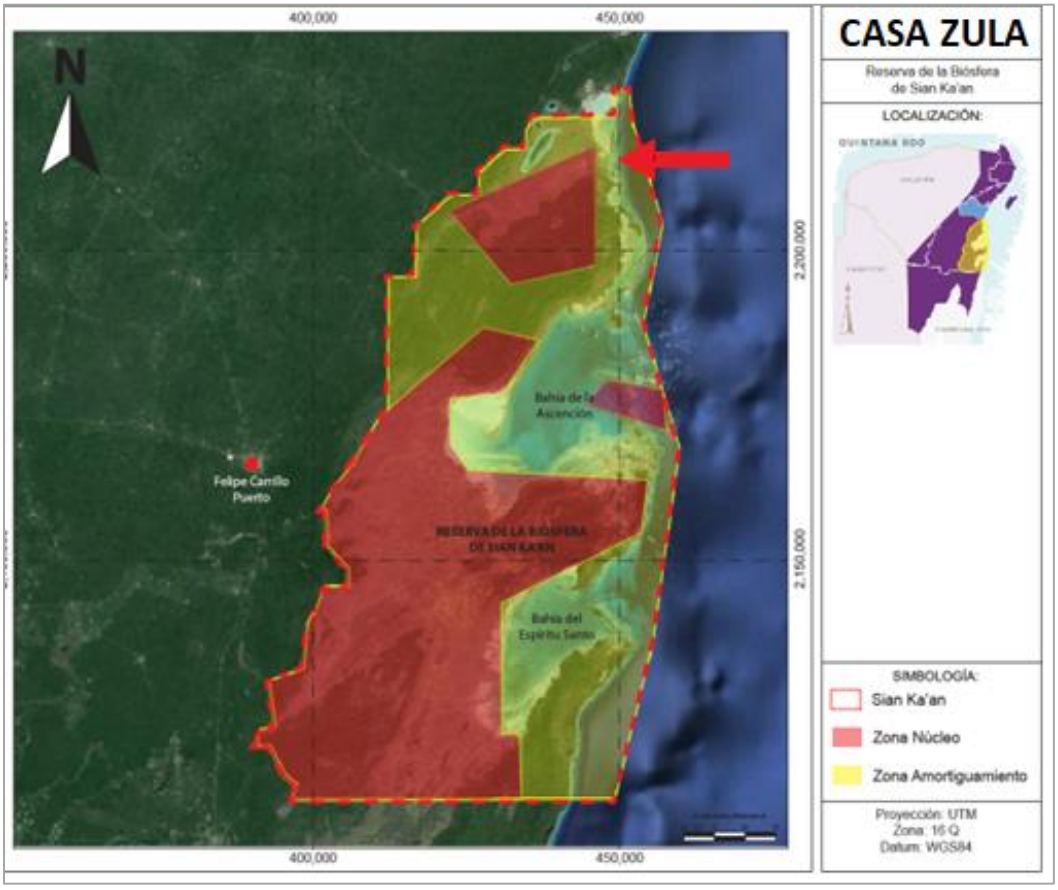

Figura 55. Zona de Amortiguamiento en donde se pretende desarrollar el proyecto.

Actualmente, en esta zona se registra la presencia de proyectos similares al planteado en el presente documento, que corresponden a desarrollos de tipo turístico como casas unifamiliares de bajo impacto que se han desarrollado bajo los lineamientos y criterios ecológicos establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka´an.

El proyecto denominado **"Casa Habitación Zula",** pretende la construcción de una casa unifamiliar de bajo impacto, contemplando un Desarrollo Turístico Integral, que brinda la oportunidad de convivencia con la naturaleza y el medio ambiente, capitalizando la belleza potencial en la zona y coadyuvando a la protección y conservación de los recursos naturales del área, tomando en cuenta la creación de empleos directos e indirectos y propiciando el desarrollo para la entidad en general.

La superficie del predio a ser evaluada es de 18,307.35 m^2 dentro de la que se pretende llevar a cabo el CUSTF de una superficie de 1,108.20 m^2 que cuenta con vegetación de duna costera (matorral costero), además de contar con 523.19 m^2 correspondientes al camino Tulum-Punta Allen. Por consiguiente, el 91.09 de la superficie total del predio tendrá un destino de conservación y esta área será respetada en cuanto a flora y fauna silvestre que se encuentre en ella. Su contribución es significativa para mantener a largo plazo la representatividad de la diversidad de este predio.

De acuerdo con los instrumentos de planeación aplicables, el desarrollo del proyecto permitirá controlar y, en su caso, mitigar algunos de los impactos adversos al ambiente, mediante la implementación de actividades, programas y medidas preventivas y/o correctivas, y no compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.

La puesta en marcha del proyecto y una vez concluida su construcción, traerá consigo que esta zona en particular se incremente la oferta de servicios, sin embargo, no atenta contra el desarrollo de la zona. Finalmente, se generarán empleos temporales durante su construcción, permanentes durante su operación y mantenimiento.

VIII.5. Programa Integral de Manejo Ambiental (PIMA)

Para el buen desarrollo del proyecto **"Casa Habitación Zula"** un componente esencial es el de respetar el ecosistema que prevalece en el sitio. Para ello se utilizará una eficaz herramienta tecnológica que es la gestión a través de un Programa Integral de Manejo Ambiental (PIMA).

El PIMA consta de los siguientes programas

Programa de Inspección y Vigilancia

- Programa de Rescate de Vegetación Forestal
- Programa de Ahuyentamiento Rescate de Fauna
- Programa de Compensación en beneficio de los Humedales
- Programa de Educación Ambiental
- Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos
- Programa de Captación de Agua Pluvial
- Programa de Tortuga Marina

A través del PIMA, el desempeño ambiental será supervisado desde el inicio hasta el final del proyecto, contando con personal técnico calificado en cumplimiento de todas y cada una de las recomendaciones que se realizaron en el desarrollo de este proyecto, también se le brindará todas las facilidades a las autoridades competentes para la

inspección durante las diferentes etapas del proyecto y estar en todo momento en apego a la Legislación Ambiental.

Hoy los proyectos turísticos sostenibles como lo es **"Casa Habitación Zula"**, integran un Programa Integral de Manejo Ambiental el cual constituye bajo sus premisas de planeación, un sistema de acciones vertidas en distintos programas, los cuales logran un menor impacto ambiental.

El PIMA establece estrategias de prevención y mitigación de los impactos ambientales potenciales de generarse por el desarrollo de un proyecto, coordina los esfuerzos en las distintas etapas del proyecto y de los diferentes actores que participan en el mismo, aporta una visión estratégica, calendariza acciones que conllevan el cabal e integral cumplimiento de la normatividad ambiental vigente y adicionalmente aporta un esquema de autorregulación voluntaria. Con el PIMA, no sólo se cumple con lo dispuesto en la normatividad vigente y en la gestión oficial, sino además se buscan estándares de calidad cada vez más altos que han comprobado ser inversiones inteligentes a largo plazo en la construcción de casas habitación de mínimo impacto.

La implementación y ejecución del PIMA exige que se contemplen todos los procesos que tengan lugar a lo largo de la implicación ambiental, teniendo como base una capacitación y sobretodo una concientización ambiental de los trabajadores y de los usuarios del proyecto.

De igual manera, se busca un manejo eficiente de los recursos (agua, combustibles, electricidad, etc.) lo cual conlleva un beneficio no sólo ambiental, sino económico a favor de minimizar los costos de operación del proyecto.

Para gestionar exitosamente el PIMA, en el proyecto **"Casa Habitación Zula"** se ha establecido desde la etapa de planificación, una integración completa de todas las actividades a desarrollar en cada una de las etapas que conforman el proyecto, así como el involucramiento directo de todos los actores que participan a lo largo del desarrollo incluyendo a los usuarios mismos del proyecto,

Aunando a las medidas de prevención y mitigación establecidas para los impactos ambientales que pueda generar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para la construcción del proyecto, se requieren de medidas integrales de manejo que permitan su mitigación y prevención, apegando el proyecto a la normatividad ambiental aplicable.

Durante la implementación del cambio de uso de suelo de interés y la construcción del proyecto del presente DTU-B, se pretende dar estricto cumplimiento, permanente evaluación y a largo plazo viabilidad y continuidad a todos y cada uno de los programas que se aplicará en el sitio del proyecto.

El Programa Integral de Manejo Ambiental contempla que en base a los términos del resolutivo en su momento se van a desarrollar a detalle y serán puestos a consideración de la autoridad los siguientes Programas:

Resumen del Programa de Rescate y Reubicación de la Vegetación Forestal (VER ANEXOS)

La integración del presente Programa tiene como fundamento lo establecido en el Artículo 123 Bis del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, que a la letra dice:

Artículo 123 Bis. Para efectos de los dispuesto en el párrafo cuarto del artículo 117 de la Ley, la Secretaría incluirá en su resolución de autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, mismo que estará obligado a cumplir el titular de la autorización.

La Secretaría deberá de integrar el programa, con base en la información sobre las medidas de prevención y mitigación de impactos sobre los recursos forestales, la flora y fauna silvestres, referidos en la fracción VIII del artículo 121 de este Reglamento.

Con base en la información proporcionada por el interesado en el estudio técnico justificativo, el programa deberá incluir el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, el plano georreferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de cambio de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento (Artículo adicionado DOF 24-02-2014).

Resumen del Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna (VER ANEXOS)

El reconocimiento de la fauna realizado en el predio permite establecer los pasos fundamentales a seguir para realizar el rescate ecológico de la fauna, cuyo objetivo principal es contribuir minimizar los posibles impactos ambientales negativos hacia la fauna de vertebrados del predio donde se desarrollará el proyecto, con los siguientes objetivos particulares:

- Contribuir a la mitigación de los impactos adversos que habrá de producir el desmonte y despalme producto del cambio de uso de suelo para llevar a cabo la construcción de la casa habitación, sobre la fauna que habita el predio.
- Llevar a cabo el rescate de fauna silvestre, en especial la enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Se reitera la importancia de que como estrategia de conservación y minimización de impactos ambientales sobre de la microcuenca Chumpon, tanto en las áreas de despalme, como de desmonte se van a conservar todos los elementos principales de la vegetación, y éstos serán removidos a las Áreas de Conservación aledañas. También, los individuos vegetales que estén en el límite de área construida, en forma selectiva formarán parte del Programa de Rescate de Flora y Reforestación y serán replantados en las Áreas de Conservación. En ambos casos se, asegura una sobrevivencia superior al 80 %.

El rescate y ahuyentamiento de la fauna debe realizarse antes que se lleve a cabo el desmonte de las superficies contempladas en la etapa de preparación del terreno, por conducto de personal especializado y de experiencia. Es primordial que los desmontes se realicen en un solo frente de trabajo, con la finalidad que la mayor parte de la fauna se desplace libremente hacia los sitios donde no existan afectaciones.

Lo anterior facilita el trabajo de rescate ecológico, ya que los esfuerzos se concentran hacia los organismos de lento desplazamiento, crías en nidos o aquellos que ocupan hábitats muy particulares (cuevas y tronco huecos, principalmente).

Una vez realizadas las acciones de rescate ecológico se procederá a la liberación de áreas para realizar el desmonte, anotando en bitácora los resultados obtenidos de las acciones de rescate ecológico y elaborando una memoria fotográfica. Dicha bitácora y memoria fotográfica permanecerá en obra y deberán ser mostradas a las autoridades ambientales debidamente acreditadas que así lo soliciten.

Una vez concluido el Rescate de Fauna Silvestre se elaborará el informe final, tomando como punto de partida las bitácoras del rescate y memorias fotográficas. En dicho informe se concentrarán los resultados obtenidos, complementando la información con sugerencias y recomendaciones surgidas de la experiencia de trabajo a fin de contribuir al mejoramiento de futuros rescates ecológicos de fauna.

Resumen del Programa de Compensación en Beneficio de los Humedales (VER ANEXOS)

Se presenta a continuación el Programa de Compensación en beneficio de los Humedales a ser implementado en el predio rústico denominado "Paso de Juana", ubicado al Norte del Canal Boca Paila del Proyecto **"Casa Habitación Zula"** dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, en el Municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo.

Este Programa de Compensación se deriva del Artículo 60 TER de la Ley de Vida Silvestre que textualmente dice:

Artículo Primero.- Se adiciona un artículo 60 TER a la Ley General de Vida Silvestre, para quedar como sigue:

En base al DOF de 1 de febrero de 2007 se publicaron dos artículos siendo su redacción la siguiente:

Artículo Primero.- *Se adiciona un artículo 60 TER a la Ley General de Vida Silvestre, para quedar como sigue:*

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.*

Artículo Segundo.- *Se adiciona un segundo párrafo al artículo 99 de la Ley General de Vida Silvestre, para quedar como sigue:*

Artículo 99.- ...

Las obras y actividades de aprovechamiento no extractivo que se lleven a cabo en manglares, deberán sujetarse a las disposiciones previstas por el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

El 7 de mayo de 2004 por medio D.O.F. se modificó la NOM-022-SEMARNAT -2003 mediante un ACUERDO que 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 de los humedales costeros en zonas de manglar.

Artículo Unico.- 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 de los humedales costeros en zonas de manglar-

La especificación 4.43 a la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003 quedó 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.

Objetivos del Programa de Compensación son:

- Cumplimiento con la NOM-022-SEMARNAT -2003, y el Articulo 60 TER por estar la construcción del proyecto ea menos de 100 metros del mangle.
- Realizar y reportar los resultados de las medidas de compensación en beneficio de los humedales.

El Programa de Compensación en beneficio de los Humedales se enmarca en el Programa Nacional de Restauración (2024 – 2030) }así como en las directrices marcadas por la Secretaria Alicia Báarcena de SEMARNAT desde el 11 de octubre de 2024 en la Conferencia del Pueblo , en que junto con la Presidencia se hizo explícita la importancia de "Aposar por la restauración de los manglares" y "recuperar el 30% de manglares en 11,000 km costa de México".

Lo anterior edentro de la Estrategia "30 x 30" para la conservación del 30% de las tierras, aguas y mares para el año 2030. Esto en el marco de Biodiversidad Global Kunming-Montreal, lo cual fue oficializado por la Secrtetaria Barcena el 29 de octubre COP-16 La Secretaria desde Cali, Colombia anuncia que la SEMARNAT adopta la "Estrategia 30 x 30".

Programa Nacional de Restauración (2024 – 2030)

Ambientales	Sociales	Científicos	Cambio Climático
Atención de ecosistemas y sitios degradados.	Involucrar a las comunidades y pueblos originarios.	Acciones basadas en el índice de Integridad de los ecosistemas.	Disminuir los efectos de fenómenos meteorológicos por el cambio climático (por ejemplo en Costas).
Restauración de zonas donde habitan especies prioritarias o sitios emblemáticos para las comunidades	Mejorar condiciones ambientales que mantienen los medios de vida de las comunidades. Garantizar la justicia ambiental	Restauración con innovación basada en ciencia. 42% de ecosistemas con degradación y 2000 especies en peligro de extinción	Reducir las vulnerabilidades de comunidades a través de la restauración.

Adicionalmente el proyecto se encuentra en la mejor disposición de colaboración con la Dirección de la Reserva, con CONANP y con SEMARNAT para contribuir a la restauración ambiental regional.

Además de la restauración de 682.34 m^2 de mangle dentro de la propiedad, las principales medidas de conservación como compensación son:

- Producción de materiales didácticos,
- Se establecerá un Sitio electrónico de información sobre el mangle,
- Se mantndrá el mangle libre de los residuos sarojados por transeúntes en el camino Tulum-Boca Paila.
- Se realizará señalización sobre conservación del mangle.

Resumen del Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos (VER ANEXOS)

La implementación del proyecto **"Casa Habitación Zula"** en sus diferentes etapas conllevará la generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos. Con la finalidad de disminuir al máximo los riesgos de contaminación al suelo y al manto freático y con el objetivo principal de que las medidas de mitigación sean implementadas de manera efectiva, se ha considerado conjuntarlas en un Subprograma Integral de Reducción, Separación y Disposición Final de Desechos Sólidos, Líquidos, Peligrosos y Emisiones a la Atmósfera, en cumplimiento a lo establecido en el Criterio EI-5 del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an (P.O. del Estado de Quintana Roo del 14 de mayo de 2002) que a la letra dice:

- *EI-5: Las casas vacacionales, los asentamientos humanos y los desarrollos turísticos deberán contar con un programa integral de reducción, separación y disposición final de desechos sólidos inorgánicos fuera de la Reserva.*

En el programa se contemplan los residuos sólidos y los líquidos.

Los residuos líquidos serán seprados en aguas grises y aguas negras y tratados para el ciumplimiento de la normatividad.

- **Resumen del Programa de Captación de Agua Pluvial (VER ANEXOS)**

El sitio del proyecto se encuentra dentro del ámbito de aplicación del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an (P.O. del Estado de Quintana Roo del 14 de mayo de 2002). El presente ordenamiento busca programar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales procurando proteger el ambiente y la biodiversidad, tomando en cuenta las características y aptitudes de cada área.

De acuerdo con la sobre posición del sitio del proyecto sobre dicho programa de ordenamiento (Fig. 2), se aprecia que este predio se localiza principalmente dentro de la Unidad de Gestión Ambiental Tu1 con un uso predominante de "Turismo de Bajo Impacto" y le son aplicables los criterios EI-1 y MAE-7 que se citan a continuación:

- *EI-1: La SEMARNAT y los municipios promoverán y asesorarán a los particulares sobre el uso de ecotecnias apropiadas para los desarrollos turísticos y residenciales e infraestructura de apoyo.*
- *MAE-7: Se promoverá la instalación de sistemas domésticos de captación de agua de lluvia in situ.*

En atención a los criterios previamente citados es que se elabora el presente Subprograma de Captación de Agua Pluvial.

- **Resumen del Programa de Educación Ambiental (VER ANEXOS)**

Una prioridad para el cambio de conducta de la destrucción a la conservación es a través de la educación ambiental.

El sitio del proyecto **"Casa Habitación Zula"** se localiza dentro del Área Natural Protegida denominada Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an un alta prioridad es el de la conservación del mangle mismo que al que el proyecto se suma.

En especial por la presencia de estuarios, manglares, petenes y arrecifes coralinos, se pondrá especial énfasis en la educación para la conservación del mangle.

Por lo antes mencionado, se implementará un Programa de Educación Ambiental que garantizará que las actividades contempladas se realicen dentro del marco de protección ambiental deseado.

- **Resumen del Programa de Tortuga marina (VER ANEXOS)**

Se presenta a continuación el Programa de Rescate de Vegetación a ser implementado en el predio rústico denominado "Paso de Juana", ubicado al Norte del Canal Boca Paila del Proyecto "Casa Habitación Zula" dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, en el Municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo.

Actualmente la protección de las tortugas marinas cuenta de apoyo normativo y de manejo por parte de este tipo de instituciones, sin embargo es necesario que los particulares, también efectúen acciones tendientes a la conservación y cuidado de las especies de tortuga marina que arriban a las costas de Quintana Roo, muy especialmente en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

> Las tortugas marinas cuentan con muchos depredadores naturales, pero la presencia humana ha hecho que en las últimas décadas, las poblaciones disminuyeran dramáticamente, al grado de que solo 1 de cada 1000 tortugas que nacen llega a la edad adulta, siendo precisamente la etapa de anidación la más crítica de todo su ciclo de vida.

El presente Programa de la Tortuga Marina se basa en proteger las nidadas, en base a las siguientes acciones:

1. Protección de organismos depredadores.
2. Programas de educación ambiental.
3. Conservación de las condiciones naturales de compactación de la arena en la playa.
4. Exclusión de luz y ruido.

La Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an, bordea la costa central del Estado de Quintana Roo, está constituida por una plataforma angosta de origen reciente que se eleva desde el fondo marino, la cual sirve de base a diversas formaciones coralinas arrecífales, en cuyos macizos destaca la presencia de montañas coralinas, de hasta 12 metros de altura en su parte más desarrollada, en las que habita una gran riqueza y diversidad de especies asociadas a los corales escleractinios, gorgonáceos, alcionarios, macroalgas y peces arrecífales.

Dichos arrecifes presentan una longitud de 110 km que contiene una gran variedad de ecosistemas íntegros altamente biodiversos, cuentan con especies de flora y fauna catalogas en la NOM 059, forma parte del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM), considerado como el segundo sistema arrecifal coralino más grande del mundo el cual se extiende desde Isla Contoy al norte de la península de Yucatán, México, hasta las Islas de la Bahía, Honduras, atravesando Belice y Guatemala.

El sistema arrecifal de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka´an fue descrito en 1993 por Gutiérrez Carbonell et. Ha registrado datos geomorfológicos, evaluando abundancia y cobertura de corales escleractinios, gorgonáceos, macroalgas y peces arrecifales.

e presenta a continuación el Programa de Rescate de Vegetación a ser implementado en el predio rústico denominado "Paso de Juana", ubicado al Norte del Canal Boca Paila del Proyecto "Casa Habitación Zula" dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, en el Municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo.

Actualmente la protección de las tortugas marinas cuenta de apoyo normativo y de manejo por parte de este tipo de instituciones, sin embargo es necesario que los particulares, también efectúen acciones tendientes a la conservación y cuidado de las especies de tortuga marina que arriban a las costas de Quintana Roo, muy especialmente en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

Las tortugas marinas cuentan con muchos depredadores naturales, pero la presencia humana ha hecho que en las últimas décadas, las poblaciones disminuyeran dramáticamente, al grado de que solo 1 de cada 1000 tortugas que nacen llega a la edad adulta, siendo precisamente la etapa de anidación la más crítica de todo su ciclo de vida.

El presente Programa de la Tortuga Marina se basa en proteger las nidadas, en base a las siguientes acciones:

1. Protección de organismos depredadores.
2. Programas de educación ambiental.
3. Conservación de las condiciones naturales de compactación de la arena en la playa.
4. Exclusión de luz y ruido.

La Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an, bordea la costa central del Estado de Quintana Roo, está constituida por una plataforma angosta de origen reciente que se eleva desde el fondo marino, la cual sirve de base a diversas formaciones coralinas

arrecífales, en cuyos macizos destaca la presencia de montañas coralinas, de hasta 12 metros de altura en su parte más desarrollada, en las que habita una gran riqueza y diversidad de especies asociadas a los corales escleractinios, gorgonáceos, alcionarios, macroalgas y peces arrecífales.

Dichos arrecifes presentan una longitud de 110 km que contiene una gran variedad de ecosistemas íntegros altamente biodiversos, cuentan con especies de flora y fauna catalogas en la NOM 059, forma parte del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM), considerado como el segundo sistema arrecifal coralino más grande del mundo el cual se extiende desde Isla Contoy al norte de la península de Yucatán, México, hasta las Islas de la Bahía, Honduras, atravesando Belice y Guatemala.

El sistema arrecifal de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka´an fue descrito en 1993 por Gutiérrez Carbonell et. Ha registrado datos geomorfológicos, evaluando abundancia y cobertura de corales escleractinios, gorgonáceos, macroalgas y peces arrecifales.

El sitio del proyecto **"Casa Habitación Zula"** se localiza dentro del Área Natural Protegida denominada Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an.

El programa de Educación ambiental se centrara en la educación para la protección del maglar en Sian kaan.

Se producirá materiales didácticos, se establecerá un Sitio electrónico de información sobre el mangle, se mantndrá el mangle libre de los residuos srrojados por transeúntes en el camino Tulum Boca paila y se hará señalización de conservación de mangle, todo de ntro de la propiedad de la que se solicita la auorizacion de este DTU.

Por lo antes mencionado, se implementará un Programa de Educación Ambiental local que apoye las políticas del programa nacional de Restauración 2424-2430 : Capítulo manglares; de la actual administración de la SEMARNAT.que garantizará que las actividades contempladas se realicen dentro del marco de protección ambiental deseado.

VIII.6 Seguimiento y control

Para garantizar el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación propuestas en el documento para los impactos ambientales producto operación del proyecto para el sitio de interés, se presenta el Programa de Monitoreo y Control el cual tiene como objetivos principales los siguientes:

- Vigilar el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación propuestas para cada uno de los impactos ambientales identificados.

- Vigilar el cumplimiento de los términos y condicionantes emitidos por la autoridad correspondiente posterior a su análisis de la presente manifestación de impacto ambiental.
- Vigilar el cumplimiento del PIMA y los diferentes Programas que lo integran.
- Vigilar que no se produzcan impactos ambientales adicionales a los ya identificados en el presente documento, y en su caso, aplicar medidas de prevención, mitigación y compensación para dichos impactos.

Lo anterior se pretende lograr mediante el recorrido de las áreas de aprovechamiento del proyecto, por parte de personal capacitado, así como, la elaboración de informes de seguimiento que deberán ser presentados a los encargados de obra para que en su caso se apliquen las medidas preventivas, de mitigación o de compensación correspondientes.

Para el seguimiento del presente programa, se tendrán en consideración los indicadores de la **Tabla 121**.

Tabla 121. Identificadores de Impacto para el Programa de Monitoreo del Proyecto **"Casa Habitación Zula"**.

IMPACTO	IDENTIFICADOR DE IMPACTO
Contaminación del Suelo	Presencia de residuos arrojados por vehículos en el camino al humedal
	Inadecuada disposición de residuos sólidos en los sitios dispuestos para ello.
Contaminación del Agua	Evidencia de escurrimientos de aceites, grasas, hidrocarburos etc.
	Evidencia de escurrimientos de los baños portátiles
	Evidencia de filtraciones de los biodigestores e inadecuado mantenimiento del humedal artificial.
Contaminación del Aire	Evidencia de emisiones de gases por parte de los vehículos.
Vegetación	Evidencia de residuos en las áreas de conservación.
	Evidencia de especies exóticas en áreas de conservación.
	Evidencia de ampliación de las superficies en áreas de aprovechamiento.
Fauna	Mortalidad de especies.
	Especies en cautiverio.

CAPITULO IX.

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

IX.1 Presentación de la información.

En el proyecto **"Zula"** 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 entregarán dos ejemplares impresos del Documento Técnico Unificado Modalidad B-Particular y 4 en archivo electrónico. De los cuales uno de los impresos y con sus 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- Particular deberá incluir en el archivo electrónico, las imágenes, planos e información que complemente el estudio.

IX.1.1 Cartografía.

En el proyecto **"Zula"** para la ubicación y superficie del predio o conjunto de predios y la delimitación de la aquella en la que se pretenda realizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales se identifican mediante planos georreferenciados.

La descripción de la región de estudio y sus diferentes elementos, la ubicación del área del proyecto y sus características, así como la identificación de impactos se elaboraron con un análisis de la información geográfica georreferenciada, habiendo en el proyecto **"Zula"** usado imágenes de satélite, fotografía aérea, mapas y planos de localización.

En los Anexos del proyecto **"Zula"** se presente el conjunto completo de los planos, los cuales están a las mismas escalas, el mismo tamaño, aunque varían entre las escalas regional y local del proyecto y sus obras.

IX.1.2 Fotografías

En el proyecto **"Zula"** se integra un anexo fotográfico que identifique el número de fotografía y describa brevemente los aspectos que se desean resaltar.









Imágenes obtenidas durante el trabajo de campo en el predio del proyecto Casa Habitación Zula

IX.1.3 Videos

En el proyecto **"Casa Habitación Zula"** si se consideró conveniente anexar videos del sitio en el que se identifique la toma, así mismo, se incluirá la plantilla técnica describiendo el tipo de toma (planos generales, medianos, cerrado, etc.) y un croquis o en el mapa base, donde se ubiquen los puntos y dirección de las tomas y los recorridos con cámara encendida.

IX.1.4. Otros anexos (Ver carpeta de anexos)

En cumplimiento con el capítulo IX se presentan los siguientes Anexos adicionales en la carpeta y en el CD de Anexos, del proyecto **"Zula".**

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. IMÁGENES DE LA LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

NOMBRE DE LA IMAGEN	*DESCRIPCIÓN*
IMAGEN 1	*LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO RESPECTO A LA PENÍNSULA DE YUCATÁN.*
IMAGEN 2	*LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO RESPECTO A TULUM.*
IMAGEN 3	*LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO RESPECTO AL ARCO MAYA.*
IMAGEN 4	*LOCALIZACIÓN EN LOCAL DEL PROYECTO.*

ANEXO 2. PLANOS DEL PREDIO Y ARQUITECTÓNICOS

NOMBRE DEL PLANO	*NOMBRE DEL PLANO*
PLANO 1	*PLANO BASE CON LÍMITES Y COLINDANCIAS.*
PLANO 2	*PLANO TOPOGRÁFICO DEL PREDIO.*
PLANO 3	*PLANO DE TERRENOS NACIONALES.*
PLANO 4	*PLANO DE ZONA FEDERAL MARÍTIMO TERRESTRE.*
PLANO 5	*PLANO DEL TERCIO MEDIO.*
PLANO 6	*PLANO DE MITAD ESTE – OESTE.*
PLANO 7	*PLANO DE CORDÓN DE DUNA.*
PLANO 8	*PLANO DE ZONAS DE MUESTREO DE FLORA Y FAUNA*
PLANO 9	*PLANO DE VEGETACIÓN DEL PREDIO*
PLANO 10	*PLANO DE UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL*
PLANO 11.A	*PLANO DEL PLAN MAESTRO DEL PROYECTO.*
PLANO 11.B	*PLANO DE DETALLES DEL PLAN MAESTRO DEL PROYECTO.*
PLANO 12. A	*PLANO DE PLANTA ARQUITECTÓNICA PLANTA BAJA.*
PLANO 12. B	*PLANO DE PLANTA ARQUITECTÓNICA PLANTA ALTA.*
PLANO 12. C	*PLANO DE PLANTA ARQUITECTÓNICA PLANTA AZOTEA.*
PLANO 12. D	*PLANO DE FACHADAS Y ALTURAS*
PLANO 12. E	*PLANO DE CORTES Y ALTURAS*
PLANO 13	*PLANO DE CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES.*
PLANO 14	*PLANO DE CONSERVACIÓN DE TORTUGA MARINA Y DE PLAYA.*
PLANO 15	*PLANO DE REFORESTACIÓN DE ESPECIES RESCATADAS.*

NOMBRE DEL PLANO	*NOMBRE DEL PLANO*
PLANO 16	*PLANO DE LOCALIZACIÓN DE LETREROS DE CONSERVACIÓN Y SEGURIDAD.*
PLANO 17	*PLANO DE SERVICIOS E INSTALACIONES.*
PLANO 18	*PLANO DE AREAS DE COMPENSACIÓN CON MANGLE.*
PLANO 19	*PLANO DE OBRAS Y CAMPAMENTOS TEMPORALES DURANTE LA CONSTRUCCIÓN.*
PLANO 20	*PLANO DE TRAMPA DE GRASAS Y HUMEDAL.*
PLANO 21 A	*PLAN DE REGIONES HIDROLÓGICAS*
PLANO 21 B	*PLANO DE MICRO CUENCA CHUMPÓN*
PLANO 21 C	*PLANO DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO EN LA MICROCUENCA*
PLANO 22	*VISTAS TRIMENSIONALES*

ANEXO 3. DOCUMENTOS LEGALES

NOMBRE DEL DOCUMENTO LEGAL	*DESCRIPCIÓN*
DOC 1	*ACTA CONSTITUTIVA DE LA CORPORACIÓN PROMOVENTE CON PODERES*
DOC 2	*CÉDULA CATASTRAL*
DOC 3	*CERTIFICADO DE MEDIDAS Y COLINDANCIAS*
DOC 4	*CONSTANCIA DE USO DE SUELO*
DOC 5	*ESCRITURA DE PROPIEDAD A NOMBRE DEL PROMOVENTE*
DOC 6	*PODERES NOTARIALES*
DOC 7	*CARTA RESPONSIVA*
DOC 8	*IDENTIFICACIÓN DEL REPRESENTANTE LEGAL*
DOC 9	*R.FC. DEL PROMOVENTE*
DOC 10	*DOMICILIO PARA OIR Y RECIBIR NOTIFICACIONES*
DOC 11	*TABLA PARA EL CÁLCULO DE PAGO POR DERECHOS PARA LA EVALUACIÓN*
DOC 12	*FORMATO e-cinco*
DOC 13	*FICHA BANCARIA CON EL PAGO POR LOS DERECHOS PARA LA EVALUACIÓN*
DOC 14	*CÉDULA PROFESIONAL- FERNANDO ORTIZ MONASTERIO*

NOMBRE DEL DOCUMENTO LEGAL	*DESCRIPCIÓN*
DOC 15	***REGISTRO FORESTAL NACIONAL. JULIO CASTILLO ESPADAS***
DOC 16	***IFE . FERNANDO ORTIZ MONASTERIO***
DOC 17	***IFE. JULIO CASTILLO ESPADAS***

ANEXO 4. DOCUMENTOS EN EXCEL

NOMBRE DEL EXCEL	*DESCRIPCIÓN*
EXCEL 1	***Archivo Excel con los datos de campo.***
EXCEL 2	***Archivo Excel con los análisis del VIR, VTA, diversidad y tablas de resultados.***
EXCEL 3	***Archivo Excel con los análisis y resultados de erosión, infiltración y carbono.***
EXCEL 4	***Archivo Excel con las tablas de coordenadas UTM.***

ANEXO 5. VIDEOS

ANEXO 6. PROGRAMAS (Ver ANEXO para detalles de cada Programa)

Lista de Programas:

1.- Programa de Compensación en Beneficio de los Humedales
2.- Programa de Educación Ambiental
3.- Programa de Rescate y Rescate y Reubicación de Vegetación Forestal
4.- Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna
5.- Programa de Captación de Agua Pluvial
6.- Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos
7.- Programa de Tortuga Marina

ANEXO 7. GLOSARIO DE TÉRMINOS

ANEXO 8. BIBLIOGRAFÍA