

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A

PARA EL TRÁMITE UNIFICADO DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL

PROYECTO:

MADEROS RESIDENCIAL



URBANIZADORA LIDER PENINSULAR, S.A. de C.V.

Ecociencia S.P.R de R.L.

Cancún, Benito Juárez, Quintana Roo

Abril, 2016

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO.....	1
I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE.....	8
I.1. Nombre del proyecto.....	8
I.2. Nombre o Razón Social del Promovente.....	8
I.3. Ubicación (dirección) del promovente.	8
I.4. Superficie solicitada de cambio de uso de suelo y tipo de vegetación forestal....	8
I.5. Duración del proyecto.	8
II. USOS QUE SE PRETENDEN DAR AL TERRENO.....	9
II.1 Objetivo del proyecto.	9
II.2 Naturaleza del proyecto.	9
II.3. Justificar por qué los terrenos son apropiados al nuevo uso.	13
II.4 Programa de Trabajo	15
III. UBICACIÓN Y SUPERFICIE DEL PREDIO O CONJUNTO DE PREDIOS Y DELIMITACIÓN DE LA PORCIÓN EN DONDE SE PRETENDA REALIZAR EL CAMBIO DE USO DE SUELO A TRAVÉS DE PLANOS GEORREFERENCIADOS.	17
III.1 Ubicación del predio o conjunto de predios donde se ubica el proyecto.....	17
III.2 Representación gráfica de la ubicación geográfica y geopolítica.....	19
III.3 Ubicación y delimitación física de la superficie del proyecto.....	22
III.4 Indicar si el proyecto se ubica dentro de alguna modalidad de Área Natural Protegida (ANP).....	24
IV. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FISICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROLOGICO-FORESTAL EN DONDE SE UBIQUE EL PREDIO.....	29
IV.1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto.....	30
IV.2. Caracterización y análisis de la Cuenca Hidrológico-Forestal.....	32
IV.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del Sistema Ambiental.....	34
IV.2.2 Medio abiótico.....	38
IV.2.2.1 Fisiografía	38
IV.2.2.2 Clima.....	39
IV.2.2.3 Edafología.....	42
IV.2.2.4 Geología y geomorfología.....	42

IV.2.2.5 Hidrología superficial y subterránea	44
V.2.2.6 Aire.....	46
IV.2.3 Medio biótico.....	47
IV.2.3.1 Vegetación.....	47
IV.2.3.2 Condiciones de la vegetación en el sistema ambiental.....	50
IV.2.3.3 Resultados de los valores obtenidos de Importancia Ecológica en el Sistema Ambiental (VIR).....	54
IV.2.3.4 Resultados de los valores obtenidos de Diversidad florística por estrato en el Sistema Ambiental.	57
IV.2.3.5 Tipos de fauna en el Sistema Ambiental.	59
V. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL PREDIO QUE INCLUYA LOS FINES A QUE ESTE DESTINADO, CLIMA, TIPO DE SUELO, PENDIENTE MEDIA, RELIEVE, HIDROGRAFÍA Y TIPOS DE VEGETACIÓN Y FAUNA.....	66
I. Condiciones del predio.	66
II. Fines a que está destinado el predio	66
V.1 Clima.....	67
V.3 Pendiente media.....	67
V.4 Hidrografía.....	68
V.5 Tipos de vegetación.....	68
V.5.5 Composición de especies	75
V.5.6 Especies protegidas.	78
V.5.7 Densidad de individuos en el predio.	79
V.5.8 Resultados de los valores obtenidos de Importancia Ecológica en el predio.	81
V.5.9 Resultados de los valores obtenidos de Diversidad florística por estrato en el predio.	83
V.7 Fauna	86
VI. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....	90
VI.1 Metodología para el inventario forestal en el área propuesta para el cambio de uso del suelo.	90
VI.1.1 Diseño de muestreo.	90
VI.1.2 Forma y tamaño de los sitios de muestreo.....	91
VI.1.3 Intensidad de muestreo.	92

VI.1.4 Procesamiento de la información.....	93
VI.1.5 Fórmulas utilizadas.....	93
VI.1.6 Modelos matemáticos para estimar Volumen:.....	94
VI.1.7 Resultados de la estimación del Volumen Total Árbol de las materias primas forestales.....	96
VII. PLAZO Y FORMA DE EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....	99
VII.1 Plazo de ejecución para el cambio de uso de suelo en terreno forestal.....	99
VII.2 Forma de ejecución para el cambio de uso de suelo en terreno forestal.....	99
VIII. VEGETACIÓN QUE DEBA RESPETARSE O ESTABLECERSE PARA PROTEGER LAS TIERRAS FRAGILES.....	104
IX. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	110
IX.1. Identificación de Impactos.....	110
X. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES, LA FLORA Y FAUNA SILVESTRE, APLICABLES DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DE DESARROLLO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....	134
X.1 Descripción de las medidas de prevención y mitigación.....	134
XI. SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PROPUESTO.....	153
XI.1 Diagnóstico ambiental.....	169
XII. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....	172
XII.1. Justificación técnica para demostrar que no se compromete la biodiversidad.....	172
XII.2.- Para demostrar que no se comprometerá la erosión de los suelos.....	181
XII.3.- Para demostrar que no se provocará el deterioro de la calidad del agua y la disminución en su captación.....	189
XII.4.- Justificación del uso alternativo propuesto, el cual debiera ser más productivo a largo plazo.....	198
XII. 5.- Justificación de los factores socio-económicos.....	199
XIII. DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DE LA PERSONA QUE HAYA FORMULADO EL ESTUDIO Y EN SU CASO DEL RESPONSABLE DE DIRIGIR LA EJECUCIÓN.....	202
XIV. VINCULACIÓN Y APLICACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.....	203
XV. ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DEL SUELO.....	236

XV.1 Valoración económica directa.....	237
XV.2 Valoración económica indirecta.....	242
XVI. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....	245
XVII. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS	257
XVII.1 Referencias Bibliográficas	257
XVII.2 Cartografía y mapas elaborados para este estudio	264
XVII.3 Datos de campo del inventario forestal del predio.	264

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Usos y destinos de la superficie a afectar para el desarrollo del proyecto.	11
Cuadro 2. Programa de trabajo del proyecto Maderos Residencial.	15
Cuadro 3. Coordenadas extremas (UTM Datum WGS 84) del predio ubicado en la SM 333 Mz 01 Lote 2-11 y Lote 2-12 para el proyecto Maderos Residencial.	18
Cuadro 4. Resultados del análisis espacial del SIGEA, con respecto a las áreas naturales protegidas de la región, de acuerdo con la poligonal definida del proyecto.	25
Cuadro 5. Lista de algunos de los huracanes que se han presentado en la región.	41
Cuadro 6. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones que prevalecen en el sistema ambiental.	48
Cuadro 7. Coordenadas en UTM de los sitios de muestreo empleados durante el levantamiento de datos en campo para el proyecto Maderos Residencial. Datum WGS-84 México.	50
Cuadro 8. Listado de especies vegetales registradas en el Sistema Ambiental y su correspondiente forma de vida y categoría de protección.	52
Cuadro 9. Valor de Importancia Relativa (VIR) del Estrato herbáceo en el sistema ambiental de este proyecto.	54
Cuadro 10. Valor de Importancia Relativa (VIR) del Estrato arbustivo en el sistema ambiental de este proyecto.	55
Cuadro 11. Valor de Importancia Relativa (VIR) del Estrato arbóreo en el sistema ambiental de este proyecto.	56
Cuadro 12. Diversidad (H') y Equitabilidad (E) del estrato Estrato herbáceo del sistema ambiental. ...	57
Cuadro 13. Diversidad (H') y Equitabilidad (E) del Estrato arbustivo en el sistema ambiental.	58
Cuadro 14. Diversidad (H') y Equitabilidad (E) del Estrato Arbóreo en el sistema ambiental.	59
Cuadro 15. Abundancia relativa de las especies registradas en el sistema ambiental de la zona de estudio.	62
Cuadro 16. Diversidad (H') y Equitabilidad (E) de las especies del grupo de los Reptiles registrados en el sistema ambiental de este proyecto.	63
Cuadro 17. Diversidad (H') y y Equitabilidad (E) de las especies del grupo de las Aves registradas en el sistema ambiental de este proyecto.	63
Cuadro 18. Diversidad (H') y y Equitabilidad (E) de las especies del grupo de los Mamíferos registrados en el sistema ambiental de este proyecto.	64
Cuadro 19. Parámetros establecidos para la toma de datos en cada uno de los sitios de muestreo. ...	70
Cuadro 20. Coordenadas en UTM de los sitios de muestreo empleados para la estimación de los índices de importancia relativa y diversidad dentro del predio.	70
Cuadro 21. Valores del número de individuos por hectárea, altura máxima, altura promedio y DAP por estrato de la Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.	74
Cuadro 22. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones de la vegetación en el predio del proyecto.	74
Cuadro 23. Listado florístico de las especies vegetales registradas en el predio y su correspondiente forma de vida y categoría de protección.	76
Cuadro 24. Especies bajo estatus de Amenazada observadas en el predio y listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	79

Cuadro 25. Número de individuos por especie en los sitios de muestreo y por hectárea en el estrato herbáceo.....	79
Cuadro 26. Número de individuos por especie en los sitios de muestreo y por hectárea en el estrato arbustivo.....	80
Cuadro 27. Número de individuos por especie en los sitios de muestreo y por hectárea en el estrato arbóreo.....	81
Cuadro 28. Valor de Importancia Relativa (VIR) para el estrato herbáceo dentro del predio.....	81
Cuadro 29. Valor de Importancia Relativa (VIR) de estrato arbustivo dentro del predio (DN desde 3 cm y hasta 9.9 cm).....	82
Cuadro 30. Valor de Importancia Relativa (VIR) del Estrato arbóreo dentro del predio considerando los individuos con un DN de 10 cm en adelante.....	83
Cuadro 31. Diversidad (H') y Equitabilidad (E) de las especies del estrato herbáceo.....	83
Cuadro 32. Diversidad (H') y Equitabilidad (E) de las especies del estrato arbustivo.....	84
Cuadro 33. Diversidad (H') y Equitabilidad de las especies del estrato Arbóreo.....	85
Cuadro 34. Categorías de abundancia por especie según el grupo de vertebrado terrestre.....	86
Cuadro 35. Concentrado de las especies de fauna identificadas en campo.....	86
Cuadro 36. Diversidad (H') y Equitabilidad (E) de las especies del grupo de los Reptiles registrados en el predio de este proyecto.....	88
Cuadro 37. Diversidad (H') y Equitabilidad (E) de las especies del grupo de las Aves registradas en el predio de este proyecto.....	88
Cuadro 38. Diversidad (H') y Equitabilidad (E) de las especies del grupo de los Mamíferos registrados en el predio de este proyecto.....	88
Cuadro 39. Ubicación de los sitios de muestreo. Se presentan las coordenadas en UTM de los sitios de muestreo empleados para el inventario forestal del predio para el proyecto Maderos Residencial. Datum WGS-84 México.....	93
Cuadro 40. Ecuaciones utilizadas para volúmenes con corteza (Vcc), en m ³ para las especies localizadas en el predio.....	94
Cuadro 41. Ecuaciones de volúmenes con corteza (Vcc) y sin corteza (Vsc) (m ³) para grupos de especies del estado de Quintana Roo.....	95
Cuadro 42. Valores estimados en los 6 sitios de muestreo (3,000 m ²), DN, altura promedio, número de individuos, Área Basal y Volumen Total Árbol.....	96
Cuadro 43. Estimaciones del estrato arbóreo por categoría diamétrica. Se presenta el número total de individuos por hectárea (IND/HA), área basal por hectárea (AB/HA) expresada en m ² , Volumen de fuste total por hectárea (VFT/HA) expresada en m ³ . Así como por la superficie sujeta a CUSTF (12.5 has) de las especies identificadas en el terreno forestal para el proyecto.....	97
Cuadro 44. Concentrado por especie del volumen de fuste limpio (VFL), Volumen de fuste total (VFT) y Volumen total árbol (VTA) por hectárea, así como por la superficie sujeta a CUSTF (12.5 hectáreas) de las especies identificadas en el terreno forestal para el proyecto.....	97
Cuadro 45. Programa de trabajo para la implementación del cambio de uso del suelo del terreno forestal para el proyecto Maderos Residencial.....	100
Cuadro 46. Distribución de las áreas permeables del predio donde se pretende ejecutar el proyecto Maderos Residencial correspondientes a la SM 333 MZ 01 LOTE 2-11.....	107
Cuadro 47. Distribución de las áreas permeables del predio donde se pretende ejecutar el proyecto Maderos Residencial correspondientes a la SM 333 MZ 01 LOTE 2-12.....	107
Cuadro 48. Acciones del proyecto susceptibles de producir impactos sobre el ambiente durante las actividades de CUSTF.....	111
Cuadro 49. Factores y servicios ambientales susceptibles de recibir impactos.....	112

Cuadro 50. Lista de chequeo de los factores ambientales susceptibles de ser impactados por las actividades de CUSTF del proyecto. (p): impacto positivo; (n): impacto negativo.	114
Cuadro 51. Identificación de los impactos ambientales derivados de la implementación del CUSTF del proyecto "Maderos Residencial".....	117
Cuadro 52. Descripción de los impactos potenciales derivados de la implementación del CUSTF del predio donde se lleva a cabo la construcción del proyecto "Maderos Residencial".	118
Cuadro 53. Criterios de clasificación de los impactos ambientales.....	123
Cuadro 54. Valoración cualitativa de los impactos ambientales del proyecto.	124
Cuadro 55. Criterios para la valoración cuantitativa de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto.....	126
Cuadro 56. Ponderación para la valoración de impactos ambientales.....	126
Cuadro 57. Valoración cuantitativa de los impactos ambientales identificados para el proyecto.	127
Cuadro 58. Impactos ambientales positivos identificados para el proyecto Maderos Residencial.	128
Cuadro 59. Impactos ambientales negativos identificados para el proyecto Maderos Residencial. ...	130
Cuadro 60. Preceptos normativos de excepcionalidad y servicios ambientales utilizados para la descripción de las medidas de prevención y mitigación.	134
Cuadro 61. Medidas de prevención y mitigación para asegurar la protección y recuperación de los suelos.	135
Cuadro 62. Medidas de prevención y mitigación para evitar el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.	137
Cuadro 63. Medidas de prevención y mitigación para no comprometer la biodiversidad.	138
Cuadro 64. Medidas de prevención y mitigación para no comprometer los servicios ambientales. ...	139
Cuadro 65. Medidas de prevención y mitigación relacionadas con aspectos socioeconómicos.	140
Cuadro 66. Valoración cuantitativa de los impactos ambientales residuales para el proyecto una vez implementadas las medidas de prevención y mitigación planteadas.	141
Cuadro 67. Cuadro de superficies propuestas por el proyecto "Maderos Residencial".	147
Cuadro 68. Identificadores de Impacto para el Programa de Monitoreo del Proyecto.	151
Cuadro 69. Costo total de la inversión para el Programa de Manejo Ambiental de este proyecto.	152
Cuadro 70. Cálculo de captura de Carbono.....	164
Cuadro 71. Resultados del índice de diversidad de Shannon-Wiener por estratos.	174
Cuadro 72. Comparativo de los valores de importancia relativa del estrato arbóreo del predio (CUSTF) y del sistema ambiental.....	175
Cuadro 73. Comparativo de los valores de importancia relativa del estrato arbustivo del predio (CUSTF) y del sistema ambiental.....	176
Cuadro 74. Comparativo de los valores de importancia relativa del estrato herbáceo del predio (CUSTF) y del sistema ambiental.....	177
Cuadro 75. Comparativo de riqueza por grupo de vertebrados registrados en los transectos dentro del predio y del sistema ambiental.....	179
Cuadro 76. Número de especies de vertebrados terrestres reconocida para la Península y Estado de Quintana Roo. Entre paréntesis se indica el porcentaje que representa la riqueza específica presente en el predio del proyecto.	180
Cuadro 77. Ecuaciones de erosividad por regiones.	182
Cuadro 78. Valores de K de erosinabilidad de los suelos según textura y % de materia orgánica. ...	183
Cuadro 79. Degradación de suelos en Quintana Roo: extraída de la superficie afectada por procesos, por entidad federativa, según niveles de degradación, 2002 (hectáreas).....	187
Cuadro 80. Tasa de crecimiento entre los quinquenios de 1990-2010 en las principales poblaciones del estado de Quintana Roo.....	200

Cuadro 81. Criterios ecológicos generales del POEL del Municipio de BJ.	205
Cuadro 82. Lineamientos ambientales para el desarrollo de proyectos de acuerdo con la UGA-21 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.	212
Cuadro 83. Criterios de regulación ecológica específicas aplicables a la UGA-21 y vinculación del cumplimiento por parte del proyecto Maderos Residencial.	214
Cuadro 84. Resultados del análisis espacial del SIGEA, con respecto a las áreas naturales protegidas de la región, de acuerdo con la poligonal definida del proyecto.	226
Cuadro 85. Seguimiento de Normas Oficiales Mexicanas durante el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto.	229
Cuadro 86. Cuadro de superficies propuestos por el proyecto "Maderos Residencial".	232
Cuadro 87. Superficies y porcentajes netos propuestos por el proyecto "Maderos Residencial".	234
Cuadro 88. Superficies y porcentajes de áreas permeables propuestos por el proyecto.	235
Cuadro 89. Clasificación de valores.	236
Cuadro 90. Estimación del volumen comercial (m ³) para madera aserrada por especie, por hectárea y para la superficie de 12.5 hectáreas.	238
Cuadro 91. Estimación del volumen comercial (m) por especie, por hectárea y por la superficie total de cambio de uso del suelo para el actual proyecto (12.50 has).	238
Cuadro 92. Desglose por especie del volumen que podría utilizarse para leña, tritura ó carbón.	239
Cuadro 93. Estimación económica de la madera para leña, material triturado y carbol vegetal, con base a la estimación volumétrica del inventario forestal.	240
Cuadro 94. Valor económico y número de plantas ornamentales por hectárea y por la superficie de cambio de uso de suelo forestal del proyecto.	240
Cuadro 95. Estimación económica de la tierra vegetal.	241
Cuadro 96. Estimación económica de los recursos biológicos forestales de las especies de fauna con registro de campo en el área propuesta para cambio de uso del suelo.	242
Cuadro 97. Evidencias de valores de existencia.	243
Cuadro 98. Valoración económica indirecta a partir del valor de los servicios ambientales que presta la vegetación que se desarrolla al interior del predio.	243
Cuadro 99. Resumen de la estimación de los recursos biológicos forestales.	244
Cuadro 100. Valores relativos correspondientes de las distintas variables desométricas de interés.	249
Cuadro 101. Densidades promedio recomendadas por tipo de ecosistema por la CONAFOR, (Reglas de Operación ProÁrbol).	251
Cuadro 102. Conceptos y costos para las actividades de forestación para la superficie de cambio de uso de suelo.	252
Cuadro 103. Estimación del costo de las actividades de restauración por hectárea en el sitio en un periodo de 20 años.	255

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Secciones viales tipo del fraccionamiento maderos Residencial.	11
Figura 2. Lotificación del proyecto Maderos Residencial Sm 333 Mza 1 Lote 2-11.	12
Figura 3. Lotificación del proyecto Maderos Residencial Sm 333 Mza 1 Lote 2-12.	12
Figura 4. Plano georreferenciado del predio donde se pretende ejecutar el proyecto	17
Figura 5. Croquis de localización del predio del proyecto en su contexto geopolítico.	19
Figura 6. Vialidades, vías de acceso y predios circundantes del desarrollo habitacional.	20
Figura 7. Localización del predio en el contexto del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez.	21
Figura 8. Ubicación del sitio del proyecto Maderos Residencial con base en el PDUCCP 2014- 2030.....	22
Figura 9. Distribución espacial y cuadro de construcción del área que se solicita para Cambio de Uso del suelo en Terrenos Forestales del proyecto Maderos Residencial.	23
Figura 10. Pantalla del portal del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEA) del portal de la SEMARNAT.	24
Figura 11. En la imagen se aprecia la ubicación del predio, con respecto a las áreas naturales protegidas más cercanas.	26
Figura 12. Localización del sitio del proyecto con respecto a la Región Hidrológica Prioritaria número 103 denominada "Contoy".	27
Figura 13. Región Marina Prioritaria aplicable al sitio del proyecto.	28
Figura 14. Esquematzación de las condiciones del sistema natural fragmentado por el desarrollo urbano de la ciudad de Cancún.	37
Figura 15. Subtipo climático que se presenta en el sitio del proyecto.....	39
Figura 16. Marcha anual de la temperatura y precipitación para la zona de estudio.....	40
Figura 17. Mapa de peligros por incidencia de ciclones.....	40
Figura 18. Mapa Edafológico del Área de Estudio	42
Figura 19. Mapa Geológico del área de Estudio	43
Figura 20. Mapa Hidrológico Superficial del Área de Estudio	44
Figura 21. Mapa Hidrológico Subterráneo del Área de Estudio	45
Figura 22. Representación esquemática el flujo subterráneo del agua que caracteriza la zona costera del norte de Quintana Roo. Fuente: Juárez et al, 2006.....	46
Figura 23. Tipo de vegetación y uso de suelo en el sistema ambiental del proyecto Maderos Residencial. Fuente: Carta de uso del suelo y vegetación de INEGI, Serie V.	47
Figura 24. Distribución espacial de los sitios de muestreo para el proyecto Maderos Residencial.....	49
Figura 25. Evidencias de los registros de fauna obtenidos en el sistema ambiental del proyecto Maderos Residencial.....	61
Figura 26. Imágenes de la vegetación secundaria del predio donde se pretende desarrollar el proyecto Maderos Residencial.	73
Figura 27. Distribución espacial de las condiciones de la vegetación secundaria arbustiva y herbácea de selva mediana subperennifolia en el predio del proyecto.....	75
Figura 28. Distribución espacial de las unidades de muestreo en el predio.	91

Figura 29. Esquema de las unidades circulares o concéntricas utilizadas en el levantamiento de datos de campo del estudio base.....	92
Figura 30. Distribución espacial de las áreas verdes del proyecto Maderos Residencial donde se pretenden reubicar las plantas rescatadas.	109
Figura 31. Total de impactos por actividad de CUSTF del proyecto.	116
Figura 32. Tipo de vegetación y uso de suelo en el sistema ambiental del proyecto Maderos Residencial.....	144
Figura 33. Distribución espacial de las condiciones de la vegetación secundaria arbustiva y herbácea de selva mediana subperennifolia en el predio del proyecto.....	145
Figura 34. Anteproyecto "Maderos Residencial".....	147
Figura 35. Crecimiento urbano en el sitio del proyecto.	149
Figura 36. Distribución conocida de la palma <i>Thrinax radiata</i> (chit), de acuerdo con la CONABIO. Fuente: Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2010.	160
Figura 37. Área de distribución de la iguana rayada (<i>Ctenosaura similis</i>) en México. Fuente: Ramírez Bautista y Arizmendi, 2004.....	160
Figura 38. Localización del predio respecto a la expansión de la mancha urbana de la ciudad de Cancún.	171
Figura 39. Erosión Hídrica Potencial de suelos.....	187
Figura 40. Erosión eólica Potencial de suelos.....	188
Figura 41. Regiones Hidrológicas Administrativas. Fuente: Conagua. Subdirección General de Programación. 2010. Elaborado a partir de: Conagua. Subdirección General Técnica. CONAPO. <i>Proyecciones de la Población de México 2005-2050</i> . México, 2008.	193
Figura 42. Acuíferos en las Regiones Hidrológicas Administrativas. Fuente: Conagua. Subdirección General Técnica, 2010.....	194
Figura 43. Crecimiento poblacional del estado de Quintana Roo.....	199
Figura 44. Superficie de CUSTF del proyecto "Maderos Residencial".....	203
Figura 45. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.	204
Figura 46. Pantalla del portal del SIGEIA de la SEMARNAT.	226
Figura 47. Localización del sitio del proyecto con respecto a la Región Hidrológica Prioritaria número 103 denominada "Contoy".	227
Figura 48. Región Marina Prioritaria aplicable al sitio del proyecto.	228
Figura 49. Localización del sitio del proyecto en el Plano E del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030).	231
Figura 50. Modelo general de sucesión vegetal propuesto por Gómez Pompa y Vázquez-Yanes (1981).	246

RESUMEN EJECUTIVO

PROYECTO: "MADEROS RESIDENCIAL"

El Documento Técnico Unificado modalidad - A (DTU-A) del proyecto "Maderos Residencial", que se presenta para solicitar el cambio de uso del suelo del sitio donde se pretende remover la vegetación forestal de un terreno en donde se pretende desarrollar un fraccionamiento habitacional por parte de la empresa Urbanizadora Líder Peninsular S.A. de C.V.; encuentra fundamento legal y se apega a lo dispuesto por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, sus respectivos Reglamentos aplicables a la materia, así como por el "ACUERDO por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan.

En este DTU - A, se refleja el criterio integrado de un equipo de trabajo interdisciplinario sobre el comportamiento ambiental del proyecto, sobre su aceptabilidad y sobre la forma en que puede ser mejorado, de tal manera que no solo llegue a ser ambientalmente aceptable, sino que pueda considerarse a largo plazo como sustentable. 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.

Siendo el objetivo del presente documento, obtener por parte de la autoridad evaluadora, la autorización en materia de Cambio de Uso de Suelo e Impacto Ambiental, para poder dar inicio a las obras y actividades de remoción de la vegetación del sitio para destinarlo a actividades no forestales, mismas que como se demuestran en el cuerpo del presente documento consisten en la etapa de preparación del sitio y que corresponden a las actividades de: delimitación topográfica, rescate de vegetación, acondicionamiento de vivero, ahuyentamiento de fauna, desmonte, despalme, trazo, reforestación, nivelación y compactaciones, las cuales se realizarán con la ayuda de maquinaria pesada, trabajadores locales y el apoyo de herramienta menor. Estas actividades corresponden a la etapa de cambio de uso de suelo de un terreno forestal a urbano con el propósito de desarrollar un fraccionamiento habitacional con la infraestructura y equipamiento adecuados, proyectándose el inicio, una vez que se cuente con las autorizaciones pertinentes ante las dependencias que correspondan.

La superficie propuesta para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales es de 125,000.00 m² (12.5 has), que se encuentra cubierta con vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia, y que corresponde a la superficie total del

predio particular ubicado en la SM 333, Mz 01, Lote 2-11 y Lote 2-12, al Sur de la Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo, cuya propiedad a favor del promovente se acredita con la escritura pública No. 7883, Vol. LXXII-D/2016, protocolizado a través de la notaría pública No. 41, en la ciudad de Playa del Carmen, municipio de Solidaridad, estado de Quintana Roo, por el predio ubicado en la **Sm 333, Mz.01, Lote 02-11**, en la localidad Alfredo V. Bonfil, municipio de Benito Juárez, estado de Quintana Roo y por el Contrato de Arrendamiento celebrado el 14 de abril del 2016, a través de la notaría pública No. 53, en la ciudad de Cancun, municipio de Benito Juárez, estado de Quintana Roo; por el uso y aprovechamiento del predio ubicado la **Sm 333, Mz.01, Lote 02-12**, ubicado en la localidad Alfredo V. Bonfil, municipio de Benito Juárez, estado de Quintana Roo. (Anexo al presente).

Por su naturaleza, el proyecto se encuentra clasificado dentro del ramo de la construcción de viviendas, por lo que se pretende el cambio de uso de suelo de un terreno forestal para llevar a cabo la construcción de un fraccionamiento habitacional, de manera eficiente y con el mínimo impacto ambiental, cumpliéndose con lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Cancún 2014-2030 (PDU-CPC) publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 16 de Octubre de 2014.

En el presente documento se describen las condiciones físicas y biológicas del sistema ambiental y de la micro-cuenca hidrológica-forestal donde se ubica el predio, las condiciones de clima, suelo, topografía y relieve. Se describe el tipo de vegetación que predomina en la zona para compararla con la vegetación que resultará afectada con el cambio de uso del suelo. En este sistema ambiental predominan fragmentos aislados de vegetación secundaria derivados de una selva mediana subperennifolia producto del impacto recurrente sobre la vegetación previa de fenómenos meteorológicos sucesivos y de acciones antropogénicas relacionadas con la expansión de la mancha urbana, por lo que también se aprecian grandes áreas ocupadas por asentamientos urbanos.

Después se aborda el estudio de las condiciones del predio, clima, tipo de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y fauna, estudio del cual se obtuvieron los resultados que a continuación se mencionan. También se presenta una caracterización de flora y fauna silvestre comparada entre el predio y el sistema ambiental destacando sus componentes y su importancia relativa.

Las unidades de muestreo que se establecieron para el inventario forestal fueron 6 y están distribuidas de manera sistemática dentro del predio, de las cuales para la descripción cuantitativa de la vegetación del predio se seleccionaron 3; que se comparan con las 3 unidades de muestreo que representan el sistema ambiental y que se ubicaron en las inmediaciones del predio. En cada sitio de muestreo se establecieron unidades circulares con subunidades concéntricas de tres diferentes dimensiones. Tomando en cuenta las características de la vegetación existente en el predio en donde se desarrollan e interactúan árboles maduros, jóvenes, delgados,

arbustos y plantas herbáceas, el tamaño de cada unidad de muestreo consistió en una unidad de 500 m², con subunidades concéntricas de 100 m² y 5 m².

La vegetación de este predio corresponde a una vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia con predominancia arbustiva y en menor proporción herbácea que se encuentran en proceso de degradación por encontrarse sometida a la presión que ejerce la expansión de la mancha urbana de la ciudad de Cancún. En la vegetación de este predio se registra una riqueza de 90 especies, de las cuales 60 especies son árboles, 13 especies son arbustivas, 6 son herbáceas, 4 especies son rastreras y trepadoras, 3 son palmas y 4 son epifitas. 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 41 Familias, de las cuales Fabaceae es la que cuenta con el mayor número de especies (13 especies identificadas). De acuerdo con la información recopilada en este predio, se observaron dos especies, que se reportan como Amenazadas. Las especies citadas con estatus de amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 son: la palma Chit (*Thrinax radiata*) y el maculis amarillo o X-k'anlol k'aax (*Tabebuia chrysantha*).

Las especies arbustivas más abundantes en este predio son: *Sideroxylon salicifolium* (Chacyá) con 733 individuos arbustivos por hectárea, *Ficus cotinifolia* (alamo) con 677 individuos por hectárea y *Lonchocarpus rugosus* (Kanasin) con 600 individuos por hectárea; todas estas especies son propias de la vegetación secundaria de Selva mediana subperennifolia en desarrollo.

Según los resultados de la fauna registrada en este predio de las 15 especies identificadas, 2 especies son reptiles, 10 especies son aves con 25 registros y 3 especies son mamíferos. En el caso de los reptiles y mamíferos solo se tuvo un registro por especie. Por lo tanto, las aves representan más del 83% del total de registros obtenidos durante el muestreo en este predio.

En cuanto a la diversidad de la fauna registrada en el predio, el grupo de las aves obtuvo el valor H más alto con 3.5 que se considera alto, esto indica que existe una muy buena cantidad de especies de aves en el área, en tanto que los reptiles y los mamíferos obtuvieron un Índice H de 1.6 y 1.0 considerados bajos. La equitabilidad resultó muy similar en todos los grupos. Es necesario mencionar que los registros obtenidos en el presente estudio rerepresentan las especies que estuvieron presentes en el predio durante el muestreo; ya que las fluctuaciones estacionales y ambientales durante todo el año afectan la posibilidad de observar un mayor número de individuos que ocupan el área en algún otro periodo del año.

Las 10 especies de aves registradas en el predio representan 1.8% y 2.0% del número de especies reconocidas en este grupo para la Península y el Estado, respectivamente (Pozo 2011). Esta reducida representación proporcional se mantiene al comparar las

especies de los reptiles y mamíferos registrados en el área del proyecto, con respecto a las especies reconocidas para la Península y el Estado de Quintana Roo

El proyecto no compromete la diversidad local, o del sistema ambiental (SA) donde se localiza el predio, dado el estado actual del ecosistema, considerando que tanto en el predio como en el ecosistema del sistema ambiental se presenta una composición florística similar.

El análisis comparativo de la vegetación del sistema ambiental y del predio indica que la similitud de la composición florística en ambos sitios es de 94%, la cual se considera como alta. En consecuencia, el argumento que se sostiene es que no se compromete la riqueza de las especies, aún cuando tenga lugar el desmonte en el área del proyecto, porque la representatividad específica está garantizada en el sistema ambiental adyacente.

En relación con los valores de importancia relativa se realizó una comparación de los resultados obtenidos en la superficie propuesta de CUSTF contra lo obtenido en el sistema ambiental, en donde se pudo verificar que la mayoría de las especies registradas en el área de CUSTF se encuentran también dentro del sistema ambiental. Asimismo, se observa que las especies con los valores de importancia relativa más altos se registraron en ambos sitios. Este grupo de especies por ser abundantes y frecuentes son las que presentan menos riesgo de afectación por la remoción de la vegetación del predio. En el segundo grupo de especies se incluyen las que se registraron en el sistema ambiental pero que no fueron registradas en el predio, en este caso lo más probable es que tampoco resulten afectadas por la remoción de la vegetación del predio. Mientras que en el tercer grupo se incluyen las especies que se registraron en los sitios de muestreo del predio, pero que no aparecieron en los sitios de muestreo del sistema ambiental. En este caso como medida preventiva ante posibles riesgos de afectación a estas especies por la remoción de la vegetación de este predio, se han seleccionado las especies con los valores de importancia relativa más bajos y se pretende coleccionar propágulos para incluirlos en el programa de reforestación de las áreas verdes.

Los resultados del análisis del inventario forestal y la estimación volumétrica obtenida a partir de multiplicar el área basal (m^2) por la altura total, utilizando el modelo matemático para construir las tablas de volumen de la cual resultan las ecuaciones de volúmenes para cada especie, se estima un Volumen Total Árbol (VTA) de $11.338 m^3$ por hectárea y el Volumen Total Árbol que se estima que está presente en la superficie solicitada de cambio de uso de suelo en las 12.5 hectáreas es de $141.729 m^3$. Siendo las especies que contribuyen más en este volumen: *Manilkara zapota* con el 34.1% del total, *Lysiloma latisiliquum* con un 29.5% y *Metopium brownei* con un 13.6%; lo que representa más de las tres cuartas partes (77.3%) de la totalidad del volumen presente en el área que eventualmente estará sujeta a cambio de uso del suelo

Los resultados del volumen obtenido en el predio nos permiten concluir que en el terreno destinado para el cambio de uso del suelo para el proyecto "Maderos Residencial"; existen también 87 individuos por hectárea del estrato arbóreo, en tanto que en total se encuentran 1,083 árboles en la superficie de cambio de uso de suelo (CUSTF) que se tiene propuesta. Con relación al área basal, ésta representa 1.83 m² por hectárea y 22.91 m² en las 12.5 has que eventualmente podrán estar sujetas a cambio de uso de suelo.

Los valores de volumen de la masa forestal obtenidos, así como los parámetros dasonómicos mostrados con anterioridad, dejan claro que la vegetación presente en el área de estudio corresponde a un conjunto de individuos prácticamente jóvenes que son resultado de un ecosistema de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia deteriorado por los fenómenos naturales y por los asentamientos humanos cerca del predio.

Del inventario forestal se concluye, que si bien es cierto, que el área donde se pretende desarrollar el proyecto, cuenta actualmente con cobertura vegetal de carácter forestal, no menos cierto resulta, como se ha de demostrar en el contenido del presente estudio que las especies, el arbolado y la madera que conforman tanto la superficie que se pretende solicitar de cambio de uso de suelo forestal, como la totalidad del predio, no son económicamente redituables hablando en términos forestales, sumado a lo anterior se debe preponderar el hecho de que esta superficie cuenta con política de Aprovechamiento Urbano sujeto al PDU-CPC, siendo compatible con el uso Habitacional propuesto, por lo tanto es de prever que este proyecto, que implica una fuerte inversión, fuente de empleo y mayor recaudación fiscal, es un uso mucho más productivo que el de un aprovechamiento forestal, el cual en todo caso, no está permitido en esta zona.

Dentro de los 27 impactos que fueron identificados como negativos, mediante la aplicación de los criterios para la valoración cuantitativa de los impactos ambientales, se ponderó que ninguno es severo (significativo), 16 son compatibles, y 11 son moderados.

En términos generales, se puede concluir que las condiciones ambientales predominantes en el sistema ambiental de este proyecto, corresponden con las características de las zonas periféricas a las áreas urbanas, donde por el patrón de crecimiento de la mancha urbana se dejan parches de vegetación secundaria arbustiva derivada de una selva mediana subperennifolia dentro de áreas que ya se encuentran ocupadas, desmontadas o en proceso de construcción. Por lo tanto, en el área de influencia directa de este proyecto predomina una vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia, existen asentamientos humanos, vialidades en operación y una gran cantidad de brechas y caminos que conforman un ecosistema previamente fragmentado y en continua modificación,

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 a los recursos forestales y al ambiente. El proyecto cuenta con medidas de prevención y mitigación para evitar la afectación de los siguientes factores y servicios ambientales: provisión del agua en calidad y cantidad; captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; generación de oxígeno; amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; modulación o regulación climática; protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; protección y recuperación de suelos; paisaje y la recreación; 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 prevención aplicables para cada uno de los impactos generados.

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 vigente en la que se pretende aplicar el Programa de Manejo Ambiental, Programa de Rescate y Reubicación de Especies de la Vegetación Forestal, Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna Silvestre, Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos.

En términos generales, se puede concluir que los principales servicios ambientales que pudieran afectarse por el cambio de uso del suelo que requiere el proyecto, si no se aplican las medidas preventivas y de mitigación propuestas son: la provisión de agua en calidad y cantidad; modulación o regulación climática, captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; y paisaje y recreación. En cuanto a los servicios ambientales relacionados con: la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida y la protección y recuperación de suelos; se considera que no se pondrían en riesgo por la ejecución del proyecto.

En relación con los ordenamientos jurídicos ambientales a los cuales se encuentra vinculado el proyecto que se somete a estudio, tenemos que por su situación en la zona norte de la geografía del estado de Quintana Roo, esto es en el Municipio de Benito Juárez, concretamente en la Ciudad de Cancún, dicho proyecto se encuentra regulado, además de las Leyes Generales de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y de Desarrollo Forestal Sustentable, y sus respectivos reglamentos, por:

1.- Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez (POELMBJ) ya que el predio se ubica en la unidad de gestión ambiental (UGA) número

21, denominada "Zona Urbana de Cancún", Publicado el 27 de febrero 2014, en el periódico oficial del estado de Quintana Roo.

2.- Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Cancún 2014-2030, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 16 de Octubre de 2014, que establece esta área como habitacional, donde se pretende llevar a cabo la construcción de 750 unidades habitacionales, con una densidad de 60 viviendas/ha.

Los resultados de la vinculación del proyecto Maderos Residencial propuesto en este documento para solicitar el cambio de uso de suelo de un terreno forestal para su uso urbano, es plenamente congruente con lo establecido por los ordenamientos jurídicos ambientales que rigen en la localidad. Se refuerza este argumento por el hecho de que actualmente en esta zona se continúan en proceso los trabajos de urbanización de algunos sectores en lo que se refiere al trazo de calles, introducción de servicios de agua potable, drenaje, electrificación, así como la instalación de plantas para el tratamiento de aguas residuales, propiciando un desarrollo urbano sustentable y armónico con la naturaleza.

Por lo tanto, de acuerdo con la perspectiva planteada en los instrumentos de planeación ambiental aplicables al proyecto, en este estudio se demuestra que la remoción de la vegetación en una superficie de 12.5 hectáreas para el desplante de este proyecto no compromete la biodiversidad, no se provoca la erosión de los suelos, no se provoca el deterioro de la calidad del agua ni la disminución en su captación 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.

Ante este escenario, es evidente que el proyecto propuesto con su ejecución podrá mejorar las condiciones de vida de al menos 750 familias que contarán con una vivienda digna y coadyuvará a mejorar las condiciones socioeconómicas de la región, ya que la población de este fraccionamiento formará parte de una cadena de relaciones vinculantes que pueden incidir en el desarrollo sustentable de la región.

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE

I.1. Nombre del proyecto.

Maderos Residencial.

I.2. Nombre o Razón Social del Promoviente

URBANIZADORA LIDER PENINSULAR S.A. DE C.V.

I.3. Ubicación (dirección) del promoviente.

Av. Kabah, Mza. 2, Lote 20, Local 01, supermanzana 17.
Cancún, Benito Juárez, Quintana Roo. Tel (998) 8846362. C.P. 77505.

I.4. Superficie solicitada de cambio de uso de suelo y tipo de vegetación forestal.

En este estudio la superficie solicitada de cambio de uso del suelo es de 125,000.00 m² (12.5 has) y corresponde a vegetación secundaria de selva mediana con predominancia arbustiva (VSa/SMQ) en proceso de degradación.

I.5. Duración del proyecto.

Las actividades que se requieren para realizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para este proyecto son por un periodo de **2 años** a partir de la obtención de las autorizaciones correspondientes. El proceso de remoción de la vegetación y de pereparación del sitio para desarrollar el proyecto "**Maderos Residencial**", habrá de ejecutarse mediante diferentes actividades secuenciales que se pretenden concluir en 24 meses o dos años.

II. USOS QUE SE PRETENDEN DAR AL TERRENO.

II.1 Objetivo del proyecto.

El objetivo del presente proyecto, es realizar la remoción de la vegetación forestal en una superficie de 125,000 m² (12.5 has) para llevar a cabo en el futuro la construcción y operación de un desarrollo habitacional con toda la infraestructura urbana, con el equipamiento adecuado, con una ejecución eficiente y con el mínimo impacto ambiental. Con esto se pretende contribuir a la oferta de viviendas en la ciudad de Cancún. Por lo que es necesario contar con las autorizaciones correspondientes, dar cabal cumplimiento a los instrumentos de planeación, ofrecer los servicios públicos básicos y contar con la infraestructura urbana suficiente para satisfacer las necesidades de viviendas dignas para 750 familias de la ciudad de Cancún que se desempeñan en los diferentes sectores económicos.

En términos generales, los objetivos del presente proyecto están basados en contribuir al desarrollo planificado y ordenado que las autoridades y la población desean para la ciudad de Cancún, cabecera del municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, incrementar la oferta habitacional de acuerdo con la tendencia de crecimiento urbano y en cumplimiento de los instrumentos de planeación. Se pretende contribuir de manera directa en el sector inmobiliario, ya que habrá de favorecer la mejora en la calidad de vida de los habitantes de la zona e incidiendo dentro del sector turístico.

II.2 Naturaleza del proyecto.

La Ciudad de Cancún es una de las pocas ciudades que alcanzan un importante crecimiento poblacional en el ámbito nacional. Por lo que cada día, un gran número de personas provenientes de los distintos estados del país, elijen como lugar de residencia permanente o temporal a esta parte de la República. En definitiva, en esta region se ofrecen beneficios que difícilmente se habrán de encontrar en otras entidades, el acelerado desarrollo turístico ha requerido de personal capacitado por lo que las ofertas de empleo son bastante frecuentes y por consiguiente se tiene un incremento continuo de las necesidades básicas para la población migrante.

Por lo anterior, uno de los retos más importantes que enfrenta el estado y el municipio de Benito Juárez en lo particular, es proporcionar viviendas, infraestructura urbana, servicios públicos y equipamiento urbano que permita el armónico crecimiento poblacional. Además, de que se tiene que prever las necesidades del sostén de la industria turística que es de las más importantes en nuestro país y que en las últimas décadas se había concentrado en buena medida en esta ciudad.

Por ello a través de la iniciativa privada se pretende satisfacer estos requerimientos de vivienda para la población, de tal forma que el proyecto que nos ocupa denominado "Maderos Residencial", es de naturaleza social, pues mediante su ejecución se

pretende satisfacer la demanda social de la vivienda, sin embargo ello no obsta para que su edificación sea realizada en las áreas donde la propia autoridad ha establecido, en los distintos programas de planeación y desarrollo urbano, como aptas y destinadas para ello, evitándose generar impactos innecesarios, desmedidos, desmesurados o desordenados a los ecosistemas circundantes.

El proyecto Maderos Residencial como su nombre lo indica, consiste en un desarrollo habitacional por lo que el proyecto se ajusta a los lineamientos que establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez (POELMBJ)¹ ya que el predio se encuentra ubicado en la unidad de gestión ambiental (UGA) número 21, denominada "Zona Urbana de Cancún", la cual tiene asignada una política ambiental de "Aprovechamiento sustentable" y los usos de suelo que establece el programa de desarrollo urbano vigente.

La superficie propuesta para el cambio de uso del suelo en terreno forestal estará destinada al uso de suelo urbano y en particular al uso habitacional de acuerdo con la aplicación del Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Cancún 2014-2030 (PDU-CPC). Es importante aclarar que en este proyecto, se contemplan las etapas de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a través de las actividades de remoción de vegetación forestal, por ser una actividad que debe ser evaluada por la Federación, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

En lo que concierne a las etapas de construcción y operación del proyecto, o en su caso, el desarrollo del conjunto habitacional con la construcción de viviendas, será sometido a evaluación ante la autoridad competente, que en ese caso, corresponde al Gobierno Estatal a través del Instituto de Impacto y Riesgo Ambiental. Así mismo, se deja de manifiesto que en éste Documento Técnico Unificado Modalidad A (DTU-A), se someten a evaluación las actividades y procesos implicados con el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y se proponen medidas de prevención y mitigación para los impactos ambientales previstos para esta etapa.

Este proyecto se pretende desarrollar en un predio particular en breña ubicado en la Sm-333, Mza-01, Lote 2-11 y Lote 2-12, al sur de la ciudad de Cancún, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, con una superficie de 125,000 m² equivalente a 12.5 hectáreas, y cuyo proyecto se habrá de realizar acorde con lo establecido a través del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez (POELMBJ) y del Programa Desarrollo Urbano de Centro de Población de Cancún 2014-2030 (PDU-CPC).

El proyecto "Maderos Residencial" solicita el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, para llevar al cabo la remoción de vegetación forestal correspondiente a

¹ Publicado el 27 de febrero 2014, en el periódico oficial del estado de Quintana Roo en Tomo I, número 19 extraordinario Octava época.

vegetación secundaria arbustiva de Selva mediana subperennifolia, en una superficie de 125,000 m² (12.5 has) correspondiente al 100% de la superficie total del terreno, considerando que el 11.8% se mantendrá con cobertura vegetal nativa para su adecuación como parte de las áreas verdes a las que tendrán acceso los habitantes del fraccionamiento.

En este predio las áreas que se pretenden desmontar se destinarán para la construcción de 750 unidades habitacionales (casas unifamiliares y departamentos) que integran un desarrollo habitacional que cuenta con infraestructura vial, áreas comerciales, servicios públicos y equipamiento urbano, integrado a la zona urbana de la ciudad de Cancún, Q. Roo. La densidad para esta zona es de 60 viviendas/hectárea. Asimismo, el proyecto contará con lotes habitacionales, comerciales y vialidades quedando distribuido de la siguiente manera:

Cuadro 1. Usos y destinos de la superficie a afectar para el desarrollo del proyecto.

Usos y destinos	m ²	Has	%
AREA VERDE	14,763.49	1.476	11.8
HABITACIONAL	72,323.98	7.232	57.9
EQUIPAMIENTO	3,771.07	0.377	3.0
COMERCIAL	2,828.39	0.283	2.3
VIAL	31,313.08	3.131	25.1
TOTAL	125,000.00	12.500	100.0

El sitio del proyecto ofrece facilidades de acceso, colinda con fraccionamientos ocupados y vialidades en proceso de construcción, por lo que su ubicación es apropiada para el desarrollo del proyecto de acuerdo con la regulación del PDU-CPC, ya que se encuentra dentro de un área urbanizable, donde se pretende establecer principalmente áreas habitacionales similares a lo planteado por el presente proyecto, con la factibilidad de dotación de servicios municipales, electricidad, agua potable y alcantarillado.

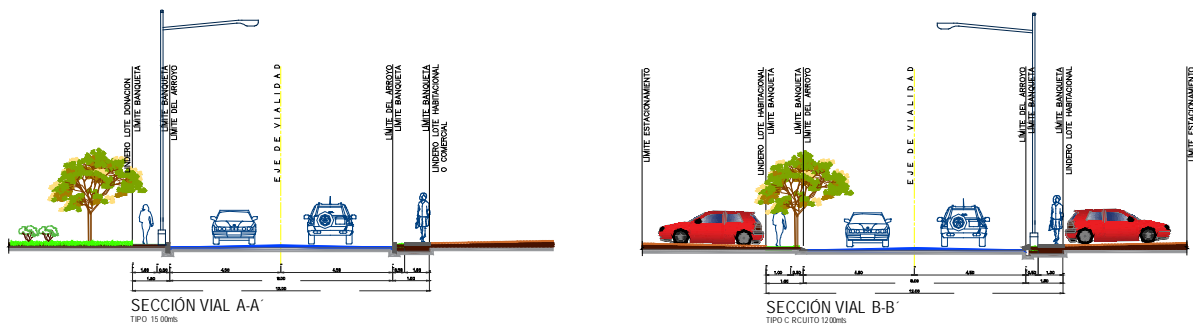


Figura 1. Secciones viales tipo del fraccionamiento maderos Residencial.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A
PROYECTO: "MADEROS RESIDENCIAL"

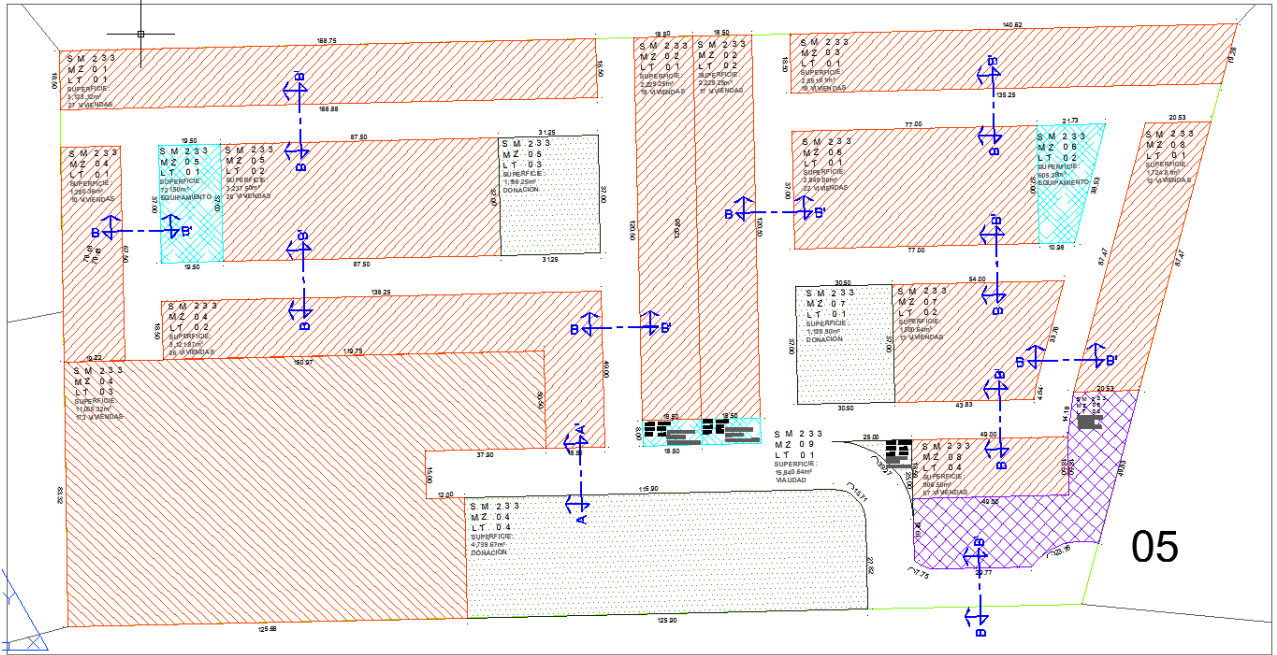


Figura 2. Lotificación del proyecto Maderos Residencial Sm 333 Mza 1 Lote 2-11.

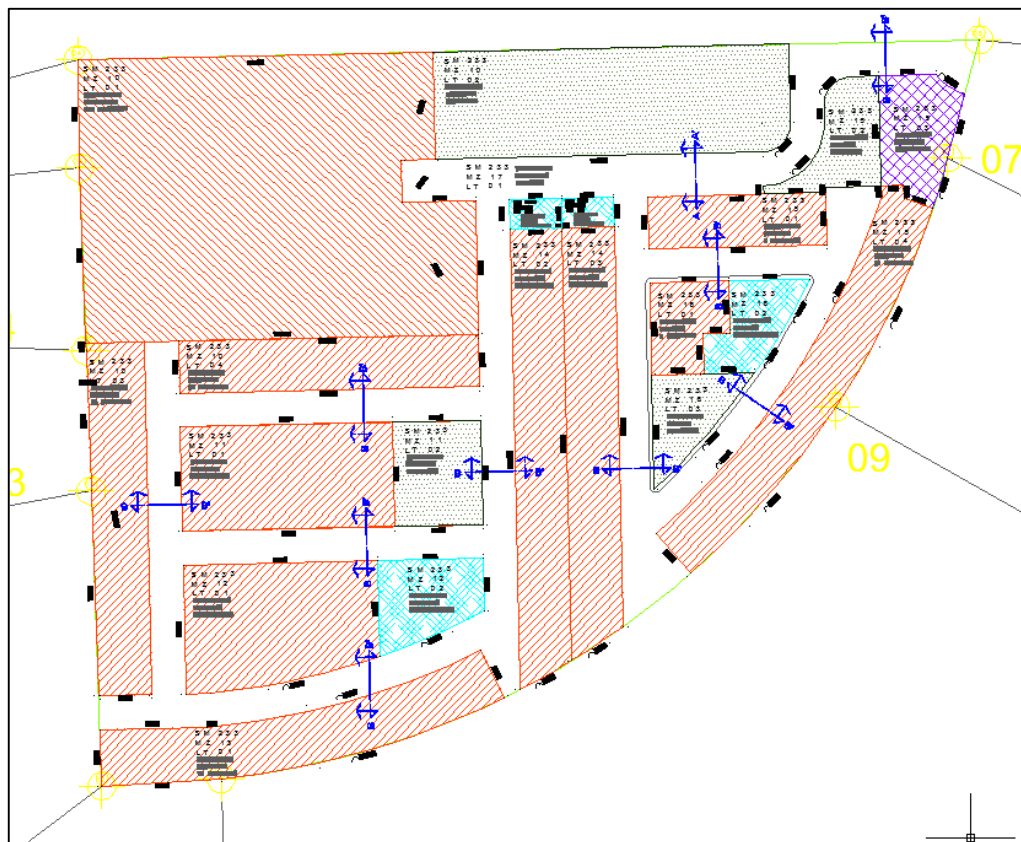


Figura 3. Lotificación del proyecto Maderos Residencial Sm 333 Mza 1 Lote 2-12.

Las viviendas contarán con todos los servicios de energía eléctrica, agua potable y drenaje sanitario. Este fraccionamiento contará con áreas verdes acondicionadas y la superficie total de las vialidades proyectadas, incluyendo banquetas y camellones incluye también el ajardinado de viviendas, camellones y las áreas verdes asociadas a las vialidades.

II.3. Justificar por qué los terrenos son apropiados al nuevo uso.

La ciudad de Cancún se encuentra incluida dentro del grupo de poblaciones con un alto índice de crecimiento, superando a centros urbanos tan importantes como las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey. Este crecimiento poblacional acelerado tiene su origen en la tasa natural de crecimiento poblacional, mismo que se ha visto fuertemente superada por una corriente migratoria procedente de otras entidades federativas principalmente de los estados de Yucatán, Distrito Federal, Veracruz, Guerrero, etc., y aunque en menor proporción hasta de otros países.

Como es de suponer, una gran proporción de la población inmigrante está formada por individuos relativamente jóvenes, los cuales generalmente vienen en busca de oportunidades de trabajo atraídos por la actividad turística que aquí se desarrolla. Ante esta situación, a muchos de ellos les ha resultado de gran atractivo establecerse de manera definitiva en la localidad, por lo que se requiere cada día de más y nuevos espacios destinados a la vivienda. No obstante, una de las características principales del turismo es que está íntimamente ligado a lo que acontece en la esfera de la economía mundial, por lo que es de carácter cíclico, experimentando auges y retrocesos en su desarrollo. Lo que tiene como consecuencia que existan periodos en donde la capacidad de oferta de trabajo es limitada, no pudiendo absorber a toda la mano de obra disponible; de ahí que se manifieste una importante población económicamente activa fluctuante y con recursos variables y limitados.

Ante esta expectativa, se han hecho evidentes los rezagos en vivienda e infraestructura, así como la amplia brecha que separa la pobreza, de las zonas periféricas por lo general en asentamientos irregulares, del lujo y la abundancia de las zonas hoteleras. Con la intención de mitigar esta situación y para propiciar un desarrollo ordenado e incluyente, el Ayuntamiento de Benito Juárez, ha publicado el PDUC-CPC, en el que se incorpora como premisa el desarrollo urbano sustentable de la ciudad de Cancún.

El planteamiento general para esta área por su ubicación se ha definido para la edificación de residencias y viviendas unifamiliar, multifamiliar y en general de conjuntos habitacionales, con espacios de uso comercial y mixto. Actualmente en esta zona continúan en proceso los trabajos de urbanización de algunos sectores en lo que se refiere al trazo de calles, introducción de servicios de agua potable, drenaje, electrificación subterránea, así como la instalación de plantas para el tratamiento de aguas residuales, propiciando un desarrollo urbano sustentable y armónico con la naturaleza.

Por esas razones, los gobiernos federal, estatal y municipal, con el concurso de los agentes que participan en el sector de la construcción, mantienen una política activa en materia de construcción de fraccionamientos sustentables, con lo que se espera resolver los problemas más agudos, en particular, la disponibilidad de viviendas de calidad con servicios básicos y condiciones adecuadas para las familias de ingresos bajos y medios. Por ello el desafío para los próximos años, será abatir el actual déficit y crear una oferta de vivienda suficiente que corresponda a la distribución regional y a los ingresos de la población Quintanarroense.

El predio que se desea desarrollar está inmerso en la unidad de gestión ambiental (UGA) número 21, denominada "Zona Urbana de Cancún", con una política ambiental de Aprovechamiento Sustentable y un uso predominante de desarrollo urbano donde la actividad del proyecto es compatible con los usos condicionados a lo que establezcan en su PDU-CPC, estos instrumentos de planeación son los que controlan y regulan estas actividades, con el fin de que se realicen con un aprovechamiento racional de los recursos naturales y de manera sustentable.

En la zona el uso de suelo urbano es el más importante, pues son evidentes los desarrollos habitacionales, los colegios, fraccionamientos habitacionales y constantes vialidades. Se cuenta con una red de vialidades en operación que permiten acceder al predio.

Este predio está destinado para la construcción de un proyecto habitacional que consistirá en la construcción de viviendas tipo residencial que albergarán familias, que cumplan con los requerimientos de la población actual y futura. El predio de interés actualmente está en breña y carece en su interior de cualquier tipo de obra. Sin embargo, cuenta con algunos servicios a pie de lote, como son electricidad, telefonía, agua potable y drenaje sanitario.

El proyecto Maderos Residencial se ha propuesto en apoyo a la creciente población que llega al polo turístico de Cancún, por lo que se requiere de la mejora en la calidad de vida de los habitantes de la ciudad. Al respecto, se debe citar que cerca de las áreas de este predio corresponden a fraccionamientos habitados y vialidades en operación por lo que se aprecian condiciones de mejoramiento paulatino de los servicios que se ofrecen a los habitantes. Por ello los criterios seguidos para la selección del sitio se refieren a los siguientes argumentos:

1. Incrementar la oferta de vivienda de calidad en la zona sur de la ciudad de Cancún.
2. La ideal ubicación del proyecto, la cual corresponde a una zona rodeada de conjuntos habitacionales ocupados y en proceso de ocupación.
3. La existencia de vialidades de acceso en operación.

4. Su ubicación dentro de una zona regulada por el PDU-CPC, el cual considera para este predio un uso habitacional con una densidad media permitida de 60 viv/Ha.

5. Se acredita la propiedad de un terreno privado propiedad del promovente con una superficie de 125,000 m², como idóneo para el desarrollo de un fraccionamiento habitacional con la infraestructura, equipamiento y servicios básicos.

El tiempo que durará el proceso de ejecución de este proyecto es de 24 meses o dos años y de acuerdo con lo manifestado por el promovente, serán requeridos de la participación directa de aproximadamente 60 personas de la región por concepto de empleos temporales para las actividades relacionadas con el cambio de uso del suelo, así como diversos empleos indirectos en la zona estimado en aproximadamente 100 empleos temporales durante las etapas de preparación y construcción de las obras. De tal manera que desde el inicio de labores y hasta la construcción del fraccionamiento se generará una inversión total de **\$ 250, 000,000.00 (doscientos cincuenta millones de pesos 00/100 M.N.)**, siendo los beneficios sociales y económicos esperados con la operación del proyecto, a través de la construcción de un conjunto habitacional de 750 unidades habitacionales.

Finalmente por lo señalado con anterioridad, la condición de uso del suelo urbano para el predio destinado a este proyecto constituye un elemento técnico de importancia; toda vez que su uso como zona de manejo y aprovechamiento forestal no se contempla en los instrumentos de planeación urbanos, lo que asegura que no existirán conflictos entre los usos del suelo propuestos, por lo que se considera que el cambio de uso del suelo de los terrenos destinados para la construcción de viviendas en este predio tiene justificación técnica sustentada.

II.4 Programa de Trabajo

De acuerdo con las expectativas del promovente, el desarrollo del proyecto se realizará en 24 meses, mediante el cumplimiento del programa de trabajo siguiente:

Cuadro 2. Programa de trabajo del proyecto Maderos Residencial.

PARTIDA	MESES																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
PREPARACIÓN DEL SITIO																									
Rescate de flora y fauna																									
Desmonte y despalme																									
Trazo y nivelación																									
Bitácoras y Control.																									
URBANIZACIÓN																									
Terracerías y Pavimentos																									
Agua Potable																									
Alcantarillado																									
Electrificación y Alumbrado																									
Pozos Pluviales																									

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A
 PROYECTO: "MADEROS RESIDENCIAL"

PARTIDA	MESES																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Obra Civil de Urbanización																								
EDIFICACIÓN																								
Preliminares y Cimentación																								
Estructura																								
Albañilería																								
Pisos y Recubrimientos																								
Pastas y Pintura																								
Albañilería de Azotea																								
Obra Exterior																								
Carpintería y Aluminio																								
Muebles de Baño y Limpieza																								
Bardas																								
LIMPIEZAS Y REFORESTACIÓN																								
Limpiezas																								
Reforestación																								

III. UBICACIÓN Y SUPERFICIE DEL PREDIO O CONJUNTO DE PREDIOS Y DELIMITACIÓN DE LA PORCIÓN EN DONDE SE PRETENDA REALIZAR EL CAMBIO DE USO DE SUELO A TRAVÉS DE PLANOS GEORREFERENCIADOS.

III.1 Ubicación del predio o conjunto de predios donde se ubica el proyecto.

El sitio en donde se pretende llevar a cabo la construcción del proyecto "Maderos Residencial" se localiza en la SM 333 Mz 01 Lote 2-11 y Lote 2-12, al Sur de la Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo (Fig. 4).

A continuación en la siguiente figura se representa el plano georreferenciado de la ubicación total del terreno forestal de interés, el cual también corresponde al polígono sujeto a cambio de uso de suelo.

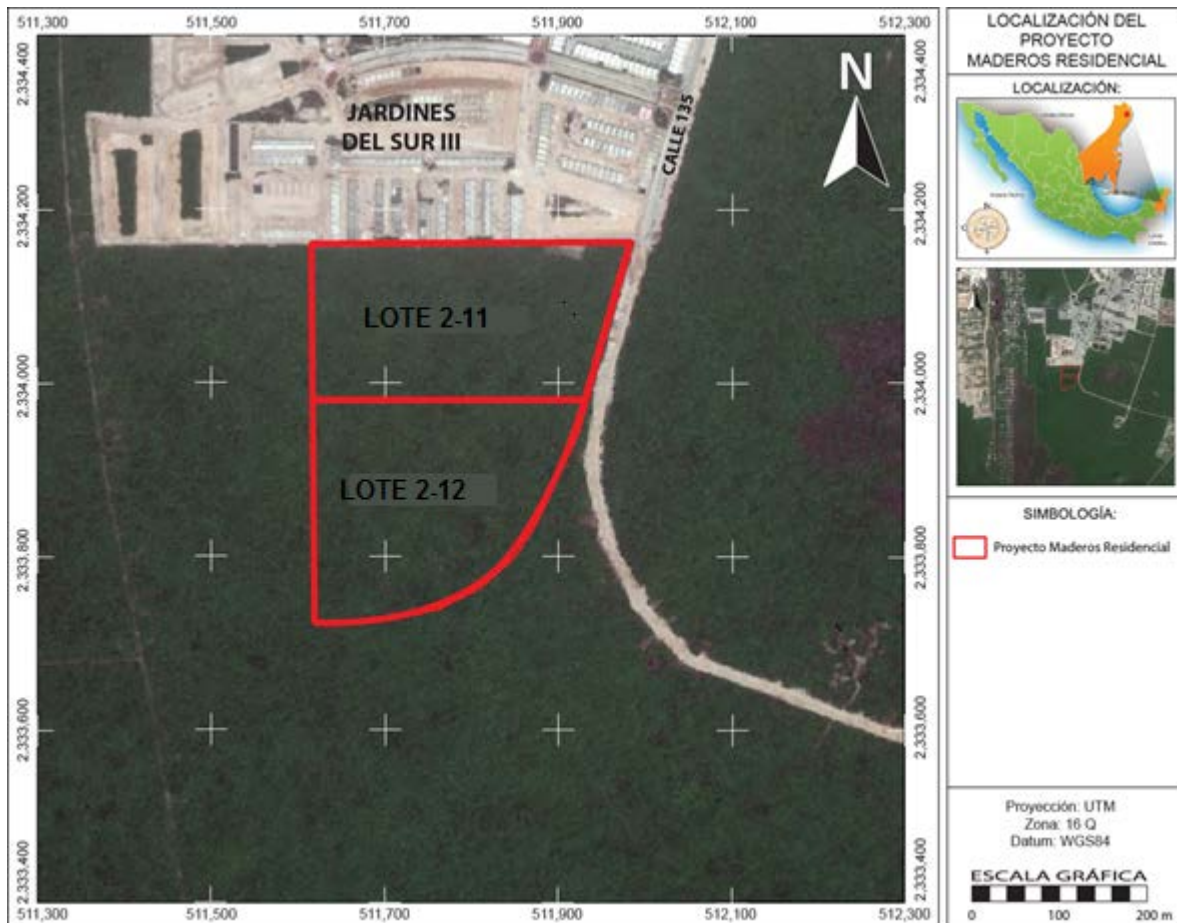


Figura 4. Plano georreferenciado del predio donde se pretende ejecutar el proyecto

El sitio del proyecto cuenta con una superficie total de 125,000.00 m² (12.50 Has) (Fig. 4, Plano 1) y de acuerdo con la documentación legal señalada en la pag.2, primer párrafo del presente estudio; se encuentra delimitado por las coordenadas extremas UTM Datum WGS84 Zona 16 Norte que se presentan en el cuadro 3, con las siguientes medidas y colindancias:

- Norte: 370.37 metros con SM 333, Mz 01, Lote 2-11;
- Sur: 42.23 + 262.64 metros con Av. 135 en línea recta y curva;
- Este: 97.02 + 232.06 metros con Av. 135 con línea recta y curva; y
- Oeste: 219.56 + 218.80 metros con SM 333, Mz 01, Lote 2-12.

Cuadro 3. Coordenadas extremas (UTM Datum WGS 84) del predio ubicado en la SM 333 Mz 01 Lote 2-11 y Lote 2-12 para el proyecto Maderos Residencial.

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DEL PREDIO (UTM Datum WGS 84)		
V	Y	X
1	511616.2646	2334160.7433
2	511986.6295	2334163.1632
3	511935.1437	2333981.5065
4	511923.3427	2333939.8983
5	511918.8258	2333925.3669
6	511912.5964	2333908.4820
7	511906.3920	2333894.5003
8	511901.0867	2333883.5682
9	511891.4599	2333866.4522
10	511882.2916	2333852.4580
11	511860.9481	2333824.5335
12	511838.8179	2333801.3433
13	511814.4050	2333782.0843
14	511786.8796	2333763.7769
15	511759.2397	2333749.0754
16	511726.5634	2333736.4477
17	511690.2162	2333727.4451
18	511662.7376	2333724.3321
19	511620.5378	2333722.4305
20	511618.4127	2333826.8573
21	511617.4088	2333876.4595
22	511616.0846	2333941.1886
23	511616.1206	2333979.4228
24	511616.2027	2334078.6040
SUPERFICIE TOTAL 125000 M2		

III.2 Representación gráfica de la ubicación geográfica y geopolítica.

En la figura 5, se representa la ubicación geográfica del predio, al norte de Quintana Roo, dentro de la jurisdicción del municipio de Benito Juárez. Este predio está regulado por el POELMBJ, que ubica al predio de interés en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) número 21, denominada "Zona Urbana de Cancún". (Publicado el 27 de febrero 2014, en el periódico oficial del estado de Quintana Roo en Tomo I, número 19 extraordinario Octava época) y por el PDU-CPC.

Sin embargo, considerando que el predio de interés está inmerso en la zona urbana de la ciudad de Cancún según el POELMBJ, y que el proyecto pretendido implica la remoción de la vegetación para llevar a cabo la construcción de un desarrollo Habitacional tipo residencial. Como se ha referido, el proyecto se ubicará hacia la zona Sur de la ciudad de Cancún y en un sitio donde aún prevalecen fragmentos aislados de vegetación secundaria en proceso de degradación entre los asentamientos humanos.

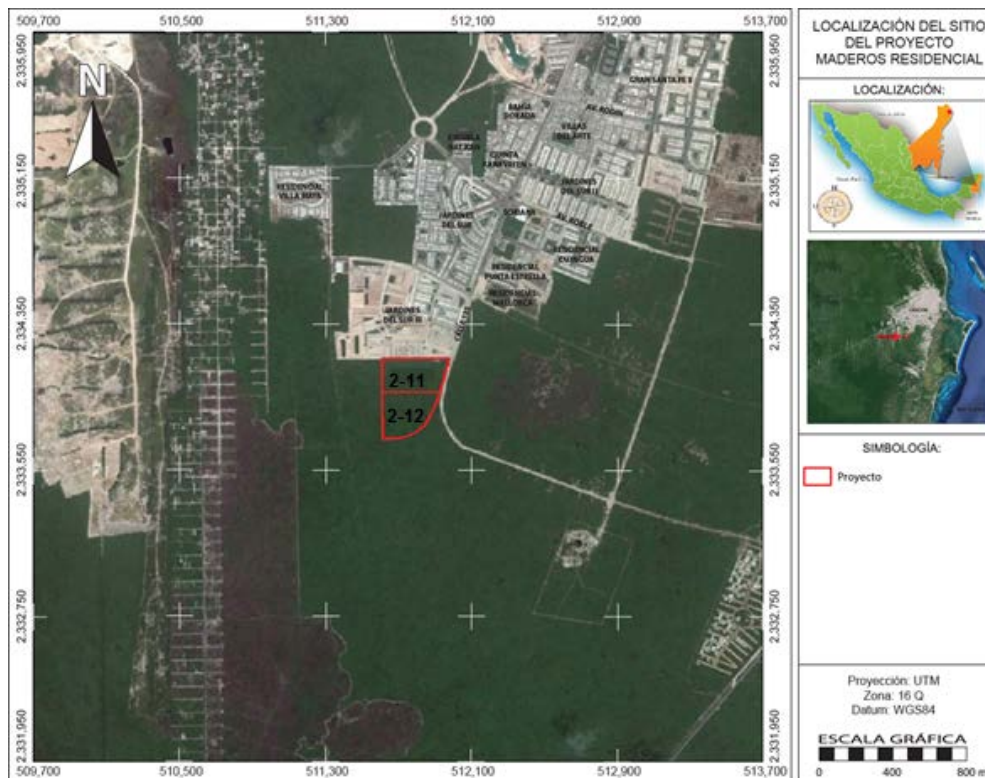


Figura 5. Croquis de localización del predio del proyecto en su contexto geopolítico.

En relación con vialidades y vías de acceso, para acceder al sitio se realiza actualmente a través de la Av. 135 (Fig. 6), y en un futuro de acuerdo a la Estructura Vial contemplada en el PDU-CPC, a través de las Av. Chac Mool y Guayacán (Plano E-05: Estructura Vial y de Transporte).

Por su parte, en relación con los predios circundantes, el sitio del proyecto colinda con desarrollos habitacionales similares al planteado por el presente proyecto como son Jardines del Sur, Residencial Mallorca, Residencial Villa Maya, Residencial Cuyagua, entre otros. Así mismo, al estar dentro de una zona de crecimiento urbana, se presentan tiendas de autoservicio (Soriana), plazas comerciales, gimnasios, gasolineras, escuelas (Nat Kan), en las colindancias del proyecto habitacional.



Figura 6. Vialidades, vías de acceso y predios circundantes del desarrollo habitacional.

En relación con los ordenamientos ecológicos, el sitio de interés se encuentra dentro del ámbito de aplicación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez² (POELMBJ), el predio de interés se localiza en la unidad de gestión ambiental (UGA) número 21, denominada "Zona Urbana de Cancún", la cual tiene

² Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo 27 de febrero 2014, tomo I, número 19 extraordinario octava época

asignada una política ambiental de "Aprovechamiento Sustentable" y usos compatibles e incompatibles regidos por lo que establece el Programa de Desarrollo Urbano del Ciudad de Cancún (Figura 7).

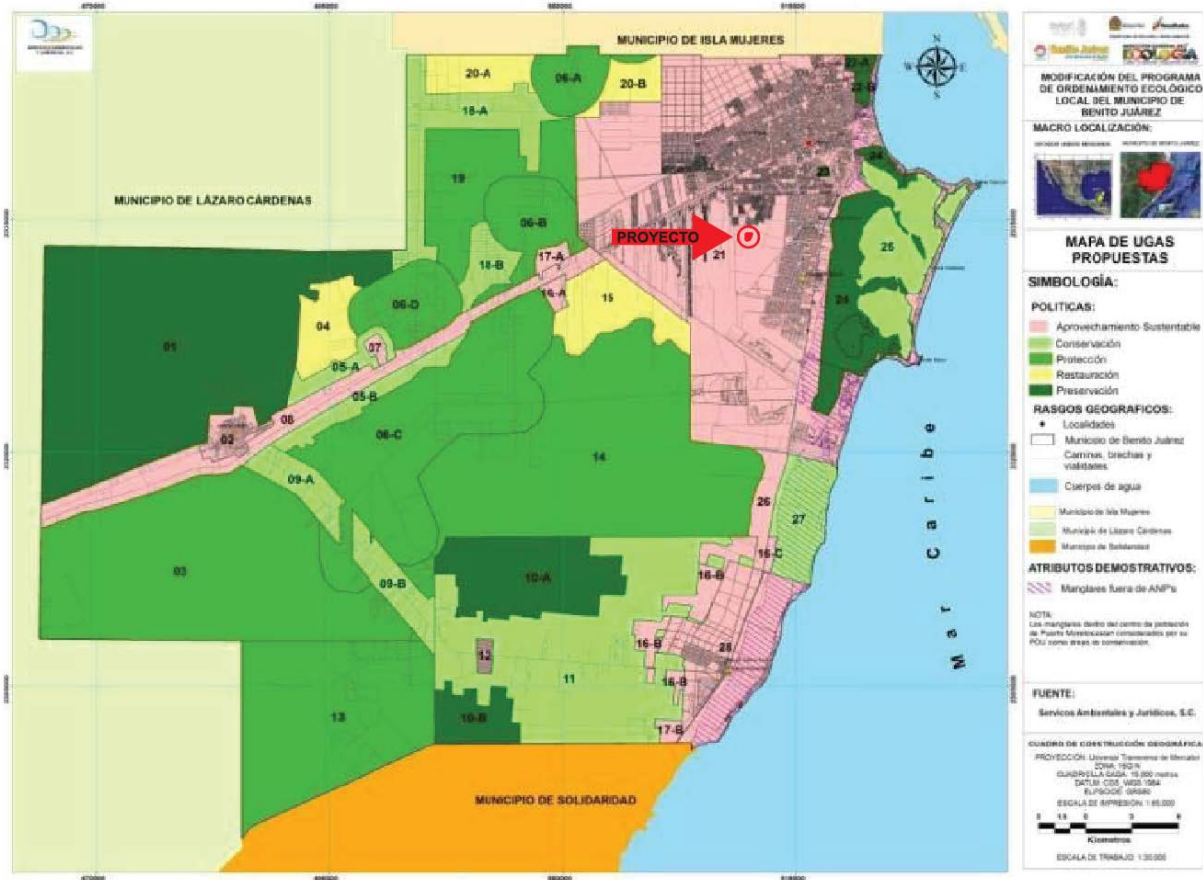


Figura 7. Localización del predio en el contexto del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez.

En relación con los **planes directores**, el sitio del proyecto se encuentra dentro del ámbito de aplicación del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún 2014-2030 (PDU-CPC), Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 16 de octubre de 2014. Se promueve un proyecto de desarrollo habitacional en donde se pretende llevar a cabo la construcción de viviendas con toda la infraestructura urbana y su equipamiento.

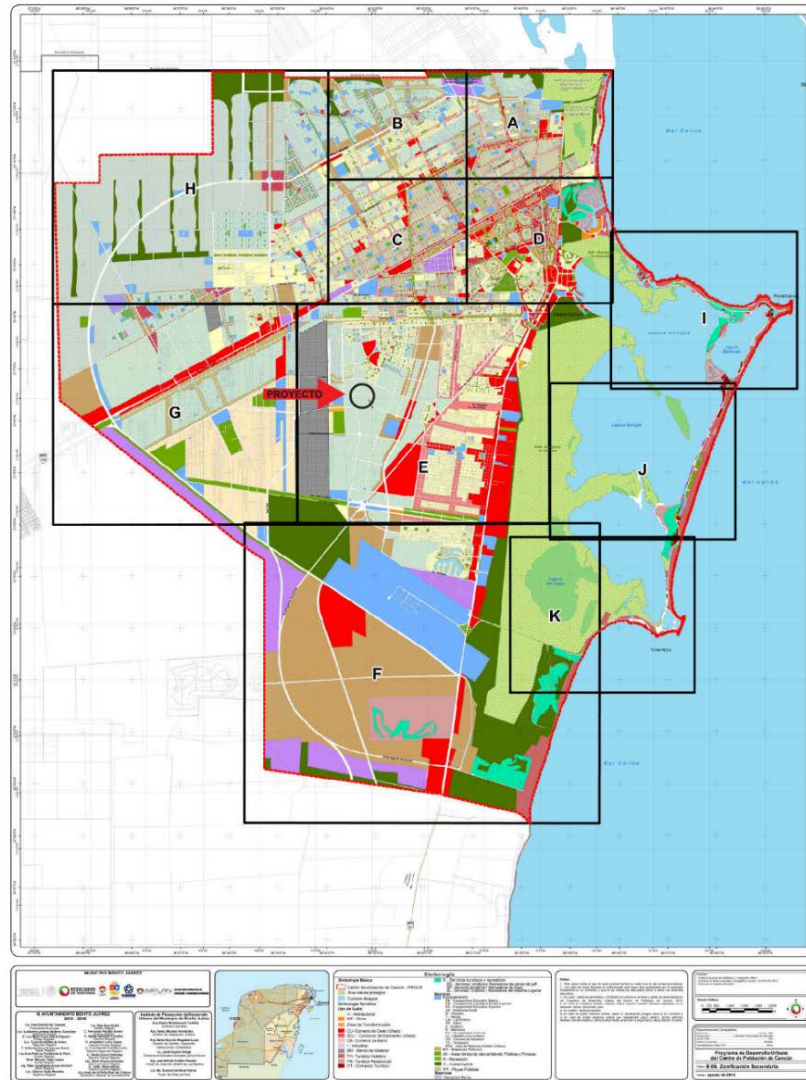


Figura 8. Ubicación del sitio del proyecto Maderos Residencial con base en el PDUCCP 2014-2030.

III.3 Ubicación y delimitación física de la superficie del proyecto.

El proyecto denominado "Maderos Residencial", tiene contemplado el cambio de uso de suelo de 125,000.00 m² (12.5 hectáreas) que corresponden al 100% de la superficie total del terreno.

Los vértices del polígono que conforman la zona de aprovechamiento o zona de CUSTF, donde se pretenden desplantar las obras comprendidas de áreas habitacionales, vialidades, comercial que incluye las áreas verdes. A continuación se representa el polígono que corresponde a la superficie que se requiere de la autorización de cambio de uso de suelo y se incluye el cuadro de construcción con las coordenadas UTM de cada uno de sus vértices. (Ver figura 9).

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A
 PROYECTO: "MADEROS RESIDENCIAL"

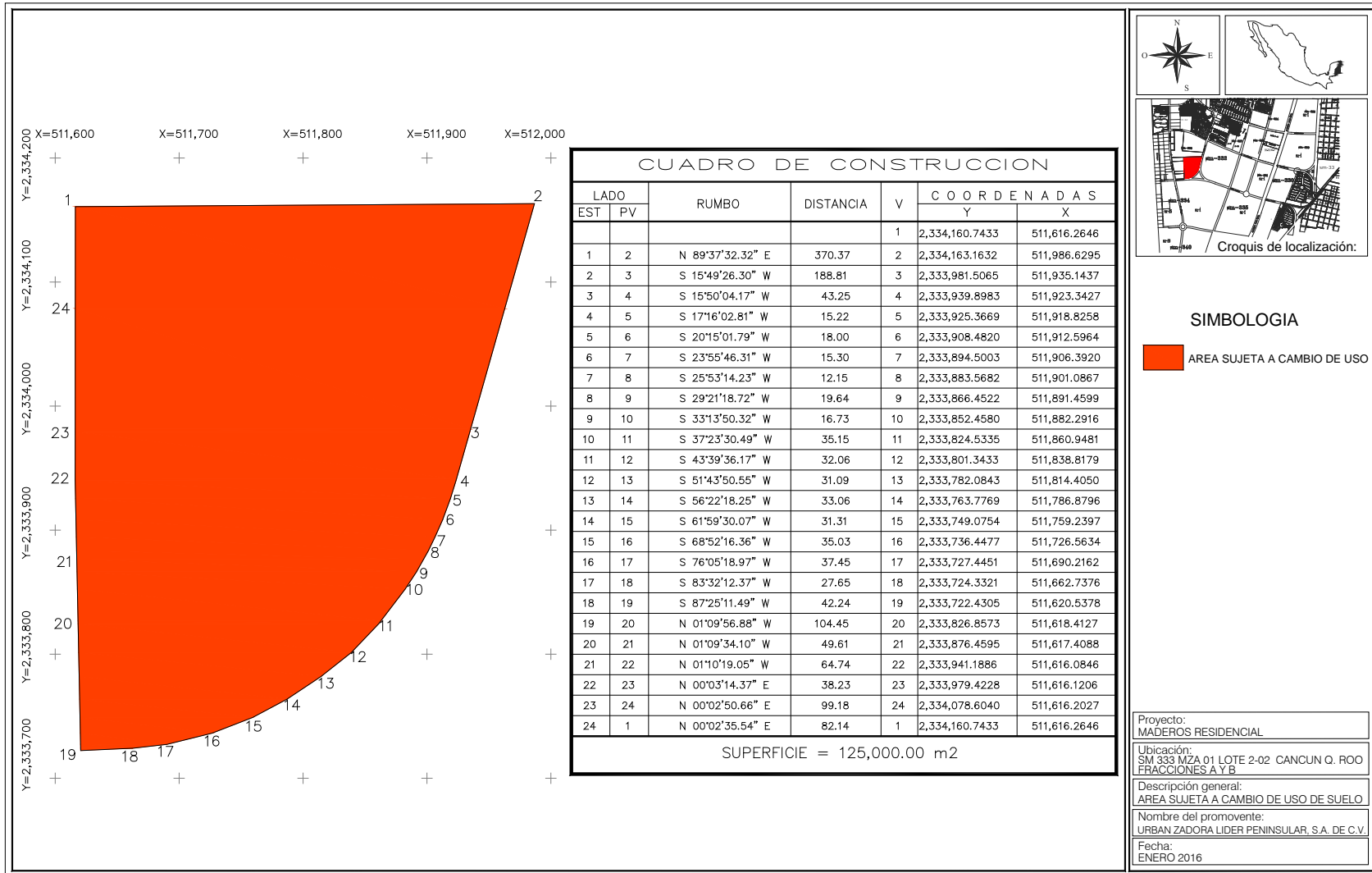


Figura 9. Distribución espacial y cuadro de construcción del área que se solicita para Cambio de Uso del suelo en Terrenos Forestales del proyecto Maderos Residencial.

III.4 Indicar si el proyecto se ubica dentro de alguna modalidad de Área Natural Protegida (ANP).

De acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en su ARTÍCULO 3º, inciso II, define como Áreas naturales protegidas:

"I...

II. *Áreas Naturales Protegidas: Las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente Ley.* "

De igual forma el citado cuerpo normativo en su artículo 46 señala las áreas consideradas como áreas naturales protegidas de competencia federal, estatal y municipal, así como también preceptúa la prohibición de autorizar la fundación de nuevos centros poblacionales dentro de las mismas. En el ámbito de las declaratorias de áreas naturales protegidas, el predio en estudio no forma parte de algún área natural protegida, ni colinda con alguna de éstas. Para la presente determinación, se utilizó el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEA) del portal de la SEMARNAT.

(<http://mapas.semarnat.gob.mx/sigeia4Publico/bos/bos.php>) (Fig. 10).

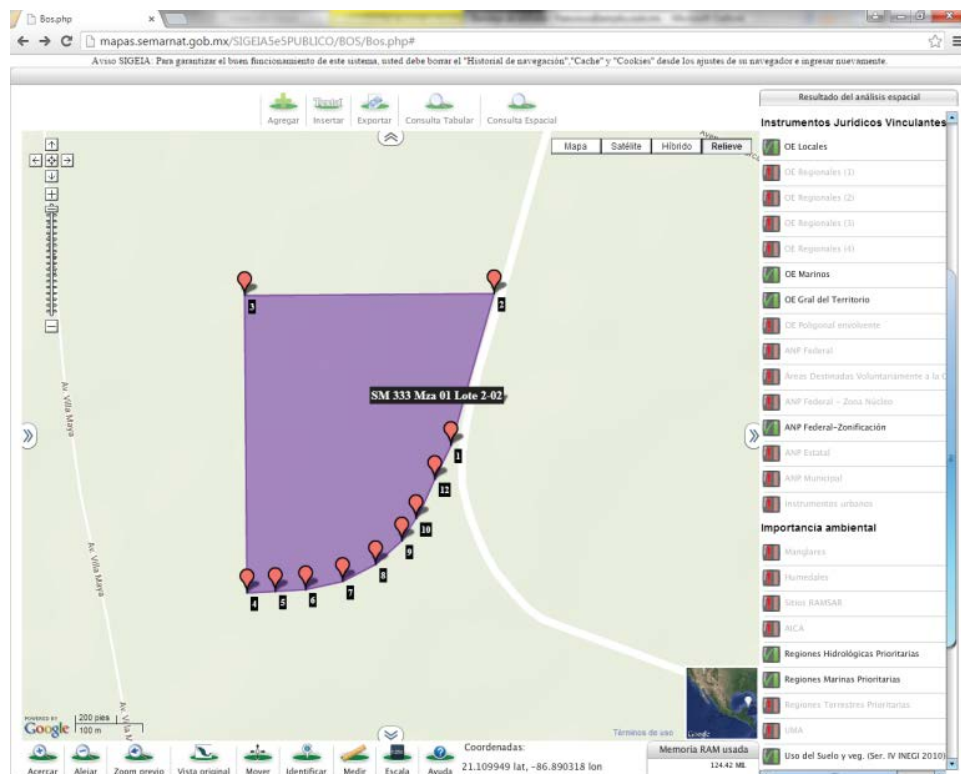


Figura 10. Pantalla del portal del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEA) del portal de la SEMARNAT.

Cuadro 4. Resultados del análisis espacial del SIGEA, con respecto a las áreas naturales protegidas de la región, de acuerdo con la poligonal definida del proyecto.

Instrumentos Jurídicos Vinculantes	Resultado Análisis Espacial
ANP Federal	No hay capas que intersecten.
Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación	No hay capas que intersecten.
ANP Federal – Zonas Núcleo	No hay capas que intersecten.
ANP Federal - Zonificación	No hay capas que intersecten.
ANP Estatal	No hay capas que intersecten.
ANP Municipal	No hay capas que intersecten.
Importancia Ambiental	Resultado Análisis Espacial
Manglares	No hay capas que intersecten
Humedales	No hay capas que intersecten
Sitios RAMSAR	No hay capas que intersecten
AICA	No hay capas que intersecten
Regiones Hidrológicas Prioritarias	RHP-103 Contoy
Regiones Marinas Prioritarias	RMP-62 Dzilam-Contoy
Regiones Terrestres Prioritarias	No hay capas que intersecten
UMAS	No hay capas que intersecten

Áreas Naturales Protegidas de Jurisdicción Federal

Las Áreas Naturales Protegidas son las zonas de un territorio que han quedado sujetas al régimen de protección para preservar ambientes naturales, salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres, lograr el aprovechamiento sustentable de los bienes y servicios brindados por los ecosistemas y mejorar la calidad de vida en los centros de población y sus alrededores. El proyecto en comento, no se ubica en ninguna ANP, se encuentran algunas reservas federales como el Parque Nacional de Tulum a 109 km, Manglares de Nichupte aproximadamente a 2.6 kilómetros de distancia y a 9.8 kilómetros del Parque Nacional Arrecife Puerto Morelos.

Áreas Naturales Protegidas de Jurisdicción Estatal

Respecto a las áreas naturales protegidas de competencia estatal el proyecto no se ubica dentro del polígono de ningún Área Natural Protegida de jurisdicción estatal, las Áreas Naturales Protegidas de Parque Urbano Kabah y Sistema Lagunar Chacmochuch son las áreas protegidas más cercanas, se localizan a poco más de 4.2 Kilómetros y 12.5 kilómetros respectivamente del área de este proyecto (Figura 11).



Figura 11. En la imagen se aprecia la ubicación del predio, con respecto a las áreas naturales protegidas más cercanas.

Región Hidrológica Prioritaria (RHP-103) Contoy (Arriaga *et. al.*, 2002)

En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

El sitio del proyecto forma parte de la región hidrológica prioritaria número 103 denominada "Contoy" (Fig. 12). La problemática que enfrenta esta región es la modificación del entorno por asentamientos irregulares, sobrepastoreo por ganado. Zona fuertemente perturbada por ciclones, quemas no controladas, explotación forestal y pesca sin manejo adecuado. Amenazada fuertemente por crecimiento urbano y construcción de caminos. Introducción de fauna exótica a la isla de Contoy. Asimismo, uso de trampas no selectivas y tráfico ilegal de especies. Actividad forestal, turística, pesquera y pecuaria. Cacería furtiva. Saqueo de nidos de tortuga. La región constituye una importante fuente de abastecimiento de agua y recursos forestales.

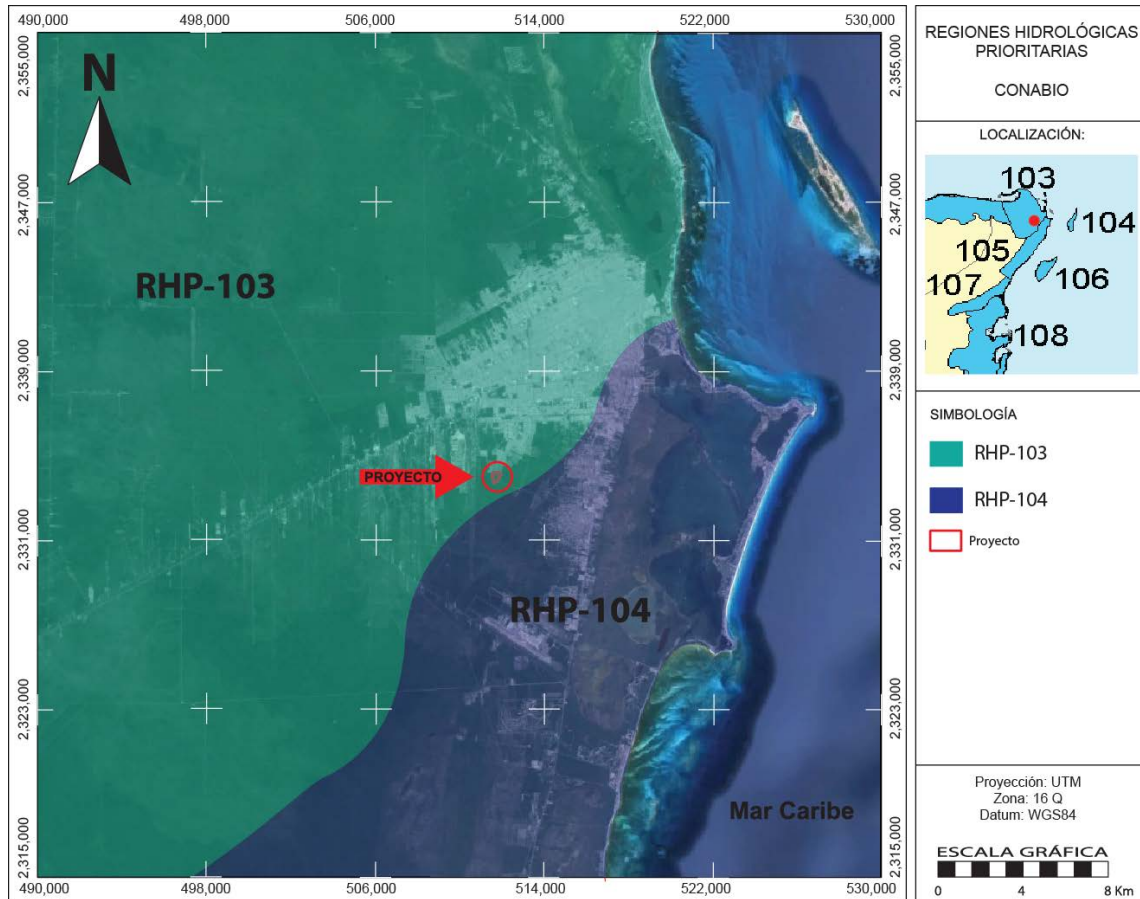


Figura 12. Localización del sitio del proyecto con respecto a la Región Hidrológica Prioritaria número 103 denominada "Contoy".

Por las características del proyecto y sus dimensiones, como se demuestra a través del presente documento, se considera que el proyecto no generará impactos significativos que pudieren llegar a afectar esta Región Hidrológica Prioritaria, ya que no agrava la problemática de la región ya que la implementación del proyecto se encuentra perfectamente regulado por la normatividad ambiental y urbana aplicable.

Región Marina Prioritaria (RMP-62) Dzilam-Contoy (Arriaga et. al., 1998)

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) instrumentó el Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México con el apoyo de la agencia The David and Lucile Packard Foundation (PACKARD), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés).

El proyecto se localiza en la región marina prioritaria número 62 denominada "Dzilam-Contoy" (Fig. 13), la cual ocupa un área de 31,143 km². Esta región está compuesta por playas, dunas, marismas, petenes y arrecifes. La problemática que enfrenta la región es la modificación del entorno por fractura de arrecifes, remoción de pastos marinos y dragado; contaminación en los muelles y puertos, por petróleo, embarcaciones pesqueras, turísticas y de carga; y uso de recursos que genera presión sobre las langostas y el caracol rosado. Hay pesca ilegal, arrastres, trampas no selectivas y colecta de especies exóticas.

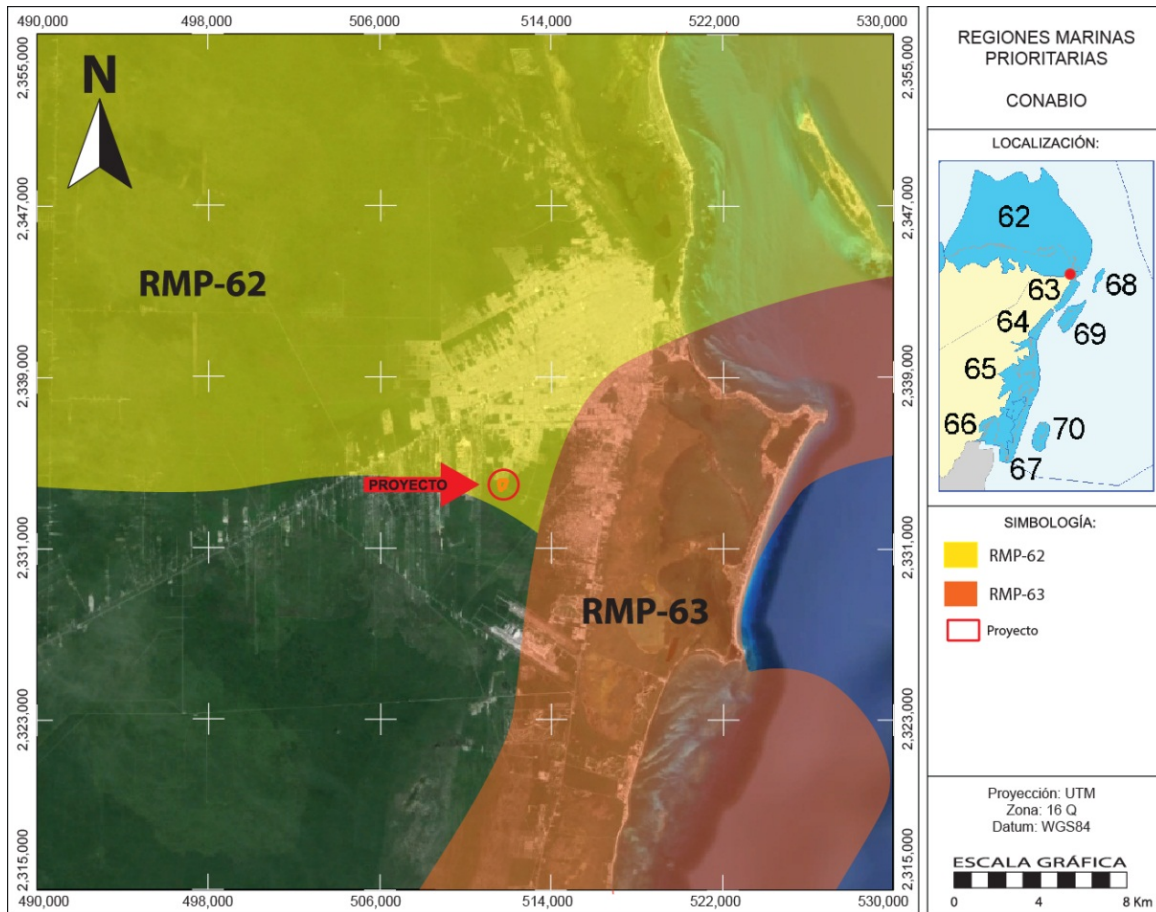


Figura 13. Región Marina Prioritaria aplicable al sitio del proyecto.

Por las características del proyecto, sus dimensiones y ubicación al sur del centro de población de la Ciudad de Cancún, se considera que el proyecto no agravará la problemática de esta región marina al no colindar con el Mar Caribe.

IV. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FISICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROLÓGICO-FORESTAL EN DONDE SE UBIQUE EL PREDIO.

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) en su Capítulo II, artículo 7, inciso XI, se define como Cuenca hidrológico-forestal: 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 subcuencas y microcuencas. Esta definición presenta limitaciones para su aplicación en la mayor parte de la Península de Yucatán, donde por su naturaleza kárstica no existen escurrimientos superficiales que conformen cauces que permitan delimitar cartográficamente un espacio geográfico. Sin embargo de acuerdo con la carta hidrológica de aguas superficiales, Cancún F 16-8 del INEGI, el área de estudio de este proyecto, forma parte de la Región Hidrológica RH32 Yucatán Norte y la cuenca denominada 32A Quintana Roo.

Para el caso particular del predio del proyecto, este se encuentra inmerso en la Región Hidrológica 32 Yucatán Norte (RH-32). Esta región abarca, además del estado de Quintana Roo, parte de Yucatán y Campeche, con una superficie total de 56,443 Km²; en el estado comprende la porción Norte, cubre un área que equivale a 31.77 % de la entidad; sus límites son: al Norte el Golfo de México, al Este el Mar Caribe, al Sur la Región Hidrológica 33 (RH33) y al Oeste el estado de Yucatán donde continúa. En Quintana Roo interesan dos cuencas denominadas: 32A Quintana Roo y 32B Yucatán, aunque de esta última sólo abarca una pequeña área del estado.

De acuerdo con el Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33³, la Cuenca 32A Quintana Roo se subdivide en seis subcuencas hidrológicas: Subcuenca "a" Benito Juárez; Subcuenca "b" zona continental de Isla Mujeres; Subcuenca "c" Lázaro Cárdenas; Subcuenca "d" Solidaridad; Subcuenca "e" Tihosuco; y la Subcuenca "f" Isla Cozumel. A nivel de Subcuenca el predio en estudio se encuentra ubicado en la Subcuenca "a" Benito Juárez, la cual corresponde con la delimitación del municipio Benito Juárez, cuya extensión es de 197,116 hectáreas (Presidencia Municipal 2008-2010)⁴. Así, la cuenca hidrológico-forestal que constituye el marco de referencia oficial del predio en estudio es la Cuenca 32A Quintana Roo, Subcuenca "a" Benito Juárez.

³ SARH, Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33. 1:500,000. En: Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo, 2002. INEGI y Gobierno del Estado de Quintana Roo. 96 p.

⁴ Presidencia Municipal 2008-2010. Sitio oficial con información institucional, servicios, eventos y programas desarrollados por el gobierno municipal (www.cancun.gob.mx).

En esta cuenca no existen corrientes superficiales, así como tampoco cuerpos de agua de gran importancia; sólo pequeñas lagunas como la de Cobá, Punta Laguna y La Unión, así como lagunas costeras como la de Conil, Chacmochuch y Nichupté. La temperatura media anual es de 26 °C con una precipitación que va de 800 mm en el Norte a más de 1,500 mm al Sureste y con un rango de escurrimiento de 0 a 5 % que la abarca prácticamente toda la cuenca.

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

La delimitación del sistema Ambiental del proyecto "Maderos Residencial", se basó en un concepto multicriterio que ha considerado la vinculación entre los sistemas ecológicos o naturales y los físicos artificiales, además de actividades económicas y los procesos sociales.

La caracterización del Sistema Ambiental que corresponde con el área de influencia del proyecto, debe aportar un marco de referencia que permita arribar a un diagnóstico del estado de conservación o de alteración de los componentes y procesos ecológicos en el sitio del proyecto, así como de los servicios ambientales de la zona elegida, es decir, de la integridad funcional de los ecosistemas y/o de los servicios ambientales que provee; esto porque un proyecto puede ser considerado viable ambientalmente si es compatible con la vocación del suelo (con los instrumentos normativos ambientales y urbanos) y permite la continuidad de los procesos y la permanencia de los componentes ambientales o de los servicios ambientales que provee.

En la delimitación del sistema ambiental del proyecto "Maderos Residencial", se contemplan criterios a distinta escala:

- a)** Criterios de Planeación y Desarrollo (Enfoque Sistémico) al considerar que el predio de interés se localiza en la Cuenca hidrológica RH32, Cuenca 32 A Quintana Roo, Subcuenca "a" Benito Juárez;
- b)** Criterios Normativos (Enfoque Administrativo) ya que para su delimitación se toman en cuenta los límites del POEL MBJ y el PDU-CPC; y por último
- c)** Criterios Técnicos (Enfoque Geográfico) toda vez que se contempla la integración de las zonas de dispersión del total de los impactos ambientales previstos que se derivan de las actividades de cambio de uso del suelo para este proyecto.

A continuación se describe el Sistema Ambiental en donde se localiza el proyecto "Maderos Residencial". Este sistema ambiental (figura 23) abarca una superficie total de 1,557.43 hectáreas que comprende el área de influencia directa e indirecta del proyecto y corresponde al área donde se prevé la dispersión de los impactos ambientales de este proyecto; abarcando una porción urbanizada de la ciudad de Cancún, dentro de los asentamientos humanos y de las reservas de crecimiento

urbano que se encuentran cubiertas de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia del tipo arbustivo.

Los criterios aplicados para la delimitación del área de estudio donde pretende establecer este proyecto, corresponden a características relevantes del área de estudio y son los siguientes:

1. Se incluye la totalidad del predio y por lo tanto de la superficie sujeta a cambio de uso del suelo.
2. La totalidad del área de influencia directa de los impactos potenciales derivados de la remoción de la vegetación forestal en este predio para la construcción del proyecto.
3. Las áreas colindantes al sitio del proyecto donde se prevén los impactos ambientales directos e indirectos, así como las áreas urbanas o los asentamientos humanos que resultan beneficiadas con el establecimiento y la operación eficiente de este proyecto.
4. El ambiente terrestre dentro de la zona donde se construirá la obra, comprende un área cubierta con vegetación secundaria arbustiva con árboles dispersos derivada de una selva mediana subperennifolia.
5. Que en la zona aplica el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Cancún 2014-2030.
6. En la zona existe un Programa de Ordenamiento Ecológico Local, que ubica al sitio de referencia dentro de la UGA denominada "Zona Urbana de Cancún", la cual tiene asignada una política ambiental de "Aprovechamiento sustentable" y un uso predominante propio para el uso habitacional.
7. La zona no se ubica dentro de ningún Área Natural Protegida que haya sido decretada por la SEMARNAT o por el Gobierno del estado de Quintana Roo.
8. En el área de influencia y en los predios circundantes al sitio del proyecto existen desarrollos habitacionales que en la actualidad están operando y que son similares al planteado por el presente proyecto, así mismo, la mancha urbana se encuentra en expansión constante en lo que fueran terrenos del Ejido Alfredo V. Bonfil. Así mismo, al estar dentro de una zona de crecimiento urbana, se observan centros comerciales, tiendas, gimnasios, gasolineras, escuelas y otros usos típicos de las zonas urbanas.

Como se ha referido, el proyecto se ubicará hacia la zona sur de la ciudad de Cancún y en un sitio en donde aún prevalecen condiciones naturales que corresponden a las reservas del crecimiento urbano de esta ciudad. Es importante recalcar que en esta zona existe una importante red de vialidades en operación que facilitan el acceso, así como desarrollos habitacionales similares al planteado por el presente proyecto.

IV.2. Caracterización y análisis de la Cuenca Hidrológico-Forestal.

El análisis de los estudios técnicos que se presentan en esta caracterización del sistema ambiental del proyecto "Maderos Residencial", incluyen las descripciones del patrón de ocupación en la zona urbana de Cancún, las condiciones y características predominantes en las comunidades vegetales que integran el sistema ambiental, así como los cambios que se han registrado en las últimas décadas como consecuencia del crecimiento poblacional y por la expansión de la mancha urbana. Esta caracterización se formula con la información de fuentes secundarias y recorridos de campo en el área de estudio.

Esta caracterización del sistema ambiental tiene por objeto describir el estado actual de los componentes natural, social y económico del área de estudio y se presenta, en información medible 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 c) la representación cartográfica de la dispersión de los impactos ambientales previstos, d) la identificación de los límites de la zona urbana y los asentamientos humanos colindantes y e) la identificación de las condiciones y características de las comunidades vegetales predominantes.

Como premisas que rigen este análisis y los resultados del diagnóstico de la calidad ambiental de este sistema ambiental se considera que:

1.- La riqueza biológica y la diversidad de los ecosistemas terrestres constituyen la base de recursos para el desarrollo de las actividades productivas y al mismo tiempo son fuente de bienes y servicios ambientales de los que puede gozar la sociedad en general.

2.- La ubicación de este sistema ambiental en la porción Noreste de la Península de Yucatán con un relieve casi plano, característico de una plataforma de sedimentos calcáreos de origen marino, compuestos de calizas blandas conocidas como "sascab" y afloramientos de rocas calizas, muy duras denominadas como "laja", que colinda con franjas costeras de sedimentos lacustres y litorales, constituyen el ámbito geográfico donde se desarrollan las comunidades de flora y fauna de este sistema ambiental. Los suelos son poco profundos y poco evolucionados en toda su superficie. La delgada capa fértil, rica en materia orgánica es fácilmente degradable y se trata de suelos pedregosos que dificultan la mecanización.

3.- La falta de corrientes de agua superficial, mantiene en el subsuelo un acuífero kárstico con flujos subterráneos de las zonas de mayor precipitación hacia las costas. Estas aguas afloran a lo largo de la franja litoral en esteros y lagunas costeras. Como parte del proceso de dilución de las rocas calcáreas se forman los cenotes, los bajos

o poljes, así como grutas y grietas de conducción de agua subterránea en una matriz de difusión altamente sensible a la contaminación y la dispersión de contaminantes.

4.- La calidad del agua subterránea dentro de la Subcuenca "a" es apta para el consumo humano. El único tratamiento del agua para consumo humano es su desinfección a través de la aplicación de cloro. Aunque en los últimos años se ha propiciado el consumo de agua purificada que se comercializa a través de empresas privadas y cuya potabilización incluye entre otros el sistema de osmosis inversa.

5.- Esta heterogeneidad ambiental relacionada con la variación climática y las características de los suelos permiten el desarrollo y recuperación de las diferentes comunidades vegetales. La conservación de la diversidad biológica es una necesidad con reconocimiento social, que se ve reflejada en las políticas públicas recientes, pero que requiere de consensos y negociaciones motivadas y fundamentadas entre los intereses públicos y privados

6.- Los registros de flora y fauna de este sistema ambiental, nos permiten reconocer la existencia de cuando menos 102 especies de plantas vasculares, 3 especies de anfibios, 15 especies de aves y 5 especies de mamíferos. Se reconoce que existe escasa información de colectas fuera de las áreas naturales protegidas, se desconocen aspectos sobre la dinámica de las poblaciones locales y existen grupos de fauna poco estudiados.

7.- Los ciclones tropicales son fenómenos meteorológicos que han afectado de manera reiterada los ecosistemas del norte de Quintana Roo. Diversos estudios documentan que los vientos fuertes alteran de manera drástica la fisonomía y la estructura de la vegetación costera. Entre los daños más evidentes en las selvas destacan la defoliación, ruptura de ramas y tallos, caída de árboles y hasta la muerte de algunos árboles. Por sus efectos 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.

8.- En el norte de Quintana Roo han sido frecuentes los incendios forestales de gran extensión en las últimas décadas, por lo que la vegetación de este sistema ambiental corresponde a rodales de vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia en recuperación con condiciones distintas de desarrollo y conservación.

9.- Los procesos de urbanización, desarrollo turístico, especulación de terrenos y proliferación de asentamientos irregulares son las principales causas del cambio de uso del suelo y constituyen la principal amenaza para la diversidad biológica y la conservación del agua como recurso, si no se mantienen bajo regulación. Destaca la expansión del uso del suelo urbano en la reserva territorial sur de Cancún y la acelerada ocupación de nuevos terrenos para asentamientos humanos.

10.- El desarrollo económico y la modernización han traído nuevas formas de relación entre los habitantes y su entorno. En un escenario futuro con la construcción de 750 viviendas que integran un desarrollo habitacional que contará con infraestructura, servicios públicos y equipamiento urbano, dentro de la zona urbana de la ciudad de Cancún, Q. Roo, donde existe una tendencia de crecimiento, se contribuye a la satisfacción de las necesidades básicas de igual número de familias y se generan hasta 60 empleos temporales durante la etapa de preparación del sitio.

11.- En este sistema ambiental aún existen grandes extensiones con vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia donde se prevé el crecimiento urbano de esta ciudad. El tipo de vegetación predominante que se reporta para el sistema ambiental de este proyecto, de acuerdo con la Carta de Vegetación y Uso del Suelo, Serie V del INEGI, corresponde a vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia la cual ocupa la mayor parte del sistema ambiental aportando el 67.67%, mientras que los asentamientos humanos ocupan el 32.33% restante.

12.- Los procesos de urbanización, la disposición de los empresarios para invertir en Quintana Roo, la construcción de nuevas obras que aporte infraestructura y servicios y operación a la actividad comercial cada vez con mayor inversión en el Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo son las principales razones que motivan el cambio de uso del suelo que sin duda es requerida por el pujante crecimiento de estas actividades en la zona.

13.- El crecimiento de la actividad turística que ha experimentado la zona y que habrá de continuar a futuro, seguirá causando por una parte una dinámica de crecimiento demográfico acelerado, donde se dificulta la dotación de servicios e infraestructura, y por otra, un desequilibrio regional de los asentamientos humanos respecto al desarrollo turístico. Así como de los servicios de transporte que aún son deficientes para los usuarios ya sean pobladores o turistas.

IV.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del Sistema Ambiental.

El análisis retrospectivo de la calidad ambiental del sistema ambiental donde se ubica este proyecto, se describe en función de la evolución de la zona urbanizada y los asentamientos humanos en las últimas décadas y el impacto que ocasionaron en su estructura y su funcionamiento, por efecto de los cambios que han experimentado sus componentes físicos, biológicos y socioeconómicos de mayor importancia. Asimismo se describen las tendencias de desarrollo y/o deterioro que registra el sistema ambiental y que han incidido de manera determinante en la calidad ambiental que se presenta actualmente.

El clima es un componente ambiental de nivel regional, mismo que está determinado por las condiciones meteorológicas a largo plazo, se considera que no será modificado

por el desarrollo de proyecto. Sin embargo, a una escala puntual (microclimática) las acciones del proyecto pudieran inducir muy ligeros cambios sobre la temperatura y el contenido de humedad, situación que se podrá dar de manera específica y puntual en las áreas donde se modifiquen dos factores determinantes, la vegetación y la presencia de un suelo expuesto. Este impacto ambiental se pretende mitigar con el establecimiento de áreas verdes y jardinadas al interior del fraccionamiento.

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

En el pasado este sistema ambiental, estuvo cubierto por una vegetación de selva mediana subperennifolia en buen estado de conservación que derivado de afectaciones severas y recurrentes tanto naturales como antropogénicas relacionados con la expansión de la mancha urbana se encuentra en la actualidad en forma de fragmentos con vegetación secundaria en proceso de regeneración y degradación con distintos estados de desarrollo

Las tendencias de expansión de la mancha urbana de la ciudad de Cancún hacia los límites del municipio han sido ampliamente documentadas en los distintos programas parciales de desarrollo urbano y se puede verificar mediante la sobreposición de las Cartas de vegetación y uso del suelo de las series I, II, III, IV y V del INEGI.

Los efectos de la urbanización sobre los componentes biológicos y físicos del ambiente en esta zona, han sido ampliamente documentados en los instrumentos de planeación (POEL-BJ, POEL-IM). Este proceso de transformación que se aprecia por el deterioro y fragmentación del hábitat para la vida silvestre, se inicia con la apertura de caminos y vialidades, seguida por labores de desmonte y despalme, con lo que se elimina la vegetación y se retira la capa superior del suelo hasta la roca firme, con frecuencia se realizan cortes con fines de nivelación, para posteriormente rellenar y compactar los asientos de las obras. Entre los principales impactos ambientales acumulativos de la urbanización se reconocen: la transformación del paisaje natural, la disminución del hábitat para la vida silvestre y el incremento del riesgo de contaminación del acuífero por la falta de servicios en los asentamientos humanos.

En este sistema ambiental existen extensos terrenos con vegetación secundaria colindantes a los asentamientos humanos donde se presenta con frecuencia la extracción de recursos forestales, por lo regular, se extrae de manera furtiva palizada para la construcción de palapas así como piedras y tierra.

En la actualidad, en el sistema ambiental de este proyecto, son evidentes los procesos de urbanización, se continua promoviendo el desarrollo urbano, existe especulación

de terrenos y la presencia de asentamientos irregulares, siendo estas las principales causas del deterioro ambiental y en conjunto constituyen 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 para la conformación de unidades urbanas sustentables que colindan con áreas naturales en recuperación.

Entre los factores ambientales que han provocado la degradación de la selva en este sistema ambiental destacan los huracanes y los incendios forestales. Los ciclones tropicales Gilberto y Wilma, se encuentran entre los más fuertes que han afectado de manera reiterada los ecosistemas del norte de Quintana Roo. Diversos estudios documentan que los vientos fuertes alteran de manera drástica la fisonomía y la estructura de la vegetación costera. Entre los daños más evidentes en las selvas destacan la defoliación, ruptura de ramas y tallos, caída de árboles y hasta la muerte de algunos árboles. Por sus efectos 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.

Los incendios forestales son eventos donde el fuego se expande sin control sobre especies arbóreas, arbustivas, de matorral o herbáceas, de tal manera que se afecta vegetación forestal que no estaba destinada para la quema. En el norte de Quintana Roo han sido frecuentes los incendios forestales de gran extensión como los de 1989 luego del paso del Huracán Gilberto. Se reconoce que existe una alta correlación entre la intensidad de los huracanes y la incidencia de incendios forestales en los periodos de sequia subsecuentes. Por lo general, los incendios de mayor intensidad se presentan en selvas maduras donde existe más cantidad de material combustible acumulado, pero en las áreas con vegetación secundaria los incendios son recurrentes, ya que se incendian con mayor frecuencia las áreas previamente afectadas por incendios

La vegetación predominante en el sistema ambiental de este proyecto, presenta características que corresponden con una vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia. La selva mediana subperennifolia es el tipo de vegetación más extenso en el municipio de Benito Juárez. Esta comunidad vegetal presenta los individuos de mayor talla, el mayor número de especies y el mayor número de especies protegidas. Se desarrolla sobre suelos jóvenes ligeramente planos y con buen drenaje.

Las presiones previstas por la expansión de la mancha urbana según el PDUCPC vigente, nos señalan que a corto plazo se presenta una tendencia de incremento en el cambio de uso del suelo dentro de este sistema ambiental hacia los usos urbanos,

como lo prevén los instrumentos de planeación vigentes, por lo que se espera una fragmentación paulatina y la disminución del hábitat con condiciones poco adecuadas para el desarrollo de las poblaciones de flora y fauna silvestres que son sensibles a la presencia humana.

Una consideración importante que se puede apreciar al analizar la figura 14, es que resulta evidente que la vegetación de selva con desarrollo secundario se extiende ampliamente por toda la periferia sur de la ciudad. Aunque se debe referir que hacia el norte ésta interrumpe drásticamente su distribución, debido precisamente al crecimiento de la mancha urbana de la ciudad de Cancún. Por lo todo lo anterior, se reconoce que el sistema natural en la zona de interés se encuentra previamente fragmentado por una mancha urbana en vías de expansión.

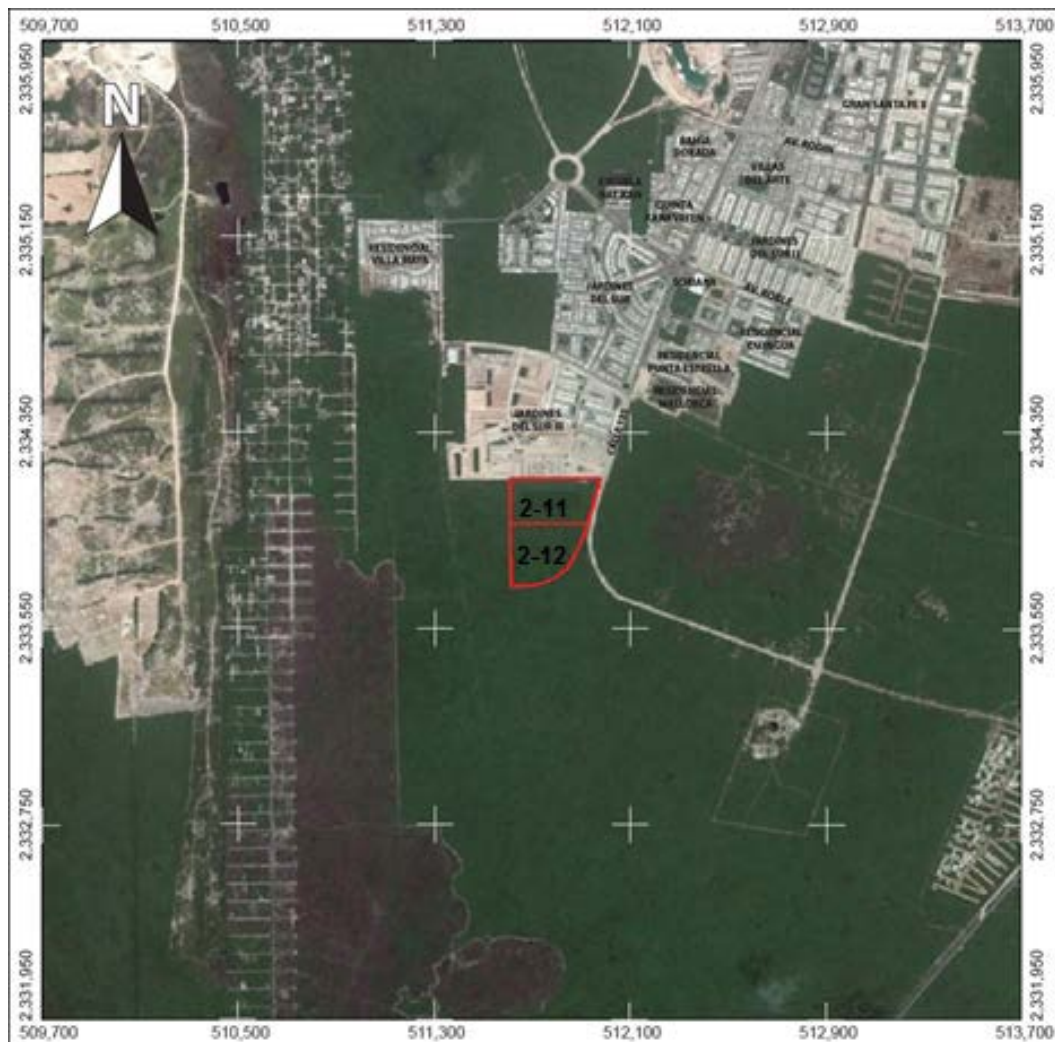


Figura 14. Esquematación de las condiciones del sistema natural fragmentado por el desarrollo urbano de la ciudad de Cancún.

IV.2.2 Medio abiótico

IV.2.2.1 Fisiografía

El sistema ambiental al igual que toda la Subcuenca "a" y la Cuenca Quintana Roo, se encuentra dentro de una sola provincia fisiográfica llamada Península de Yucatán, cuya mayor parte está constituida por estratos calizos más o menos horizontales que hacen de ella una región relativamente plana, cuyas mayores alturas se acercan a los 300 msnm, hacia el centro de la península cerca del límite con Campeche, alrededor de Zoh Laguna, Campeche y en la parte suroeste del estado de Quintana Roo, extendiéndose esta zona con dirección aproximada norte-sur; el paso de las partes altas de la región anterior a las bajas situadas en el este de Quintana Roo, se realiza por una serie de escalones bruscos que corresponden a líneas de fallas, mostrando las características de una meseta baja tectónica (horst), que se extiende hacia el sur.

En la zona de interés presenta junto a las elevaciones, frecuentes depresiones y pequeñas cimas interrumpidas por grandes áreas de menor relieve, casi planas, con altitudes de 20 a 40 m. Las planicies presentan una microtopografía de interés en la que la roca calcárea alterna en mayor o menor frecuencia con pequeñas hondonadas, lo que da lugar a una constante alternancia de suelos en los puntos más bajos. La peculiaridad de estas formaciones se debe a la carsticidad.

En términos de las subprovincias fisiográficas que se encuentran en Quintana Roo, a saber, Carso y Lomeríos de Campeche, Carso Yucateco y Costa Baja de Quintana Roo; el sistema ambiental se localiza en la Subprovincia fisiográfica denominada Carso Yucateco que ocupa las porciones centro y norte del estado de Quintana Roo, la cual está formada en una losa calcárea cuya topografía se caracteriza por la presencia de carsticidad, ligera pendiente descendente hacia el este y hacia el norte hasta el nivel del mar; con un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones; con elevaciones máximas de 22 m en su parte suroeste⁵.

Dada la solubilidad de las rocas, son frecuentes las dolinas y depresiones en donde se acumulan arcillas de descalcificación, además, muestran una superficie rocosa con ligeras ondulaciones y carecen en casi toda su extensión de un sistema de drenaje superficial. En su porción litoral son frecuentes las salientes rocosas, caletas, pequeños escarpes, cordones y espolones, así como lagunas pantanosas intercomunicadas con el mar por canales o bocas y extensas zonas de inundación con vegetación de manglar. De acuerdo con las características morfológicas del área, se puede situar en una etapa geomorfológica de madurez para una región calcárea en clima cálido subhúmedo.

⁵ INEGI y Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. México. 79 p.

IV.2.2.2 Clima

El régimen climático característico en toda la península de Quintana Roo, 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. En el municipio de Benito Juárez, de acuerdo con la clasificación climática de Koppen modificado por García, se manifiesta el subtipo climático cálido subhúmedo Aw0, que es el más seco de los cálidos subhúmedos (Fig. 15).

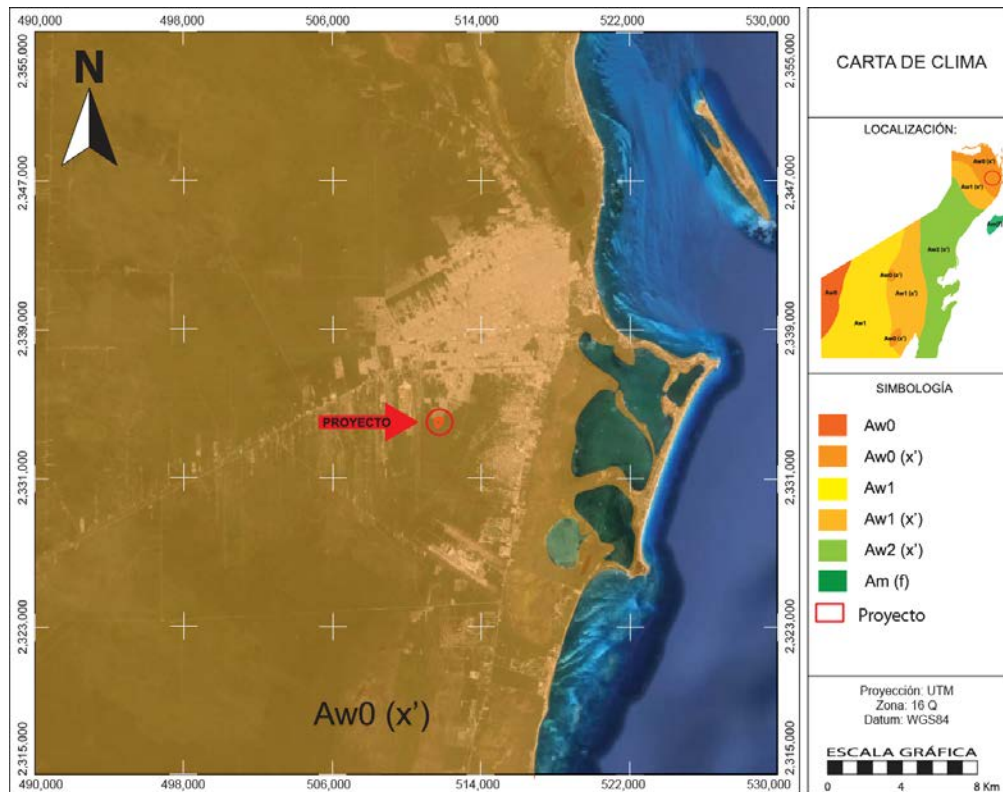


Figura 15. Subtipo climático que se presenta en el sitio del proyecto.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Escala 1: 250,000

Con base en los registros para el lapso 1991-2006 de la estación meteorológica de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en Cancún, la precipitación media anual para la zona es de 1,012.87 mm y se concentra principalmente de junio hasta octubre (60.1%); y la temperatura promedio anual es de 27.3 oC la cual alcanza su máximo nivel en el mes de agosto (Fig. 16).

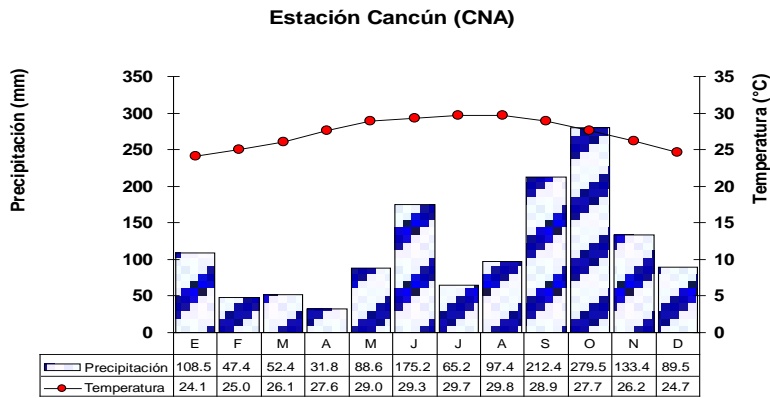


Figura 16. Marcha anual de la temperatura y precipitación para la zona de estudio.
 Fuente: Datos obtenidos por la CNA en la estación meteorológica Cancún (1991-2006).

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. Lo anterior determina que exista un elevado riesgo a este tipo de fenómenos meteorológicos. De acuerdo a Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), la zona norte del estado de Quintana Roo se cataloga como de alto riesgo a la incidencia de ciclones (Fig. 17).

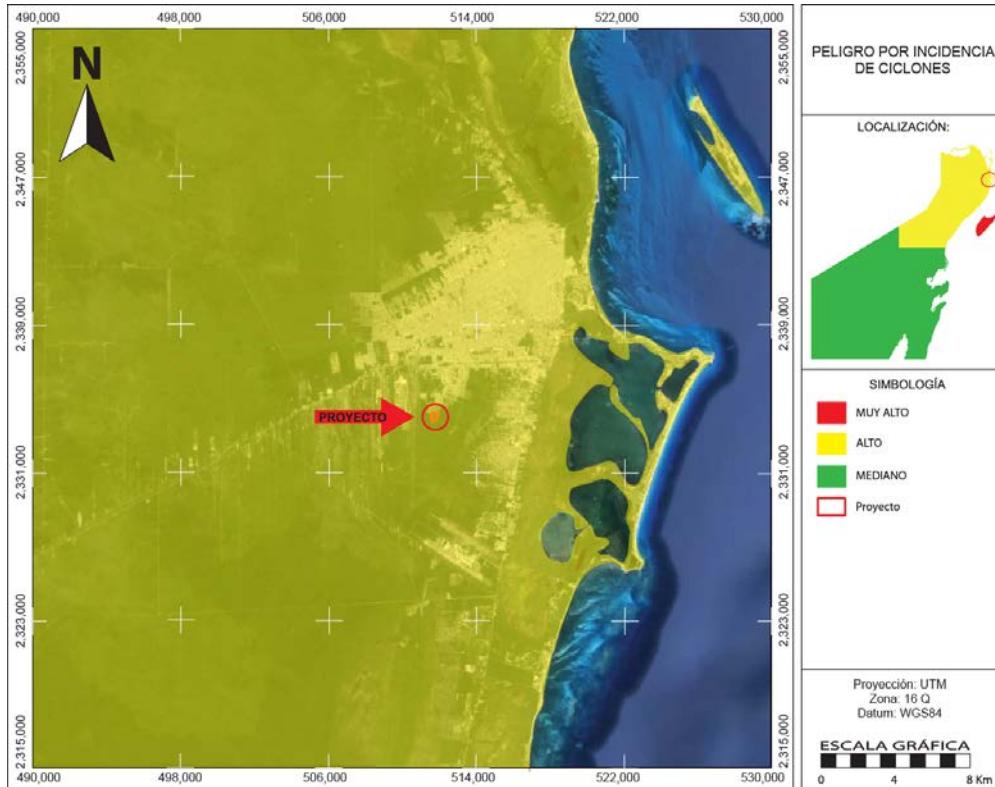


Figura 17. Mapa de peligros por incidencia de ciclones
 Fuente: Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

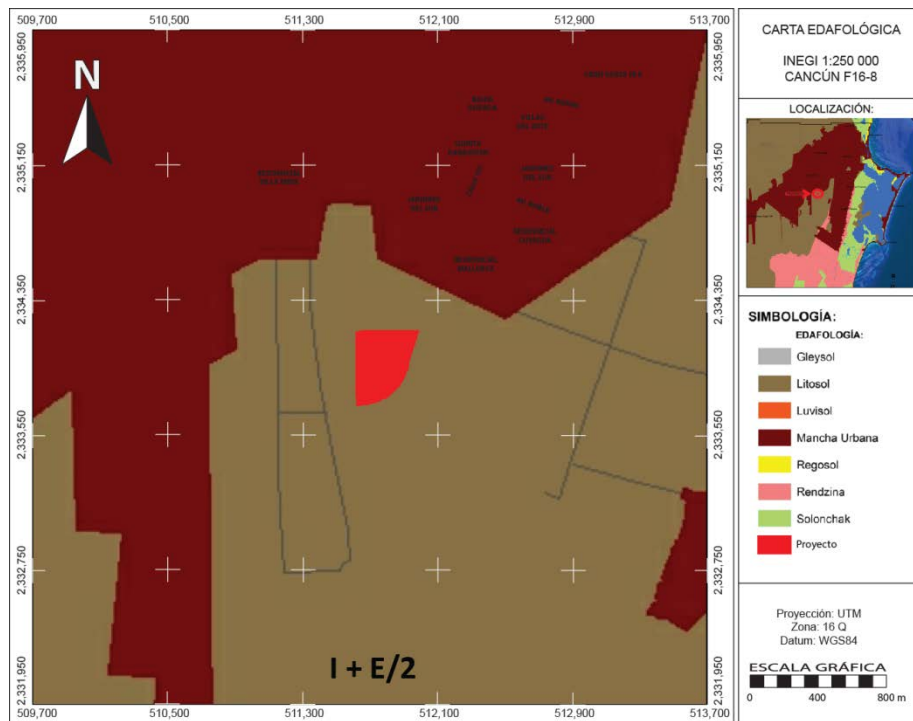
Los huracanes son frecuentes durante la última parte del verano y el comienzo del otoño (Agosto-Octubre e incluso Noviembre). Cuando se generan estas perturbaciones atmosféricas afectan a las costas de Quintana Roo. Los fuertes vientos, el oleaje generado por los mismos y las ondas de tormenta que elevan 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 el cuadro 5, 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.

Cuadro 5. Lista de algunos de los huracanes que se han presentado en la región.

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, Estado 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	Centroamerica, 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.2.2.3 Edafología

Los suelos dentro del área de estudio corresponden a los Litosoles. Estos suelos que presentan un color negro a café oscuro con menos de 20 cm de espesor, yacen sobre rocas calcáreas que afloran frecuentemente y son poco evolucionados, por lo general están sometidos a frecuentes alteraciones que determinan su baja fertilidad. Son suelos pedregosos a causa del basamento rocoso y calcáreo, sin embargo, el subsuelo es muy permeable y permite la infiltración de lluvia que disuelve los componentes de las rocas calizas, dando origen a los cenotes, grutas y cavernas.



Fuente: Carta Edafológica del INEGI "CANCUN F16-8" a escala 1: 250 000

Los suelos de la zona de estudio corresponden a la asociación I+E/2: Litosoles más Rendzina de clase textural media (asociación Tzekel – Kankab) (Fig. 18). Esta asociación de suelos jóvenes son poco evolucionados, permeables y con un pH neutro a ligeramente alcalino.

IV.2.2.4 Geología y 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, principalmente en su parte norte donde se ubica el sitio del proyecto.

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 CANCÚN F16-8, en la zona del proyecto se encuentran rocas calizas del Terciario Superior Plioceno Tpl(cz) (Fig. 19).

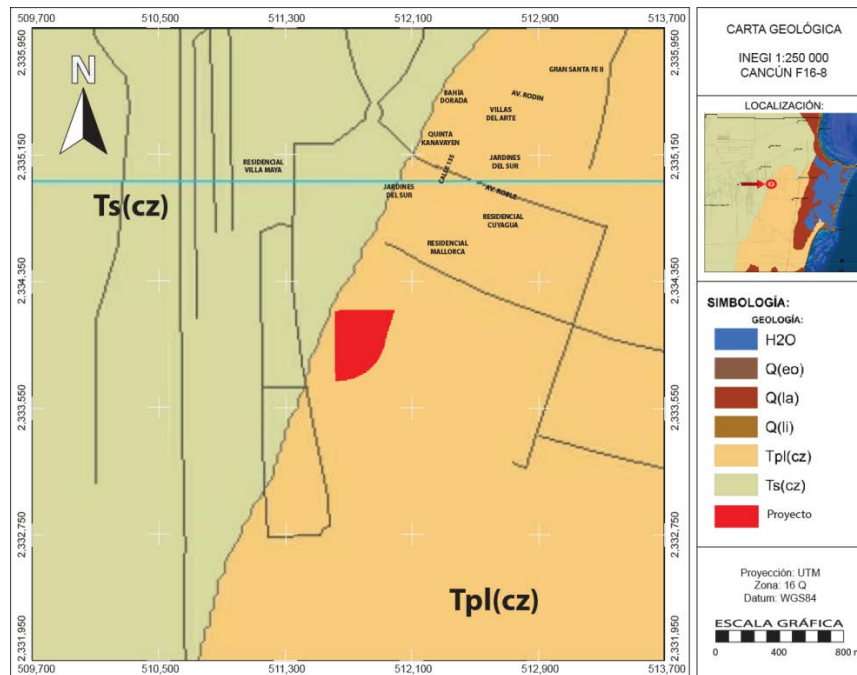


Figura 19. Mapa Geológico del área de Estudio

Fuente: Carta Geológica del INEGI "CANCUN F16-8" a escala 1: 250 000

Las calizas Tpl(cz) son una unidad de calizas coquiníferas considerada como parte de la Formación Carrillo Puerto. En ellas se aprecian fragmentos de pelecípodos y en menor cantidad moluscos, corales y esponjas, su estratificación es cruzada y su ambiente de depósito es de plataforma somera. Morfológicamente constituye lomeríos de poca elevación paralelos a la costa.

Estas calizas por su estructura granular y alto contenido de carbonato de calcio son muy susceptible de ser disueltas; siendo este el origen de los cenotes que son característicos de la Península de Yucatán. Esta disolución del material calizo permite que se formen auténticos ríos subterráneos que llegan a desfogar directamente en el mar; por lo que la zona en general es altamente susceptible a la contaminación del manto freático.

IV.2.2.5 Hidrología superficial y subterránea

Hidrología superficial.

El Municipio de Benito Juárez donde se pretende llevar a cabo la implementación del proyecto, forma parte de la Región Hidrológica RH32 Yucatán Norte y la cuenca denominada 32A Quintana Roo.

Esta cuenca, a pesar de contar con una precipitación pluvial superior a 1,000 mm anuales, 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 con excepción de las zonas costeras que están sujetas a inundación y de pequeñas depresiones que son denominadas aguadas.

Esta subcuenca se caracteriza por un rango de escurrimiento de 0% a 5% excepto en la franja costera donde tienen escurrimientos desde 10% a 20% debido a la presencia de arcillas y limos (INEGI, 2002). El sitio del proyecto se ubica en las áreas con coeficientes de escurrimiento de 0 a 5% (Fig. 20).

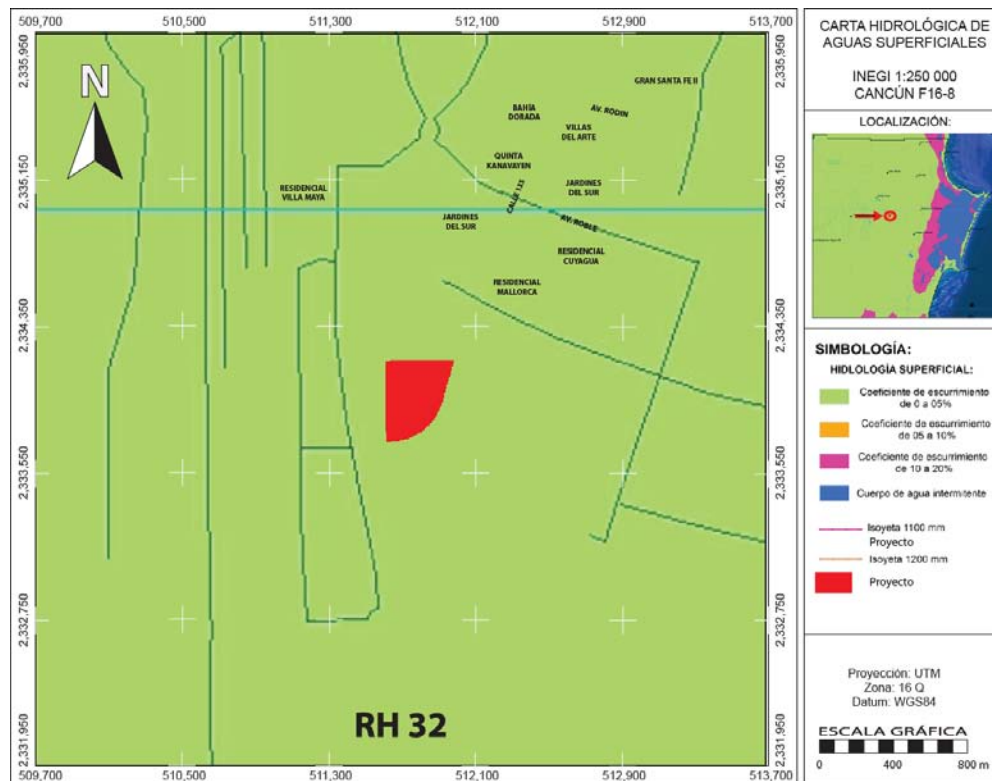


Figura 20. Mapa Hidrológico Superficial del Área de Estudio

Fuente: Carta Hidrológica de Aguas Superficiales del INEGI
"CANCUN F16-8" a escala 1: 250 000

Hidrología subterránea

En la región, 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. La unidad geohidrológica presente en la zona del proyecto corresponde a la denominada Material consolidado con posibilidades altas de funcionar como acuífero (Fig. 21).

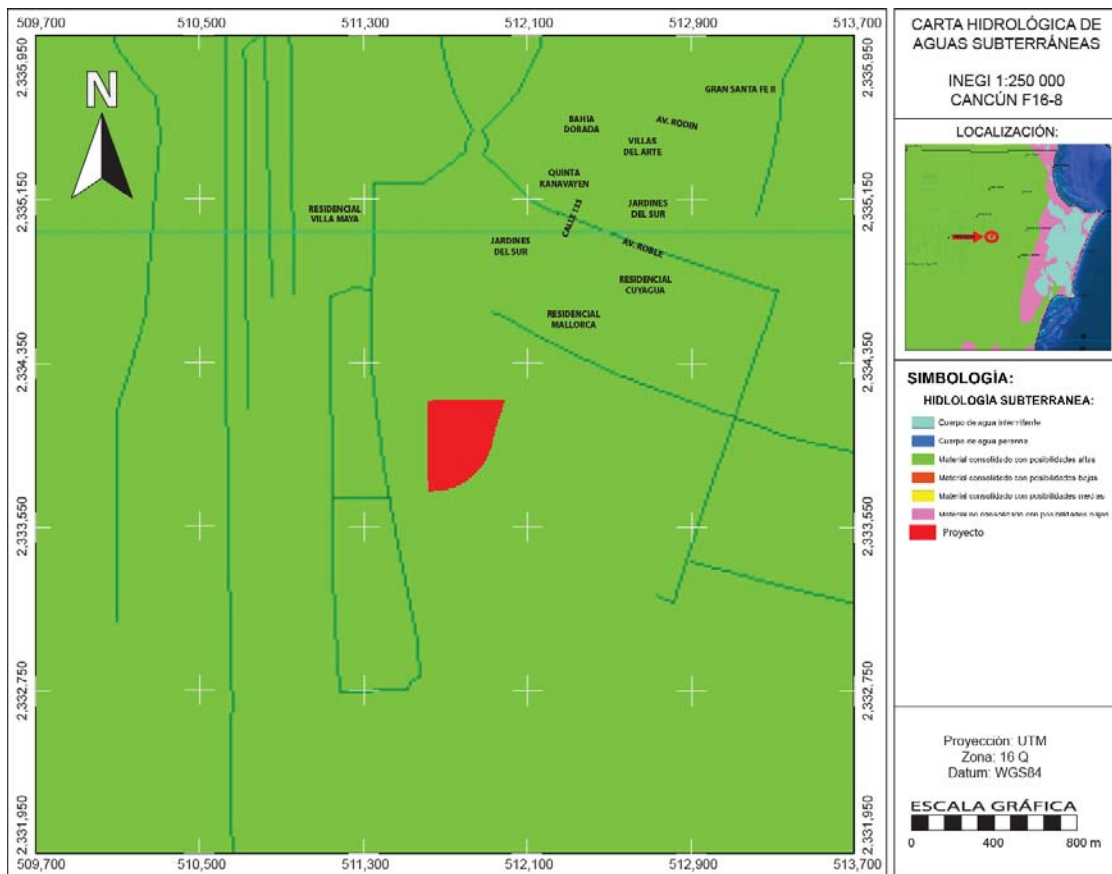


Figura 21. Mapa Hidrológico Subterráneo del Área de Estudio

Fuente: Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas del INEGI
"CANCUN F16-8" a escala 1: 250 000

El modelo conceptual que permite explicar el flujo del agua subterránea en el norte de Quintana Roo (figura 22), con aplicación en el sistema ambiental de este proyecto. Se

fundamenta en las diferencias altitudinales y las características cársticas del sustrato, se considera que el agua subterránea se mueve de las zonas de mayor precipitación hacia la costa. En los estratos consolidados 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 desplazamiento.

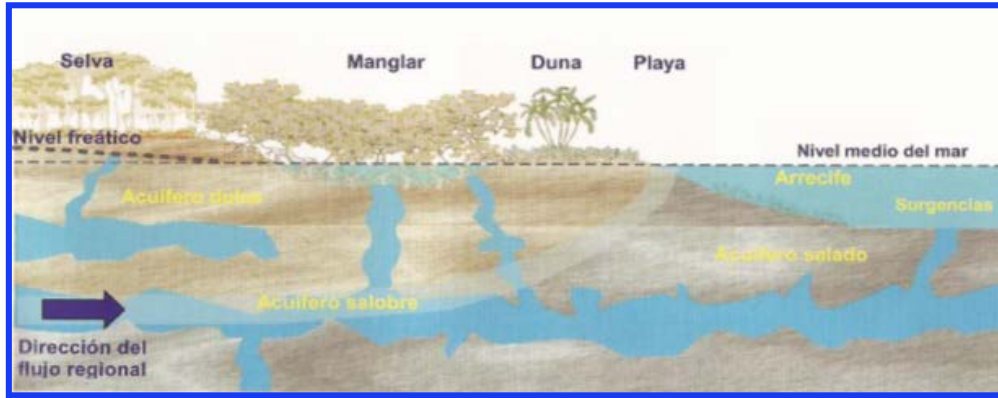


Figura 22. Representación esquemática el flujo subterráneo del agua que caracteriza la zona costera del norte de Quintana Roo. Fuente: Juárez et al, 2006.

V.2.2.6 Aire

Las condiciones naturales de típicas de los ecosistemas costeros de la península de Yucatán, con un relieve plano, con brisa marina constante, vientos dominantes estacionales que facilitan la dispersión de partículas y por consiguiente impiden su concentración determinan que la calidad del aire en este sistema ambiental sea satisfactorio.

Los impactos ambientales previstos por la remoción de la vegetación para este proyecto se refieren a la emisión de gases por la combustión de los hidrocarburos (diesel) que generan la maquinaria y los vehículos durante el desmonte, así como la emisión de polvos a la atmósfera derivados del movimiento de tierras.

Este impacto se considera temporal, adverso e irreversible con medidas de prevención, de escasa magnitud e importancia; ya que se aplicarán los lineamientos establecidos en las normas ambientales aplicables y los polvos generados, no se dispersarán más allá de los límites del predio.

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

IV.2.3 Medio biótico

IV.2.3.1 Vegetación.

El tipo de vegetación predominante que se reporta para el sistema ambiental de este proyecto, de acuerdo con la Carta de Vegetación y Uso del Suelo, Serie V del INEGI corresponde con las características de la vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia (figura 23). Se identifica una condición en este sistema ambiental: la vegetación secundaria arbustiva (VSa/SMQ) que ocupa una superficie de 503.55 hectáreas (32.33% del sistema ambiental).

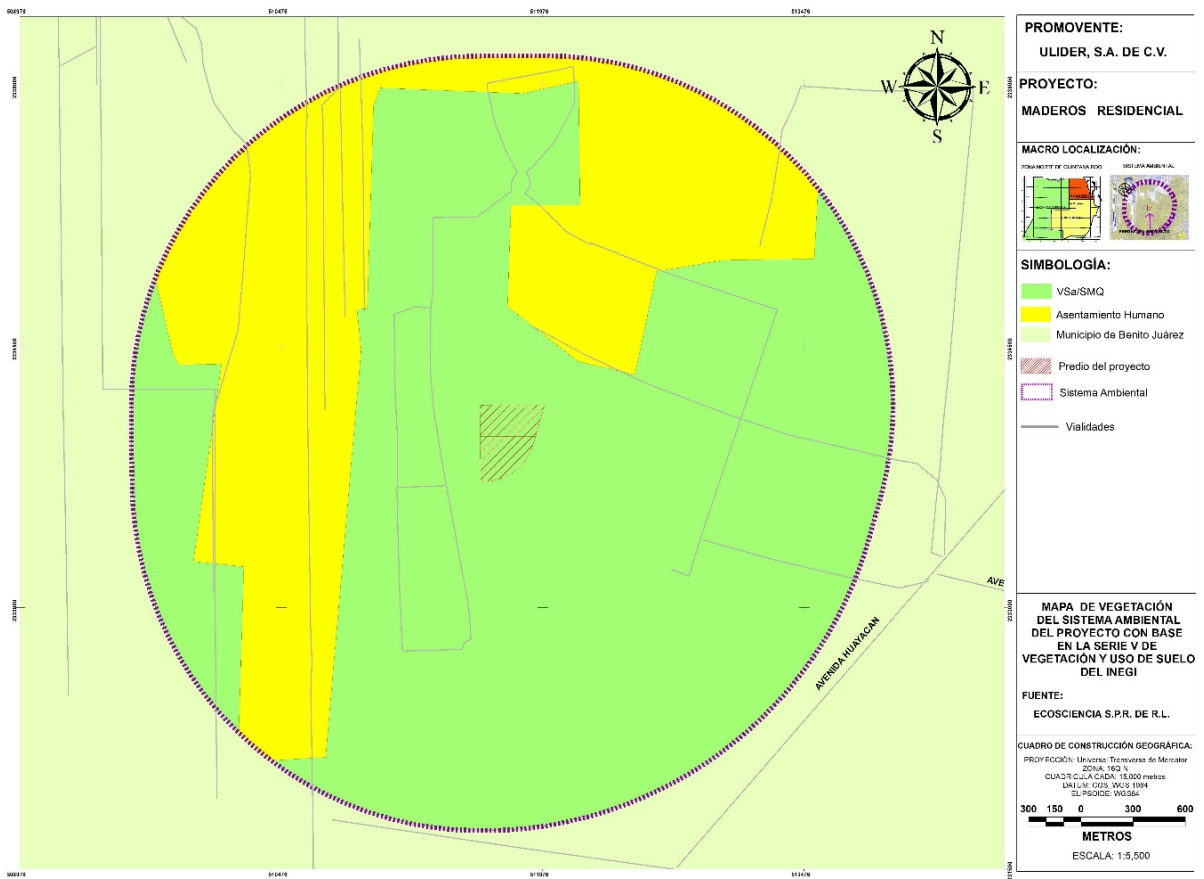


Figura 23. Tipo de vegetación y uso de suelo en el sistema ambiental del proyecto Maderos Residencial. Fuente: Carta de uso del suelo y vegetación de INEGI, Serie V.

En el cuadro 6, se presenta la superficie expresada en hectáreas, así como el porcentaje de ocupación de cada una de las condiciones de la vegetación y los usos de suelo de las condiciones que prevalecen en este Sistema Ambiental, de acuerdo con la carta de Vegetación y uso del suelo serie V del INEGI.

Este polígono tiene una superficie total de 1,557.43 hectáreas que rodean el predio y corresponde al área donde se prevén los efectos directos de este proyecto. La vegetación secundaria arbustiva ocupa la mayor parte del sistema ambiental aportando el 67.67%, mientras que los asentamientos humanos ocupan el 32.33% restante.

Cuadro 6. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones que prevalecen en el sistema ambiental.

CLAVE	DESCRIPCIÓN DE USOS Y VEGETACIÓN	HECTAREAS	PORCENTAJE
AH	ASENTAMIENTOS HUMANOS	503.55	32.33
VSa/SMQ	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA	1053.88	67.67
	SUPERFICIE TOTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL	1557.43	100.00

Fuente: Carta de vegetación y uso del suelo serie V del INEGI.

Selva Mediana Subperennifolia. En la selva mediana subperennifolia del norte de Quintana Roo predominan los rodales con vegetación secundaria arbustiva y arbórea, en menor proporción se presentan parches con dominancia herbácea. Esta vegetación presenta una amplia distribución formando extensos macizos con distintos estados de desarrollo y conservación que colindan con los otros tipos de vegetación. En el sotobosque de esta comunidad son comunes las especies de palmas, trepadoras y epifitas. Este tipo de vegetación ha sido severamente afectado y de manera recurrente por huracanes, incendios forestales y actividades antropogénicas.

Según Miranda y Hernández X. (1963); en la selva mediana subperennifolia madura entre el 25 % y el 50 % de los árboles dominantes pierden sus hojas durante la época de sequía. Según la clasificación de alturas de INEGI, la selva mediana presenta una altura de más de 15 m y menor que 30 m. En este tipo de selva se distinguen tres estratos arbóreos de 4 a 12 m, de 12 a 20 m y de 22 a 25 m de altura total. En condiciones de una vegetación madura, entre las especies dominantes del dosel destacan el chicozapote (*Manilkara zapota*), ramón (*Brosimum alicastrum*), huaya (*Talisia olivaeformis*), zapotillo (*Pouteria reticulata*) y yaité (*Gymnanthes lucida*). Mientras que entre las especies más abundantes en la vegetación secundaria, destacan el chaca (*Bursera simaruba*), chechén (*Metopium brownei*), tsalan (*Lysiloma latisiliquum*) y sacchaca (*Dendropanax arboreus*). En el sotobosque son comunes las palmas xiat (*Chamaedorea seifrizii*), chit (*Thrinax radiata*) y huano (*Sabal japa*).

..

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A
 PROYECTO: "MADEROS RESIDENCIAL"

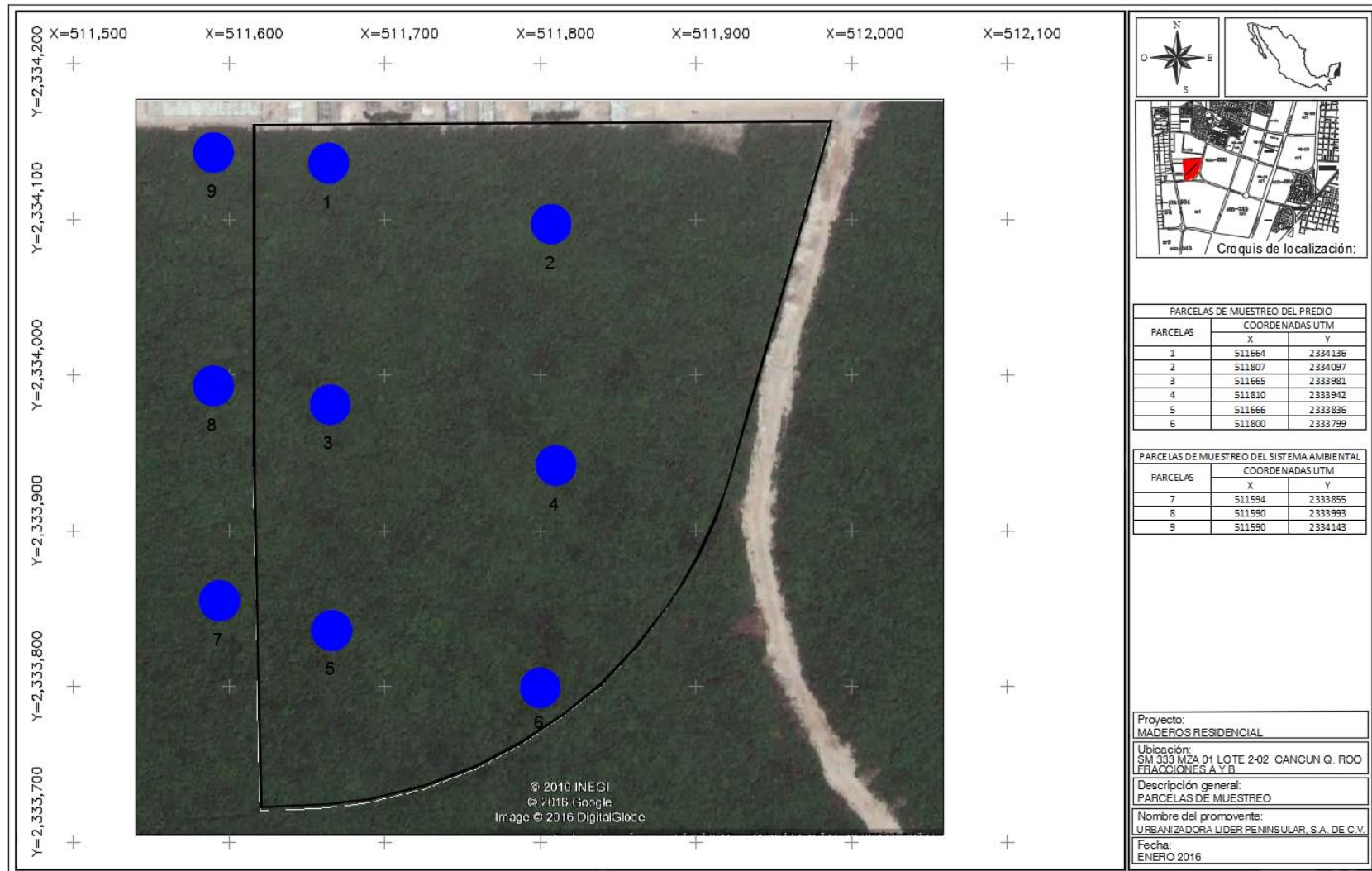


Figura 24. Distribución espacial de los sitios de muestreo para el proyecto Maderos Residencial.

Metodología.- Para obtener los datos cuantitativos para la descripción de la vegetación del sistema ambiental del proyecto Maderos Residencial se establecieron tres sitios de muestreo en un predio colindante al sitio del proyecto. Mientras que para el levantamiento del inventario forestal se establecieron seis sitios de muestreo dentro del predio del proyecto. De los cuales se seleccionaron los sitios 1, 4 y 5 para hacer las comparaciones de la vegetación entre el sistema ambiental y las características de la vegetación del área sujeta a cambio de uso de suelo (Figura 24).

Las unidades de muestreo consistieron en sitios circulares con subunidades concéntricas de tres diferentes dimensiones. Tomando en cuenta las características de la vegetación existente en el predio en donde se desarrollan e interactúan arbolado adulto, juveniles, delgados, arbustos y plantas herbáceas, el tamaño de cada unidad de muestreo consistió en un unidad de 500 m², con subunidades concéntricas de 100 m² y 5 m², la forma del muestreo fue iniciando dirección norte y siguiendo el sentido de las manecillas del reloj.

En el siguiente cuadro se presentan las coordenadas UTM de cada uno de estos sitios de muestreo y en la figura siguiente se aprecia su distribución espacial. Por lo tanto los sitios de muestreo que se establecieron para caracterizar la vegetación del sistema ambiental corresponden al 7, 8 y 9, mientras que los sitios de muestreo 1, 4 y 5 se seleccionaron para describir la vegetación de la superficie de cambio de uso del suelo.

Cuadro 7. Coordenadas en UTM de los sitios de muestreo empleados durante el levantamiento de datos en campo para el proyecto Maderos Residencial. Datum WGS-84 México.

UBICACIÓN	PARCELA	X	Y
PREDIO	1*	511664	2334136
	2	511807	2334097
	3	511665	2333981
	4*	511810	2333942
	5*	511666	2333836
	6	511800	2333799
SISTEMA AMBIENTAL	7	511594	2333855
	8	511590	2333993
	9	511590	2334143

Nota= * Sitios de muestreo seleccionados para la comparación de la superficie de cambio de uso del suelo.

IV.2.3.2 Condiciones de la vegetación en el sistema ambiental.

Vegetación Secundaria de Selva. Algunos autores como Flores y Espejel (1994), coinciden en señalar que la vegetación primaria o agrupaciones óptimas que fueron descritas para la región a mediados del siglo XX han desaparecido (Miranda, 1958). De tal manera que su lugar ha sido ocupado por la vegetación con desarrollo secundario.

Dentro del sistema ambiental de este proyecto se distribuyen extensas zonas en donde predomina la vegetación secundaria arbustiva derivada de una selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ), en la que la gran mayoría de los individuos presentan alturas totales entre los 2 y 10 m y en donde sobresalen algunos individuos de especies arbóreas dispersos o en conjuntos más diversos de dimensiones de escasas a regulares. Aunque la composición florística de la vegetación arbustiva es semejante a la de una vegetación conservada de selva mediana, la estructura horizontal y vertical se encuentra completamente modificada.

Las causas que han afectado a la vegetación en este sistema ambiental son variadas y pueden ser atribuidas a fenómenos naturales y actividades antropogénicas como son: el impacto de huracanes, la presencia de incendios y la expansión de la mancha urbana. Aunque en menor proporción también se presentan actividades de extracción furtiva de recursos naturales y acciones de uso del suelo con fines agropecuarios.

Sin Vegetación Aparente.- Las zonas urbanas y los asentamientos humanos generan las alteraciones más severas a los ecosistemas naturales, así como un alto riesgo de contaminación del acuífero y de los cuerpos de agua. En este sistema ambiental también se observan otras áreas sin vegetación aparente como son los caminos y carreteras, los bancos de materiales pétreos, entre otras áreas desmontadas de menor extensión.

En términos generales se puede concluir que las condiciones ambientales predominantes en este sistema ambiental, corresponden con las características de las zonas periféricas a las áreas urbanas, donde por el patrón de crecimiento de la mancha urbana se dejan parches de vegetación secundaria arbustiva derivada de una selva mediana subperennifolia dentro de áreas que ya se encuentran ocupadas, desmontadas o en proceso de construcción. Por lo tanto, en el área de influencia directa de este proyecto predomina la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia, los asentamientos humanos y una gran cantidad de brechas y caminos que conforman un ecosistema previamente fragmentado y en continua modificación, ya que considerando al PDU 2014-2030, es en esta zona donde se encuentra la reserva sur para el crecimiento de la zona urbana de la ciudad de Cancún.

Composición florística.- El listado florístico del sistema ambiental se obtuvo de los recorridos realizados en las inmediaciones del predio a través de caminatas para identificar las especies de flora y de los registros de los sitios de muestreo realizados dentro del mismo. En total se identificaron 102 especies vegetales, de las cuales 69 especies son árboles, 11 especies son arbustivas, 3 son palmas, 6 son herbáceas, 5 son epífitas y 8 especies son trepadoras. Estas especies se encuentran agrupadas en 45 familias, de las cuales Fabaceae es la más abundante con 15 especies identificadas.

Cuadro 8. Listado de especies vegetales registradas en el Sistema Ambiental y su correspondiente forma de vida y categoría de protección.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	FORMA DE VIDA	PROTECCIÓN
DENNSTAEDTIACEAE	<i>Pteridium caudatum</i>	Culantrillo	Herbácea	
ANACARDIACEAE	<i>Metopium brownei</i>	Chechem	Árbol	
ANNONACEAE	<i>Mosannonna depressa</i>	Boox elemuy	Árbol	
	<i>Sapranthus campechianus</i>	Sak elemuy	Árbol	
APOCYNACEAE	<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	Árbol	
ARACEAE	<i>Anthurium schlechtendalii</i>	X-boobtun	Epífita	
	<i>Syngonium podophyllum</i>		Epífita	
ARALIACEAE	<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj	Árbol	
ARECACEAE	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Xiat	Palma	
	<i>Sabal japa</i>	Huano	Palma	
	<i>Thrinax radiata</i>	Chiit	Palma	Amenazada
ASTERACEAE	<i>Pluchea odorata</i>	Santa María	Arbustiva	
	<i>Eupatorium daleoides</i>		Arbustiva	
BIGNONIACEAE	<i>Cydista potosina</i>	X-k'an lol	Trepadora	
	<i>Stizophyllum riparium</i>	K'an ak'	Trepadora	
	<i>Tabebuia chrysantha</i>	X-k'anlol k'aax	Árbol	Amenazada
BORAGINACEAE	<i>Cordia dodecandra</i>	K'opté	Árbol	
	<i>Cordia gerascanthus</i>	Bojon	Árbol	
BROMELIACEAE	<i>Bromelia pinguin</i>	Ts'albay	Herbácea	
	<i>Tillandsia fasciculata</i>	X-ch'uche	Epífita	
BURSERACEAE	<i>Bursera simaruba</i>	Chakaj	Árbol	
CAPPARACEAE	<i>Capparis flexuosa</i>		Árbol	
CARICACEAE	<i>Carica papaya</i>	Put ch'iich	Arbustiva	
CELASTRACEAE	<i>Hippocratea voluvilis</i>	Hoja dura	Árbol	
CLUSIACEAE	<i>Clusia flava</i>	Chunup	Árbol	
COMMELINACEAE	<i>Tradescantia spathacea</i>	Agave morado	Herbácea	
EBENACEAE	<i>Diospyros tetrasperma</i>	Siliil	Árbol	
	<i>Diospyros yucatanensis</i>	Uchul ché	Árbol	
EUPHORBIACEAE	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	Chay	Arbustiva	
	<i>Croton niveus</i>		Árbol	
	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayté	Árbol	
	<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomol ché	Árbol	
FABACEAE	<i>Acacia collinsii</i>		Árbol	
	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	Árbol	
	<i>Bauhinia jenningsii</i>	Lengua de vaca	Árbol	
	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitinché	Árbol	
	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Taakinche	Árbol	
	<i>Diphysa yucatanensis</i>	Ts'u'ts'uk	Árbol	
	<i>Erythrina standleyana</i>	Chakmoolche	Árbol	

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A
PROYECTO: "MADEROS RESIDENCIAL"

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	FORMA DE VIDA	PROTECCIÓN
	<i>Gliricidia maculata</i>	Sak yaab	Árbol	
	<i>Leucaena leucocephala</i>	Waxim	Árbol	
	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'anasin	Árbol	
	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	Árbol	
	<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin	Árbol	
	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	Árbol	
	<i>Swartzia cubensis</i>	K'atal oox	Árbol	
	<i>Zygia stevensonii</i>	Kakawche	Arbustiva	
ICACINACEAE	<i>Ottoschultzia pallida</i>	Uvasché	Árbol	
LAMIACEAE	<i>Calicarpa acuminata</i>	Xpukim	Arbustiva	
	<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik	Árbol	
LAURACEAE	<i>Nectandra coriacea</i>	Joochok ché	Árbol	
MALPIGHIACEAE	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Sak paj	Árbol	
	<i>Malpighia glabra</i>	Wayakté	Árbol	
MALVACEAE	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Pochote	Árbol	
	<i>Hampea trilobata</i>	Jool	Árbol	
	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipán de monte	Arbustiva	
MELIACEAE	<i>Trichilia glabra</i>	Chobenche	Árbol	
MORACEAE	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	Árbol	
	<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	Árbol	
	<i>Ficus obtusifolia</i>	Sak' awaj	Árbol	
	<i>Ficus pertusa</i>	Ju'um ch'iich'	Árbol	
	<i>Ficus maxima</i>	Akum	Árbol	
MYRTACEAE	<i>Calyptranthes pallens</i>	Chaknii	Árbol	
	<i>Eugenia axillaris</i>		Árbol	
NYCTAGINACEAE	<i>Neea psychotrioides</i>	X-ta'tsi	Árbol	
ORCHIDACEAE	<i>Oceoclades maculata</i>		Epífita	
	<i>Catasetum integerrimum</i>	Ch'iit ku'uk	Epífita	
PICRAMNIACEAE	<i>Picramnia antidesma</i>	Kaan kin che	Arbustiva	
POACEAE	<i>Andropogon glomeratus</i>		Herbácea	
	<i>Lasiacis divaricata</i>	Siit	Herbácea	
	<i>Paspalum langei</i>		Herbácea	
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	X-tojyub	Árbol	
	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Chiich boob	Árbol	
	<i>Coccoloba spicata</i>	Boob	Árbol	
	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'ts'ilché	Árbol	
PRIMULACEAE	<i>Parathesis cubana</i>	Pico de paloma	Árbol	
PUTRANJIVACEAE	<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	Árbol	
RUBIACEAE	<i>Guettarda combsii</i>	Tasta'ab	Árbol	
	<i>Psychotria nervosa</i>	X-k'anán	Arbustiva	
	<i>Psychotria pubescens</i>	X-yax k'anán	Arbustiva	
	<i>Randia aculeata</i>	X-peech kitam	Arbustiva	

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	FORMA DE VIDA	PROTECCIÓN
RUTACEAE	<i>Casimiroa tetrameria</i>	Yuy	Árbol	
	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranja ché	Árbol	
SALICACEAE	<i>Casearia corymbosa</i>	Xi'imché	Árbol	
	<i>Samyda yucatanensis</i>	Puuts' mukuy	Árbol	
	<i>Zuelania guidonia</i>	X-ta'amay	Árbol	
SAPINDACEAE	<i>Cardiospermum halicacabum</i>	P'aak ak'	Trepadora	
	<i>Cupania dentata</i>		Árbol	
	<i>Exothea diphylla</i>	Wayam kox	Árbol	
	<i>Melicocus oliviformis</i>	Huaya	Árbol	
	<i>Paullinia pinnata</i>	Ch'em ak'	Trepadora	
	<i>Serjania adiantodes</i>		Trepadora	
SAPOTACEAE	<i>Thouinia paucidentata</i>	K'anchunuup	Árbol	
	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Chi' keej	Árbol	
	<i>Manilkara zapota</i>	Chicosapote	Árbol	
	<i>Pouteria campechiana</i>	K'anisté	Árbol	
SIMAROUBACEAE	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Chak yá	Árbol	
	<i>Simarouba amara</i>	Pa'sak'	Árbol	
SMILACACEAE	<i>Smilax mollis</i>	Ts'ay keej	Trepadora	
ULMACEAE	<i>Trema micrantha</i>	Sak pixoy	Arbustiva	
URTICACEAE	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	Árbol	
VITACEAE	<i>Cissus gossypifolia</i>	Ta'ab kanil	Trepadora	

IV.2.3.3 Resultados de los valores obtenidos de Importancia Ecológica en el Sistema Ambiental (VIR).

En el cuadro 9, se presentan los valores de importancia relativa (VIR) de las especies que se registraron en el estrato herbáceo que corresponde a las plantas herbáceas; plántulas y juveniles de vejucos, palmas, árboles y arbustos menores de un metro de altura total, registradas en las unidades de muestreo de 5 m². En total, en las 3 unidades de muestreo para obtener los valores del sistema ambiental se registraron 20 especies que corresponden a este estrato.

Cuadro 9. Valor de Importancia Relativa (VIR) del Estrato herbáceo en el sistema ambiental de este proyecto

Especie	Nombre común	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Valor de Importancia Relativa
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	4.0	4.3	1.6	9.9
<i>Metopium brownei</i>	Chechen	4.0	4.3	1.6	9.9
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	8.0	8.7	10.4	27.1
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj	8.0	8.7	9.6	26.3
<i>Smilax mollis</i>	Ts'ay keej	4.0	4.3	3.2	11.5

Especie	Nombre común	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Valor de Importancia Relativa
<i>Eugenia axillaris</i>		4.0	4.3	3.2	11.5
<i>Andropogon glomeratus</i>		4.0	4.3	0.8	9.1
<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	8.0	4.3	4.8	17.1
<i>Bauhinia jenningsii</i>	Lengua de vaca	4.0	4.3	8.0	16.3
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranjache	4.0	4.3	8.0	16.3
<i>Nectandra coriacea</i>	Joochok ché	12.0	8.7	10.4	31.1
<i>Ottoschultzia pallida</i>	Uvasché	4.0	4.3	4.8	13.1
<i>Paspalum langei</i>		4.0	4.3	1.2	9.5
<i>Parathesis cubana</i>	Plomoche	4.0	4.3	4.0	12.3
<i>Serjania adiantoides</i>		4.0	4.3	4.8	13.1
<i>Psychotria nervosa</i>	X-k'anan	4.0	4.3	3.2	11.5
<i>Cissus gossypifolia</i>	Ta'ab kanil	4.0	4.3	1.2	9.5
<i>Lasiacis divaricata</i>	Siit	4.0	4.3	8.0	16.3
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	4.0	4.3	3.2	11.5
<i>Gymnanthes lucida</i>	Yaite	4.0	4.3	8.0	16.3
		100.0	100.0	100.0	300.0

En el cuadro 10, se presentan los valores de importancia relativa (VIR) de las especies del estrato arbustivo que corresponde a los arbustos mayores de un metro y árboles desde 3.0 cm hasta 9.9 cm de DAP, registrados en las unidades de muestreo de 100 m². En total, en las 3 unidades de muestreo para obtener los valores del sistema ambiental se registraron 26 especies. De acuerdo con los datos obtenidos, las especies con los valores de importancia relativa más altos son: *Vitex gaumeri* con 33.7, *Bursera simaruba* con 29.5 y *Nectandra coriacea* con 26.7, con respecto al total del VIR.

Cuadro 10. Valor de Importancia Relativa (VIR) del Estrato arbustivo en el sistema ambiental de este proyecto.

Especie	Nombre común	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Valor de Importancia Relativa
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	1.3	2.4	0.6	4.3
<i>Ficus maxima</i>	Akum	2.6	7.3	2.1	12.0
<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	7.7	4.9	7.8	20.3
<i>Coccoloba spicata</i>	Bob	1.9	7.3	1.3	10.5
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	10.3	7.3	11.9	29.5
<i>Calyptanthus pallens</i>	Chacní	2.6	4.9	1.9	9.4
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Chacyá	6.4	2.4	7.3	16.1
<i>Metopium brownei</i>	Chechen	1.3	2.4	1.0	4.7
<i>Croton niveus</i>		2.6	2.4	1.4	6.4

Especie	Nombre común	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Valor de Importancia Relativa
<i>Cupania dentata</i>	Cude	0.6	2.4	0.4	3.4
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj	11.5	2.4	11.1	25.1
<i>Diospyros tetrasperma</i>	Siliil	0.6	2.4	0.4	3.5
<i>Diospyros yucatanensis</i>	Uchul ché	2.6	2.4	1.1	6.1
<i>Eupatorium daleoides</i>		1.3	4.9	0.5	6.7
<i>Ficus pertusa</i>	Ju'um ch'iich'	2.6	2.4	2.4	7.4
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	2.6	2.4	3.8	8.8
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	3.2	2.4	3.3	8.9
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	2.6	2.4	3.8	8.8
<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	5.8	7.3	3.9	17.0
<i>Nectandra coriacea</i>	Joochok ché	10.3	7.3	9.1	26.7
<i>Randia aculeata</i>	X-peech kitam	0.6	2.4	0.3	3.4
<i>Zuelania guidonia</i>	Tamay	1.9	2.4	1.2	5.5
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	1.3	4.9	3.6	9.8
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnik	11.5	4.9	17.2	33.7
<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayte	1.9	2.4	1.3	5.7
<i>Acacia collinsii</i>	Subin	2.6	2.4	1.2	6.2
	Total	100.0	100.0	100.0	300.0

En el cuadro 11, se presenta el valor de importancia relativa del estrato arbóreo) que corresponde a árboles y palmas con tallos cuyo diámetro a la altura del pecho es de 10 cm o mayores. En total, en las 3 unidades de muestreo para obtener los valores del sistema ambiental se registró la presencia de 7 especies arbóreas, se puede observar que las especies *Lysiloma latisiliquum*, *Vitex gaumeri* y *Metopium brownei* obtuvieron los valores más altos de VIR, todas ellas características de selva mediana subpernifolia.

Cuadro 11. Valor de Importancia Relativa (VIR) del Estrato arbóreo en el sistema ambiental de este proyecto.

Especie	Nombre común	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia relativa	Valor de Importancia Relativa
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	5.3	11.1	2.8	19.1
<i>Metopium brownei</i>	Chechen	10.5	22.2	26.4	59.2
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj	5.3	11.1	2.8	19.1
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	15.8	11.1	7.4	34.3
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	5.3	11.1	4.4	20.8
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	31.6	22.2	33.4	87.2
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnik	26.3	11.1	22.9	60.3
		100.0	100.0	100.0	300.0

IV.2.3.4 Resultados de los valores obtenidos de Diversidad florística por estrato en el Sistema Ambiental.

En el cuadro 12, se presentan los valores de diversidad de especies (Índice de Shannon-Wiener) del estrato herbáceo en la vegetación del sistema ambiental de este proyecto. Se incluyen las especies herbáceas, los arbustos menores de 1 metro de altura así como las plántulas y juveniles de árboles y palmas que se registraron en las 3 unidades de muestreo de 5 m² del sistema ambiental.

Los resultados obtenidos en el caso del estrato herbáceo y arbustivo son muy parecidos con valores que reflejan diversidad alta, mientras que para el estrato arbóreo se observa una disminución en el valor H, considerando que el resultado fue de 2.5, siendo por lo tanto el estrato arbustivo el que obtuvo el valor Hmax más alto (4.7) que resulta ser el estrato más diverso.

Cuadro 12. Diversidad (H') y Equitabilidad (E) del estrato Estrato herbáceo del sistema ambiental.

ESPECIES	IND/MUESTRA	pi	-(pi)(log2pi)	(log2pi)
<i>Bursera simaruba</i>	1	0.040	0.186	-4.644
<i>Metopium brownei</i>	1	0.040	0.186	-4.644
<i>Thrinax radiata</i>	2	0.080	0.292	-3.644
<i>Dendropanax arboreus</i>	2	0.080	0.292	-3.644
<i>Smilax mollis</i>	1	0.040	0.186	-4.644
<i>Eugenia axillaris</i>	1	0.040	0.186	-4.644
<i>Andropogon glomeratus</i>	1	0.040	0.186	-4.644
<i>Pouteria campechiana</i>	2	0.080	0.292	-3.644
<i>Bauhinia jenningsii</i>	1	0.040	0.186	-4.644
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	1	0.040	0.186	-4.644
<i>Nectandra coriacea</i>	3	0.120	0.367	-3.059
<i>Ottoschultzia pallida</i>	1	0.040	0.186	-4.644
<i>Paspalum langei</i>	1	0.040	0.186	-4.644
<i>Parathesis cubana</i>	1	0.040	0.186	-4.644
<i>Serjania adiantoides</i>	1	0.040	0.186	-4.644
<i>Psychotria nervosa</i>	1	0.040	0.186	-4.644
<i>Cissus gossypifolia</i>	1	0.040	0.186	-4.644
<i>Lasiacis divaricata</i>	1	0.040	0.186	-4.644
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	1	0.040	0.186	-4.644
<i>Gymnanthes lucida</i>	1	0.040	0.186	-4.644
	25	1.000	4.2137	0.0000
		H=	4.2	
		Hmax=	4.3	
		Equitabilidad=	1.0	

En el cuadro 13, se presentan los valores de diversidad de especies (Índice de Shannon-Wiener) del estrato arbustivo en la vegetación del sistema ambiental de este proyecto. Se incluyen las especies que corresponden a los arbustos mayores de un metro y árboles desde 3.0 cm hasta 9.9 cm de DAP, registrados en las unidades de muestreo de 100 m² del sistema ambiental.

Cuadro 13. Diversidad (H') y Equitabilidad (E) del Estrato arbustivo en el sistema ambiental.

ESPECIES	IND/MUESTRA	pi	-(pi)(log2pi)	(log2pi)
<i>Cascabela gaumeri</i>	2	0.013	0.081	-6.285
<i>Ficus maxima</i>	4	0.026	0.136	-5.285
<i>Ficus cotinifolia</i>	12	0.077	0.285	-3.700
<i>Coccoloba spicata</i>	3	0.019	0.110	-5.700
<i>Bursera simaruba</i>	16	0.103	0.337	-3.285
<i>Calyptrothrix pallens</i>	4	0.026	0.136	-5.285
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	10	0.064	0.254	-3.963
<i>Metopium brownei</i>	2	0.013	0.081	-6.285
<i>Croton niveus</i>	4	0.026	0.136	-5.285
<i>Cupania dentata</i>	1	0.006	0.047	-7.285
<i>Dendropanax arboreus</i>	18	0.115	0.359	-3.115
<i>Diospyros tetrasperma</i>	1	0.006	0.047	-7.285
<i>Diospyros yucatanensis</i>	4	0.026	0.136	-5.285
<i>Eupatorium daleoides</i>	2	0.013	0.081	-6.285
<i>Ficus pertusa</i>	4	0.026	0.136	-5.285
<i>Piscidia piscipula</i>	4	0.026	0.136	-5.285
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	5	0.032	0.159	-4.963
<i>Swartzia cubensis</i>	4	0.026	0.136	-5.285
<i>Hampea trilobata</i>	9	0.058	0.237	-4.115
<i>Nectandra coriacea</i>	16	0.103	0.337	-3.285
<i>Randia aculeata</i>	1	0.006	0.047	-7.285
<i>Zuelania guidonia</i>	3	0.019	0.110	-5.700
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	2	0.013	0.081	-6.285
<i>Vitex gaumeri</i>	18	0.115	0.359	-3.115
<i>Gymnanthes lucida</i>	3	0.019	0.110	-5.700
<i>Acacia collinsii</i>	4	0.026	0.136	-5.285
	156	1.000	4.204	0.000
		H=	4.2	
		Hmax=	4.7	
		Equitabilidad=	0.9	

En el cuadro 14, se presentan los valores de diversidad de especies (Índice de Shannon-Wiener) del estrato arbóreo en la vegetación del sistema ambiental de este

proyecto. Se incluyen las especies que corresponden a los árboles y palmas con tallos cuyo diámetro a la altura del pecho es de 10 cm o mayores, registrados en las 3 unidades de muestreo de 500 m² del sistema ambiental.

Cuadro 14. Diversidad (H') y Equitabilidad (E) del Estrato Arbóreo en el sistema ambiental.

ESPECIES	D/MUESTRA	pi	-(pi)(log2pi)	(log2pi)
<i>Bursera simaruba</i>	1	0.053	0.224	-4.248
<i>Metopium brownei</i>	2	0.105	0.342	-3.248
<i>Dendropanax arboreus</i>	1	0.053	0.224	-4.248
<i>Piscidia piscipula</i>	3	0.158	0.420	-2.663
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	1	0.053	0.224	-4.248
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	6	0.316	0.525	-1.663
<i>Vitex gaumeri</i>	5	0.263	0.507	-1.926
	19	1.0000	2.465	0.0000
		H=	2.5	
		Hmax=	2.8	
		Equitabilidad=	0.9	

IV.2.3.5 Tipos de fauna en el Sistema Ambiental.

La descripción de la fauna en el sistema ambiental, se realiza con el objeto de conocer la composición y abundancia de la fauna de vertebrados terrestres que existen en las inmediaciones del proyecto y determinar la presencia de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que sirvan de comparación con la fauna registrada para el predio.

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 Péfaur (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 un área de mayor extensión que la del predio; con la finalidad de obtener una mayor cobertura en los resultados.

Para el muestreo de la fauna en el sistema ambiental se realizó un trabajo de campo sistemático que permitió obtener el mayor número de registros con el mínimo de

esfuerzo de las especies de vertebrados terrestres que ocupan o habitan dentro del sistema ambiental y particularmente en el área de influencia del proyecto.

Este muestreo de la fauna se realizó en tres transectos ubicados en las inmediaciones del predio, los transectos se identificaron con las siguientes letras y números (S1, S2 y S3) y tuvieron distancias mayores de 250 metros de largo con un ancho promedio de 15 metros. En cuanto a la periodicidad del muestreo este se llevó a cabo durante 3 días consecutivos en el mes de diciembre del año 2015, durante los cuales se realizaron recorridos matutinos -de 6:30 a 9:30 horas y vespertinos -de 17:00 a 19:00 horas-, aplicando las técnicas de búsqueda activa que consiste en recorrer el área de interés a través de la vegetación poniendo especial atención en localizar e identificar rastros de fauna tales como excretas, huellas, rascaderos, echaderos y cualquier otra evidencia de su presencia. Se buscaron madrigueras, nidos y sitios que pudieran ser utilizados como refugio, bajo piedras, troncos y entre los residuos sólidos que existen en el predio.

En todos los casos se tuvo el apoyo de 3 trabajadores de campo de la región con conocimiento de la fauna local, asimismo se contó con fotografías y dibujos obtenidos en la literatura, por lo que las evidencias obtenidas en campo se compararon con las guías de campo para tener certidumbre en la determinación de las especies observadas y efectuar el registro. Aunado a lo anterior, también se aprovecharon los días de los muestreos de vegetación, para la realización de recorridos complementarios y la elaboración del listado de especies de fauna que se registraron en las inmediaciones de este predio.

Las técnicas específicas empleadas para la identificación de las especies por grupo de fauna (reptiles, aves y mamíferos) se describen a continuación.

Herpetofauna.- En el caso de la herpetofauna se utilizaron varas largas durante los recorridos para llevar a cabo un método combinado de búsqueda y detección. Este método permitió obtener una lista de ejemplares observados en cada transecto y en cada recorrido. 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 y su registro fotográfico. Se realizaron recorridos a pie, diurnos, a través de las brechas existentes en las inmediaciones del predio. Se llevó a cabo una búsqueda de reptiles en los microhábitats a lo largo de los transectos previamente definidos, revisando la hojarasca, rocas, cuevas, troncos, etc. Durante los recorridos a través del área se trataron de observar huellas características que dejan algunos organismos al desplazarse. Así también se buscaron algunas señales que indican la presencia de estos organismos, tales como mudas, restos óseos, etc. 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. Se realizaron también registros de los ejemplares observados durante los trabajos de campo

relativos a la vegetación. El objetivo de este estudio es registrar la ocurrencia (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 de aves.

Mastofauna.- Se utilizó el método de observación directa, detección de rastros y huellas, mediante recorridos a pie a lo largo de los transectos, 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 al método de muestreo 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.



Figura 25. Evidencias de los registros de fauna obtenidos en el sistema ambiental del proyecto Maderos Residencial.

Durante los recorridos hechos para la realización de la presente caracterización se pudo constatar que en general la fauna silvestre es escasa, debido sin duda a la fragmentación del medio natural por los procesos de urbanización. Las aves que fueron las más abundantes por ser las más conspicuas, se observaron en su mayoría especies comunes en zonas pobladas y que hacen sus recorridos por el lugar en busca de alimento, la mayoría fueron observadas en tránsito o alimentándose. Del total de las especies registradas, se puede decir que los reptiles y los pequeños mamíferos son residentes en las áreas donde aún se conserva vegetación natural; las aves y los mamíferos mayores seguramente sólo utilizan los recursos como parte de un área más grande que permite satisfacer sus necesidades básicas de subsistencia.

En total se registraron 3 especies de reptiles con 4 registros, 15 especies de aves con un total de 27 registros y 5 especies de mamíferos con un total de 10 registros, resultando que la mayoría de las especies registradas son ampliamente distribuidas y frecuentemente reportadas para la región.

El análisis de datos se realizó a partir de la tabulación de los registros de fauna obtenidos en los transectos y posteriormente se estimó la abundancia relativa (A.R). Para estandarizar el análisis de los datos para los diversos grupos de vertebrados terrestres, una vez que se calculó la abundancia relativa se asignaron las categorías de abundancia de acuerdo con lo propuesto para aves por Petingill (1969).

Cuadro 15. Abundancia relativa de las especies registradas en el sistema ambiental de la zona de estudio

No.	Especie	Nombre común	Frecuencia	Abundancia relativa	
				%	Clase
Reptiles					
1	<i>Bothrops asper</i>	Culebra cuatro nariz	1	50	
2	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	2	100	Abundante
3	<i>Ameiva undulata</i>	<i>Lagartija metálica</i>	1	50	
			4		
Aves					
1	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita	2	40	
2	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle	1	20	
3	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalacas	5	100	Abundante
4	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Cheel	2	40	
5	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza blanca	1	20	
6	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Kau	2	40	
7	<i>Aratinga nana</i>	Perico pecho sucio	2	40	
8	<i>Cyanocorax morio</i>	Paap	3	60	
9	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma	1	20	
10	<i>Agriocharis ocellata</i>	Pavo de monte	1	20	
11	<i>Crypturellus soui</i>	Perdiz	1	20	

No.	Especie	Nombre común	Frecuencia	Abundancia relativa	
				%	Clase
12	<i>Molothrus aeneus</i>	Piich	3	60	
13	<i>Columba flavirostris</i>	Paloma morada	1	20	
14	<i>Picooides scalaris</i>	Carpintero listado	1	20	
15	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	1	20	
			27		
	Mamíferos				
1	<i>Nasua narica</i>	Tejón	3	75	
2	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	1	25	
3	<i>Mazama americana</i>	Venado yuuc	1	25	
4	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	1	25	
5	<i>Artibeus lituratus</i>	Murcielago	4	100	Abundante
	Total		10		

Para determinar el índice de diversidad en el caso de la fauna se estimó el Índice de Shannon-Wiener para medir la riqueza y abundancia de las especies registradas en el Sistema ambiental. Los resultados por grupo se presentan en los siguientes cuadros.

Cuadro 16. Diversidad (H') y Equitabilidad (E) de las especies del grupo de los Reptiles registrados en el sistema ambiental de este proyecto.

INDICE DE DIVERSIDAD SHANNON WIENER DE LOS REPTILES DEL SISTEMA AMBIENTAL					
ESPECIES	IND/MUESTRA	pi	-(pi)(log2pi)	(log2pi)	
<i>Bothrops asper</i>	1	0.250	0.500	-2.000	
<i>Ctenosaura similis</i>	2	0.500	0.500	-1.000	
<i>Ameiva undulata</i>	1	0.250	0.500	-2.000	
	4	1.000	1.5000	0.0000	
			H=	1.5	
			Hmax=	1.6	
			Equitabilidad=	0.9	

Cuadro 17. Diversidad (H') y y Equitabilidad (E) de las especies del grupo de las Aves registradas en el sistema ambiental de este proyecto.

INDICE DE DIVERSIDAD SHANNON WIENER DE LAS AVES DEL SISTEMA AMBIENTAL					
ESPECIES	IND/MUESTRA	pi	-(pi)(log2pi)	(log2pi)	
<i>Columbina passerina</i>	2	0.074	0.278	-3.755	
<i>Mimus gilvus</i>	1	0.037	0.176	-4.755	
<i>Ortalis vetula</i>	5	0.185	0.451	-2.433	
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	2	0.074	0.278	-3.755	
<i>Bubulcus ibis</i>	1	0.037	0.176	-4.755	

<i>Quiscalus mexicanus</i>	2	0.074	0.278	-3.755
<i>Aratinga nana</i>	2	0.074	0.278	-3.755
<i>Cyanocorax morio</i>	3	0.111	0.352	-3.170
<i>Zenaida asiatica</i>	1	0.037	0.176	-4.755
<i>Agriocharis ocellata</i>	1	0.037	0.176	-4.755
<i>Crypturellus soui</i>	1	0.037	0.176	-4.755
<i>Molothrus aeneus</i>	3	0.111	0.352	-3.170
<i>Columba flavirostris</i>	1	0.037	0.176	-4.755
<i>Picoides scalaris</i>	1	0.037	0.176	-4.755
<i>Icterus auratus</i>	1	0.037	0.176	-4.755
	27	1.000	3.676	
		H=	3.7	
		Hmax=	3.9	
		Equitabilidad=	0.9	

Cuadro 18. Diversidad (H') y y Equitabilidad (E) de las especies del grupo de los Mamíferos registrados en el sistema ambiental de este proyecto.

INDICE DE DIVERSIDAD SHANNON WIENER DE LOS MAMIFEROS DEL SISTEMA AMBIENTAL				
ESPECIES	IND/MUESTRA	pi	-(pi)(log2pi)	(log2pi)
<i>Nasua narica</i>	3	0.300	0.5211	-1.7370
<i>Tamandua mexicana</i>	1	0.100	0.3322	-3.3219
<i>Mazama americana</i>	1	0.100	0.3322	-3.3219
<i>Dasypus novemcinctus</i>	1	0.100	0.3322	-3.3219
<i>Artibeus lituratus</i>	4	0.400	0.5288	-1.3219
	10	1.000	2.0464	0.0000
		H=	2.0	
		Hmax=	2.3	
		Equitabilidad=	0.9	

Como se puede observar en los cuadros anteriores, el grupo de las aves obtuvo el valor H más alto con 3.7 que se considera alto, en tanto que los reptiles y los mamíferos obtuvieron un Índice H de 1.5 y 2.0 considerado en ambos casos como bajo. En cuanto a la equitatividad resultó ser igual en todos los grupos (0.9).

En este sistema ambiental se verificó la presencia de un reducido número de especies de fauna silvestre (23 especies) esta reducida representación proporcional, así como los valores de abundancia relativa obtenidos y los índices de diversidad estimados, se deben a las condiciones de fragmentación del ecosistema de selva, a la presencia humana permanente y por el periodo de muestreo.

En las 1,053.88 hectáreas de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia que según la Carta de Vegetación y Uso del Suelo, Serie V del INEGI se encuentran presentes en el sistema ambiental definido para este proyecto, mismo que representa el 67.67 % de su superficie total, únicamente se afectará de manera puntual por la implementación del proyecto el 1.19 % de la vegetación secundaria de selva, considerando lo anterior y mediante la información obtenida, se tiene que no se compromete a la biodiversidad, toda vez que al permanecer las restantes 1,040 hectáreas de selva con desarrollo secundario, con esto se garantiza la permanencia de la vegetación y por consecuente la permanencia de la fauna hasta que se realice el cambio de uso del suelo en esta amplia extensión de fragmentos que conforman la zona urbanizable de la ciudad de Cancún.

V. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL PREDIO QUE INCLUYA LOS FINES A QUE ESTE DESTINADO, CLIMA, TIPO DE SUELO, PENDIENTE MEDIA, RELIEVE, HIDROGRAFÍA Y TIPOS DE VEGETACIÓN Y FAUNA.

I. Condiciones del predio.

El predio en donde se pretende llevar a cabo la construcción del proyecto "Maderos Residencial" se localiza en la SM 333 Mz 01 Lote 2-11 y Lote 2-12, al Sur de la Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo

Este predio se encuentra dentro de la zona urbana de Cancun, está fuertemente influenciado por un entorno previamente fraccionado y sujeto a las presiones de urbanización. La vegetación predominante en este predio corresponde a vegetación secundaria arbustiva con árboles dispersos y en menor proporción se presenta una vegetación secundaria herbácea.

En relación con los predios circundantes, el sitio del proyecto colinda con desarrollos habitacionales similares al planteado por el presente proyecto, así como con vialidades en operación, centros comerciales, tiendas, gimnasios, gasolineras, escuelas, entre otros usos típicos de las zonas urbanas.

II. Fines a que está destinado el predio

El proyecto maderos Residencial, consiste en un desarrollo habitacional por lo que el proyecto se ajusta a los lineamientos que establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez (POELMBJ)⁶ ya que el predio se ubica en la unidad de gestión ambiental (UGA) número 21, denominada "Zona Urbana de Cancún", la cual tiene asignada una política ambiental de "Aprovechamiento sustentable" y los usos de suelo que establece el Programa de Desarrollo Urbano vigente.

El presente proyecto pretende contribuir al desarrollo planificado y ordenado que las autoridades y la población desean para la ciudad de Cancún, cabecera del municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, por lo que con su construcción se espera incrementar la oferta habitacional hacia la zona sur de la ciudad de Cancún que de acuerdo con los instrumentos de planeación es hacia donde se prevé que vaya la tendencia del crecimiento urbano.

En este predio, con la ejecución del proyecto Maderos Residencial, se contempla la construcción de 750 unidades habitacionales (casas unifamiliares y departamentos) para integrar un desarrollo habitacional que cuente con la infraestructura, los servicios

⁶ Publicado el 27 de febrero 2014, en el periódico oficial del estado de Quintana Roo en Tomo I, número 19 extraordinario Octava época.

públicos y el equipamiento urbano, dentro de la zona urbana de la ciudad de Cancún, Q. Roo. Considerando que este predio tiene una superficie total de 12.5 hectáreas, a las cuales se les pretende asignar usos de suelo urbano, se requiere el cambio de uso del suelo de la superficie total del predio.

V.1 Clima.

El clima predominante en este predio es cálido subhúmedo, con lluvias todo el año, aunque más abundantes en verano y corresponde al subtipo climático Aw0 (x') el más seco de los subhúmedos con un cociente P/T menor que 43.2, de acuerdo con las modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen propuestas por García (1981).

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, la precipitación media anual es de 1012.87 mm, aunque el predio se encuentra cerca de la isoyeta de los 1,500 mm, estando los valores medios de humedad relativa en un rango del 80 al 90 % como consecuencia del régimen de lluvias prevaeciente 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.

V.2 Suelo

De acuerdo con la Carta edafológica del INEGI Cancún F-16-8, los suelos de este predio corresponden a la asociación I+E/2: Litosoles más Rendzina de clase textural media. Esta asociación de suelos jóvenes son poco evolucionados, permeables y con un pH neutro a ligeramente alcalino. Estos suelos que presentan un color negro a café oscuro con menos de 20 cm de espesor, yacen sobre rocas calcáreas que afloran frecuentemente y son poco evolucionados, por lo general están sometidos a frecuentes alteraciones que determinan su baja fertilidad. Son suelos pedregosos a causa del basamento rocoso y calcáreo, sin embargo, el subsuelo es muy permeable y permite la infiltración del agua de lluvia que disuelve los componentes de las rocas calizas, dando origen a los cenotes, grutas y cavernas. Estos suelos delgados de litosol con clase textural media presentan valores del factor erodabilidad (K) de 0.20 en función de la unidad de suelo y su textura superficial (según Becerra 2005, citado por Hernández, 2010).

V.3 Pendiente media

La zona norte de la Entidad presenta en su parte media y occidental depresiones pequeñas de menor relieve, casi planas, con altitudes de hasta 10 msnm, con relativo decremento hacia la costa. La zona de estudio tiene una pendiente entre 0-5%, considerándola como poco significativa (INEGI 2009).

El predio presenta una topografía plana con ligera pendiente descendente hacia el sur y presenta una altura promedio de 10 a 11 metros sobre el nivel medio del mar (msnm) y relieve ondulado en el que se alternan pequeños lomeríos con hondonadas, el terreno se aprecia como una planada con pequeñas depresiones y lomeríos con pendiente media menor al 5%.

V.4 Hidrografía

En el predio como en el Municipio Benito Juárez se carece de corrientes de agua superficiales. Los cenotes, lagunas y aguadas son las únicas manifestaciones de agua superficial, los dos últimos tienen su origen en zonas donde se forman llanuras de inundación, que permanecen temporal o permanentemente inundadas. Sin embargo de acuerdo con la clasificación de la CONAGUA, este predio y sus inmediaciones pertenecen a la Región Hidrológica 32, Yucatán norte y corresponde a la cuenca 32-A Quintana Roo.

Al igual que en gran parte del Norte de la Península de Yucatán, el predio de estudio presenta características cársticas, esta característica permite que el agua de precipitación pluvial se infiltre de manera rápida sin permitir la existencia de corrientes superficiales (Gutiérrez y Cervantes, 2008a). Derivado de esto, se tiene que los coeficientes de escurrimiento presentes en el predio son de 0 a 5%, lo cual señala que superficialmente puede escurrir máximo el 5% de la precipitación total que se presente en el terreno. Acorde a lo mencionado, la carta de geo hidrológica del INEGI (escala 1:250,000) muestra que el predio en estudio se encuentra ubicado sobre un material consolidado con posibilidades altas de formar un acuífero.

Así mismo, Gutiérrez y Cervantes (2008) señalan que de acuerdo con un estudio realizado por la Comisión Nacional del Agua en el 2001, el flujo del escurrimiento subterráneo en la zona Norte del Estado de Quintana Roo se da en dirección perpendicular a la línea de costa, aunque a una escala de detalle se ha determinado que los flujos de agua subterránea de esta región son mucho más complejos, incluso con entrada y salida de agua simultáneamente en la zona más cercana a la costa.

V.5 Tipos de vegetación.

De acuerdo con los resultados obtenidos del trabajo de campo se identificó que el tipo de vegetación predominante en el predio corresponde a una vegetación secundaria arbustiva derivada de una selva mediana subperennifolia (VSa/SMQ), como bien se señala, el resultado coincide con la carta de uso de suelo y vegetación, serie V del INEGI, (escala 1:250,000).

Esta vegetación secundaria arbustiva de selva mediana se encuentra afectada por el paso de fenómenos hidrometeorológicos recurrentes y actividades antropogénicas diversas. Por las características de desarrollo esta comunidad vegetal corresponde a las etapas iniciales de un proceso de regeneración, razón por la que predominan árboles jóvenes de diámetros menores, mezclándose con algunos árboles maduros

dispersos que se localizan en el interior del predio provenientes de la vegetación previa. Pero la mayor afectación de la vegetación en este predio se relaciona a que está fuertemente influenciado por un entorno previamente fraccionado y sujeto a las presiones de urbanización de la zona urbana de la ciudad de Cancún.

En este predio predominan especies arbóreas propias del dosel como son: *Lysiloma latisiliquum* (Tsalam), *Metopium brownei* (Chechem negro) y *Vitex gaumeri* (Ya'axnic), entre otras especies, siendo que entre los ejemplares muestreados el individuo más grande tiene 8 m de alto y 25.1 cm de diámetro (DAP) siendo un individuo de tsalam; pero la gran mayoría de los individuos presentan tallos delgados, el rango donde se concentra la mayoría de los individuos es entre los 3 a 10 cm de diámetro.

Procedimiento para la descripción de la vegetación.- Durante el trabajo de campo se identificaron los límites del predio y se verificaron los vértices. En este estudio de vegetación, los círculos de muestreo se ubicaron en campo con la ayuda de un GPS marca Garmin, Datum WGS-84.

La colecta de datos para la caracterización de la vegetación de este predio, se realizó en dos etapas. El trabajo de gabinete consistió en la recopilación de información técnica de fuentes secundarias y la revisión de estudios de vegetación realizados en Quintana Roo. Durante el trabajo de campo se obtuvieron fotografías del predio y se realizaron recorridos por las brechas tomando evidencias de usos y perturbaciones en la vegetación.

El listado de las especies observadas dentro del predio 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. Mientras que los nombres comunes faltantes fueron ajustados de acuerdo con un listado previo reportado para la Península de Yucatán (Sosa, *et al.* 1985).

Forma y tamaño de las unidades de muestreo.- Las unidades de muestreo fueron circulares y concéntricas, las cuales se constituyen de una unidad de 500 m², (12.6 m de radio) con subunidades concéntricas de 100 m² (5.54 m de radio) y 5 m² (1.25 m de radio). En el círculo de 500 m², se llevó a cabo el muestreo de todos los individuos enraizados con diámetro del tallo medidos a 1.30 metros del suelo (DAP) igual o mayor a 10 cm. En la unidad de 100 m², se realizó el muestreo de todos los individuos arbustivos mayores de 1 m de altura y los árboles, palmas y arbustos de 3 a 9.9 cm de diámetro. En la unidad de 5m² se registran los individuos herbáceos, los arbustos menores de 1 m de altura y las plántulas y juveniles de las palmas y árboles.

En la unidad de 500 m² se realizó el muestreo del arbolado, marcando cada individuo con numeración seguida y obteniendo el registro de la clave o nombre común de la especie, el diámetro del tallo medidos a 1.30 metros del suelo, sin importar si se encontraban deformes, torcidos o inclinados, se tomó la altura total hasta el ápice de los individuos. En las subunidades de muestreo de 100 m² se registró el número de

individuos, así como la clave o nombre común de la especie, el diámetro del tallo medidos a 1.30 metros del suelo y la altura total. Mientras que en las subunidades de 5 m² solo se registra el nombre de la especie y la altura de cada individuo herbáceo.

Para calcular la densidad relativa, frecuencia relativa, dominancia relativa, el valor de importancia y el índice de diversidad de Shannon–Wiener para el predio se utilizaron 3 sitios de muestreo en donde se registran individuos de los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo. Dichos cálculos corresponden también a la superficie de cambio de uso de suelo. La forma de ejecución del muestreo fue iniciando con dirección norte y siguiendo el sentido de las manecillas del reloj.

Los parámetros que se establecieron para la toma de datos de cada unidad, con sus correspondientes subunidades de muestreo se presentan en el cuadro 19.

Cuadro 19. Parámetros establecidos para la toma de datos en cada uno de los sitios de muestreo.

Tamaño de unidad y sub-unidad	Parámetros para la toma de datos
Sitio de 500 m ² Radio de 12.6 m	Se tomaron los datos de todos aquellos árboles y palmas con tallos cuyo diámetro a la altura del pecho es de 10 cm o mayores. (Estrato arbóreo).
Sitio de 100 m ² Radio de 5.64 m	Se tomaron los datos de todos aquellos arbustos mayores de un metro y árboles desde 3.0 cm hasta 9.9 cm de DAP. (Estrato arbustivo).
Sitio de 5 m ² Radio de 1.26 m	Se registra la información de todas las plantas herbáceas; plántulas y juveniles de vejucos, palmas, árboles y arbustos menores de un metro de altura total. (Estrato herbáceo).

En el cuadro 20, se presentan las coordenadas de la ubicación de los tres sitios de muestreo que se utilizaron para describir la vegetación del predio.

Cuadro 20. Coordenadas en UTM de los sitios de muestreo empleados para la estimación de los índices de importancia relativa y diversidad dentro del predio.

Núm. Sitio	Coordenadas geográficas (UTM, Datum WGS-84 16Q)	
	X	Y
1	511664	2334136
4	511810	2333942
5	511666	2333836

Con los datos que se obtuvieron de los sitios de muestreo se estima:

- La densidad relativa (DR = número de individuos de cada especie/número total de individuos x 100).
- La frecuencia relativa (FR = frecuencia de cada especie/frecuencia total de todas las especies x 100).

- La dominancia relativa (DMR = dominancia de cada especie / 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).
- Por último, se estimó el valor de importancia relativa de cada especie (VIR = DR + FR + DMR).

Se analiza la diversidad de especies por estrato para observar la variación de la riqueza y la abundancia de las especies de los grupos diamétricos registrados en las unidades de muestreo. Para este análisis se utilizó el índice de Shannon Wiener (H'), este índice refleja la relación entre riqueza y uniformidad (Magurran, 1988; citado por Moreno C., 2002).

Fórmula para calcular el índice de Shannon Wiener (H'):

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

Donde:

H' = contenido de la información de la muestra.

P_i = proporción de la muestra que pertenecen a la especie i.

Para conocer la distribución de los individuos entre las especies registradas por grupo diamétrico se calculó el índice de Equidad de Pielou (Moreno, 2001).

Índice de Equidad de Pielou.

$$E = H/H_{max},$$

Donde:

E = Equidad

H = Diversidad de especies

H_{max} = Diversidad de especies máxima = log S

Los factores ambientales y antropogénicos que han afectado al área, se analizaron de manera cualitativa 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.

Descripción fisonómica de la vegetación identificada.- Las características fisonómicas de la vegetación identificada en este predio corresponden de manera predominante con la vegetación secundaria arbustiva derivada de una selva mediana subperennifolia (V_{Sa}/SMQ). Este tipo de vegetación coincide con la carta de uso de suelo y vegetación, serie V del INEGI, (escala 1:250,000), esta comunidad ha sido afectada por el paso del fenómenos hidrometeorológicos y actividades antropogénicas recurrentes, por lo que en el predio se aprecian evidencias de dichas afectaciones.

En esta comunidad predominan los árboles jóvenes de talla chica, mezclándose con algunos ejemplares de árboles maduros. El predio estudiado se encuentra dentro de la reserva de crecimiento urbano; colinda con caminos de terracería que facilitan el acceso por lo que actualmente la mayor parte de este predio, se encuentra bajo la presión que genera la expansión de la mancha urbana. Así mismo, por las

características del arbolado presente se considera que este tipo de vegetación carece de volúmenes aprovechables de madera con fines comerciales, pero puede contener algunos recursos forestales no maderables.

La comunidad que integra la cobertura vegetal del predio, presenta una composición florística en etapas iniciales de regeneración, en donde el arbolado adulto joven es predominante, aunque existen algunos árboles maduros dispersos, por lo que el dosel no se torna completamente cerrado entremezclado con la vegetación arbustiva y herbácea, existiendo grandes claros para la entrada de luz, que es necesaria para el adecuado desarrollo de las plántulas durante el proceso de regeneración natural de la vegetación. En el sotobosque de esta comunidad son comunes las plántulas y juveniles de las especies arbóreas, palmas, trepadoras y algunas gramíneas.

A nivel del suelo es evidente la materia orgánica acumulada y en descomposición, originada por el proceso de regeneración vegetativa (ramas, hojas, etc.) de las distintas especies que se encuentran presentes.

Estructura de la vegetación secundaria en el predio.- En el predio se pueden distinguir tres estratos, cuyo orden de importancia por masa forestal, señala que el estrato arbustivo es el más importante y evidente representado por especies de amplia distribución y de rápido crecimiento, seguido del estrato arbóreo con individuos de la vegetación previa que se encuentran dispersos; y por último tenemos el estrato herbáceo representado por plántulas y juveniles de los arbustos y árboles así como algunas especies herbáceas.

A continuación de manera general se presenta una descripción de los principales atributos de cada estrato como su composición y tamaño de los individuos que la componen que fueron identificados en la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia que se presenta en el predio.

- **Estrato arbóreo.** Los resultados de la descripción de la vegetación al interior del predio; arrojan un diámetro (DAP) promedio de 14.2 cm para las especies que componen éste estrato, siendo el diámetro mayor registrado con un individuo de 25.1 cm de DAP correspondiente a la especie *Lysiloma latisiiquum* (tsalam). Los individuos que integran este estrato presentan un follaje reducido por lo que el dosel generalmente no se encuentra completamente cerrado. La altura promedio del arbolado es de 7.22 metros, siendo la altura máxima registrada en los sitios de muestreo de 8.5 metros; mientras que la altura menor registrada fue de 5.5 metros en ambos casos de individuos de tsalam. En este estrato se encontraron aproximadamente 107 individuos por hectárea con un área basal de 2.18 m²/ha. Entre las especies más representativas de éste estrato destacan *Lysiloma latisiiquum* (Tsalam), *Metopium brownei* (Chechem negro) y *Piscidia picipula* (Jabin).

- **Estrato arbustivo.** Éste estrato se encuentra compuesto por individuos jóvenes de las distintas especies que componen la vegetación, se trata de individuos con tallos delgados de rápido crecimiento que se encuentran entremezclados con los individuos

arbóreos distribuidos de manera dispersa en el predio. Se puede observar que la altura promedio es de 4.72 metros, siendo la altura máxima registrada de 6.5 m y la altura mínima de 3.5 m. Se estimó un total aproximado de 4.800 individuos por hectárea con un área basal de 7.85 m²/ha. Entre las especies con los valores de importancia relativa mayores se encuentran *Cascabela gaumeri* (Akits), *Ficus maxima* (Akum), *Ficus cotinifolia* (Alamo) y *Coccoloba spicata* (Boob).

• **Estrato herbáceo.** Se trata del estrato mejor representado compuesto generalmente por un alto número de individuos con aproximadamente 17,333 por hectárea, esto es, debido principalmente a los espacios que existen para el crecimiento de plántulas durante el proceso de regeneración natural, que en este aspecto se incluyen plantas de regeneración. La altura máxima en este estrato es de 1 m y la altura promedio de es 0.46 m. Entre las especies con mayor importancia se encuentran en estadio herbáceo a *Cascabela gaumeri* (Akits), *Bursera simaruba* (Chacá) y *Thrinax radiata* (Chiit).



Figura 26. Imágenes de la vegetación secundaria del predio donde se pretende desarrollar el proyecto Maderos Residencial.

En el siguiente cuadro a manera de resumen se puede observar el comportamiento de la estructura de la vegetación, así como la densidad de la masa forestal que ocupa el sitio donde se pretende ejecutar este proyecto.

Cuadro 21. Valores del número de individuos por hectárea, altura máxima, altura promedio y DAP por estrato de la Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

Valores Promedio	Estratos		
	Herbáceo	Arbustivo	Arbóreo
Individuos/ha	17,333	4,800	107
Individuos/Muestreo	26	144	16
Altura máxima (m)	1.0	6.5	8.5
Altura promedio (m)	0.46	4.72	6.71
DAP promedio (cm)	---	4.40	14.2
DAP máximo (cm)	---	8.6	25.1
AB m2/ha	---	7.85	2.18

Estimación del Área basal.- Con respecto al área basal considerando tanto los totales, se estima que existen 10.03 metros cuadrados por hectárea, de los cuales 7.85 m²/ha corresponde a los individuos con diámetros de 3 cm a 9.9 cm, por lo que se considera que el estrato de regeneración contribuye con el 78.3 % del área basal total por hectárea; mientras que las clases diamétricas de 10 cm de diámetro en adelante se reparten el área basal contribuyendo con el 21.7%. Esto nos indica que se trata de una comunidad joven compuesta por individuos con tallos delgados en franco desarrollo.

Mapa de vegetación.- Para la distribución de la vegetación en el predio se representa el mapa de vegetación en el que se representa la distribución espacial de las condiciones de la vegetación que se detectaron mediante la interpretación de imágenes de satélite y recorridos de campo, en este predio la vegetación predominante es la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia.

En el cuadro 22 y figura 27, se representa la distribución y las superficies que ocupan las comunidades vegetales dentro de este predio, la vegetación arbustiva con árboles dispersos ocupa el 98.8% de la superficie total del predio, correspondiendo a la vegetación herbácea 1.2% de la superficie total del predio.

Cuadro 22. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones de la vegetación en el predio del proyecto.

Distribución de la vegetación	m ²	Has	%
Vegetación secundaria arbustiva con árboles maduros dispersos (VSa/SMQ)	123,507.72	12.351	98.8
Vegetación secundaria herbácea (VSh/SMQ)	1,492.28	0.149	1.2
TOTAL	125,000.00	12.500	100.0

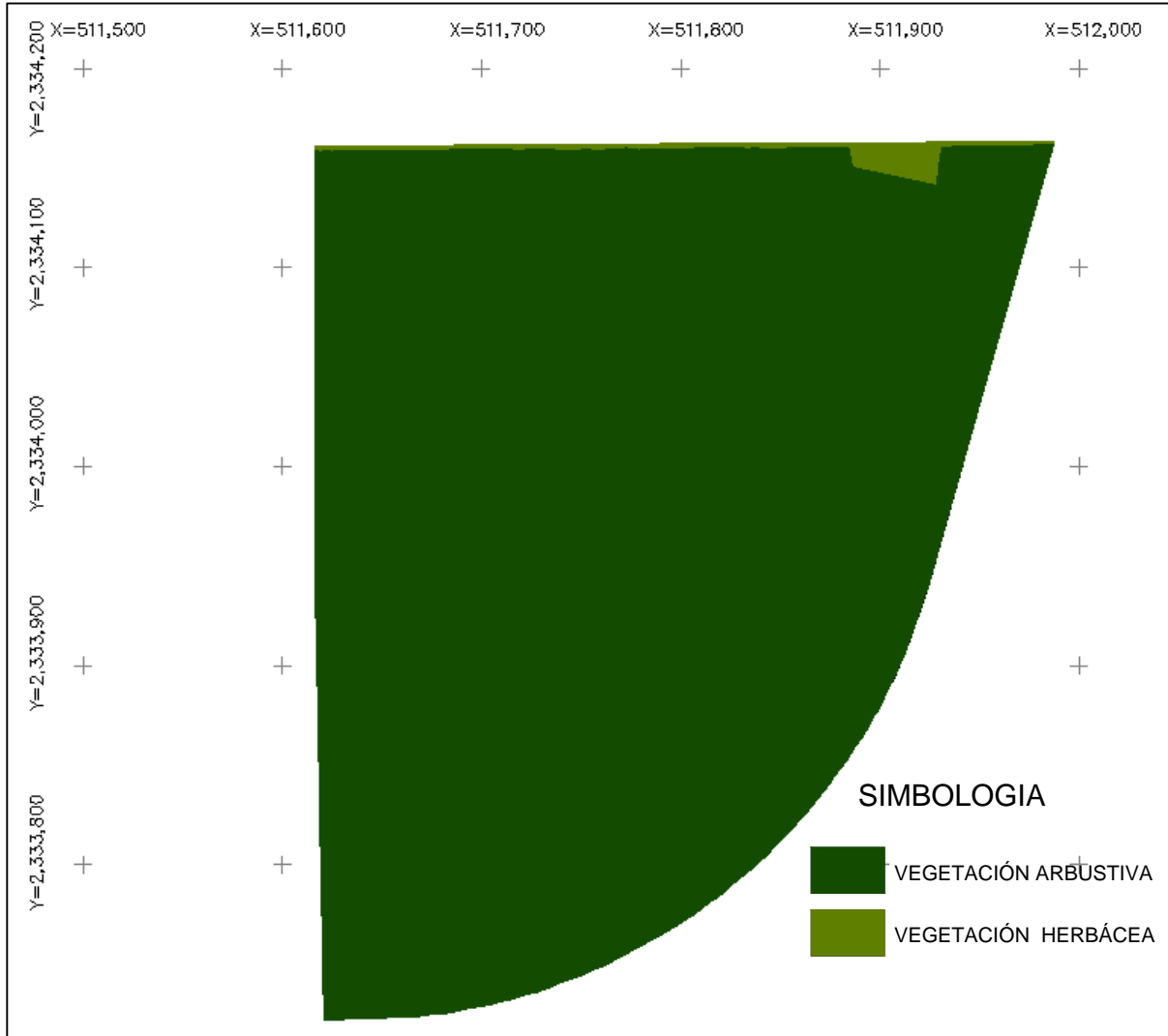


Figura 27. Distribución espacial de las condiciones de la vegetación secundaria arbustiva y herbácea de selva mediana subperennifolia en el predio del proyecto.

V.5.5 Composición de especies

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 de personal, se registraron las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas observadas directamente, con el fin de conformar el listado florístico de la vegetación presente en este predio.

La vegetación al interior del predio alcanza una riqueza de 90 especies, de las cuales 60 especies son árboles, 13 especies son arbustivas, 6 son herbáceas, 4 especies son rastreras y trepadoras, 3 son palmas y 4 son epifitas.

De acuerdo con el espectro de formas de vida, se puede observar que la mayor parte de las especies registradas por su composición y estructura son árboles, seguido de

arbustos y herbáceas. Estas especies se encuentran agrupadas en 41 Familias, de las cuales las Fabaceae son las más abundantes con 13 especies identificadas.

Cuadro 23. Listado florístico de las especies vegetales registradas en el predio y su correspondiente forma de vida y categoría de protección.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	FORMA DE VIDA	CATEGORIA PROTECCION
ANACARDIACEAE	<i>Metopium brownei</i>	Chechem	Árbol	
ANNONACEAE	<i>Mosannonna depressa</i>	Boox elemuy	Árbol	
APOCYNACEAE	<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	Árbol	
ARACEAE	<i>Anthurium schlechtendalii</i>	X-boobtun	Epífita	
	<i>Syngonium podophyllum</i>		Epífita	
ARALIACEAE	<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj	Árbol	
ARECACEAE	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Xiat	Palma	
	<i>Sabal japa</i>	Huano	Palma	
	<i>Thrinax radiata</i>	Chiit	Palma	Amenazada
ASTERACEAE	<i>Eupatorium daleoides</i>		Arbusto	
BIGNONIACEAE	<i>Cydista potosina</i>	X-k'an lol	Trepadora	
	<i>Stizophyllum riparium</i>	K'an ak'	Trepadora	
	<i>Tabebuia chrysantha</i>	X-k'anlol k'aax	Árbol	Amenazada
BORAGINACEAE	<i>Cordia dodecandra</i>	K'opté	Árbol	
	<i>Cordia gerascanthus</i>	Bojon	Árbol	
BROMELIACEAE	<i>Bromelia pinguin</i>	Ts'albay	Herbácea	
	<i>Tillandsia fasciculata</i>	X-ch'uche	Epífita	
BURSERACEAE	<i>Bursera simaruba</i>	Chakaj	Árbol	
CAPPARACEAE	<i>Capparis flexuosa</i>		Arbusto	
CELASTRACEAE	<i>Hippocratea voluvilis</i>	Hoja dura	Árbol	
CLUSIACEAE	<i>Clusia flava</i>	Chunup	Árbol	
COMMELINACEAE	<i>Tradescantia spathacea</i>	Agave morado	Herbácea	
EBENACEAE	<i>Diospyros tetrasperma</i>	Siliil	Árbol	
	<i>Diospyros yucatanensis</i>	Uchul ché	Árbol	
EUPHORBIACEAE	<i>Croton niveus</i>		Árbol	
	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayté	Árbol	
	<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomol ché	Arbusto	
FABACEAE	<i>Acacia collinsii</i>		Árbol	
	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	Arbusto	
	<i>Bauhinia jenningsii</i>	Lengua de vaca	Arbusto	
	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitinché	Árbol	
	<i>Diphysa yucatanensis</i>	Ts'u'ts'uk	Árbol	
	<i>Erythrina standleyana</i>	Chakmoolche	Árbol	
	<i>Leucaena leucocephala</i>	Waxim	Árbol	
	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'anasin	Árbol	
	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	Árbol	

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A
 PROYECTO: "MADEROS RESIDENCIAL"

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	FORMA DE VIDA	CATEGORIA PROTECCION
	<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin	Árbol	
	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	Árbol	
	<i>Swartzia cubensis</i>	K'atal oox	Árbol	
	<i>Zygia stevensonii</i>	Kakawche	Arbusto	
ICACINACEAE	<i>Ottoschultzia pallida</i>	Uvasché	Árbol	
LAMIACEAE	<i>Calicarpa acuminata</i>	Xpukim	Arbusto	
	<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik	Árbol	
LAURACEAE	<i>Nectandra coriacea</i>	Joochok ché	Árbol	
MALPIGHIACEAE	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Sak paj	Árbol	
	<i>Malpighia glabra</i>	Wayakté	Árbol	
MALVACEAE	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Pochote	Árbol	
	<i>Hampea trilobata</i>	Jool	Árbol	
	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipán de monte	Arbusto	
MELIACEAE	<i>Trichilia glabra</i>	Chobenche	Árbol	
MORACEAE	<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	Árbol	
	<i>Ficus pertusa</i>	Ju'um ch'iich'	Árbol	
	<i>Ficus maxima</i>	Akum	Árbol	
MYRTACEAE	<i>Calyptanthus pallens</i>	Chaknii	Árbol	
	<i>Eugenia axillaris</i>		Árbol	
NYCTAGINACEAE	<i>Neea psychotrioides</i>	X-ta'tsi	Árbol	
ORCHIDACEAE	<i>Oceoclades maculata</i>		Herbácea	
	<i>Catasetum integerrimum</i>	Ch'it ku'uk	Epífita	
PICRAMNIACEAE	<i>Picramnia antidesma</i>	Kaan kin che	Arbusto	
POACEAE	<i>Andropogon glomeratus</i>		Herbácea	
	<i>Lasiacis divaricata</i>	Siit	Herbácea	
	<i>Paspalum langei</i>		Herbácea	
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	X-tojyub	Árbol	
	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Chiich boob	Árbol	
	<i>Coccoloba spicata</i>	Boob	Árbol	
	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'ts'ilché	Árbol	
PRIMULACEAE	<i>Parathesis cubana</i>	Pico de paloma	Árbol	
PUTRANJIVACEAE	<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	Árbol	
RUBIACEAE	<i>Guettarda combsii</i>	Tasta'ab	Árbol	
	<i>Psychotria nervosa</i>	X-k'anan	Arbusto	
	<i>Psychotria pubescens</i>	X-yax k'anan	Arbusto	
	<i>Randia aculeata</i>	X-peech kitam	Arbusto	
RUTACEAE	<i>Casimiroa tetrameria</i>	Yuy	Árbol	
	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranja ché	Árbol	
SALICACEAE	<i>Casearia corymbosa</i>	Xi'imché	Árbol	
	<i>Samyda yucatanensis</i>	Puuts' mukuy	Árbol	
	<i>Zuelania guidonia</i>	X-ta'amay	Árbol	

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	FORMA DE VIDA	CATEGORIA PROTECCION
SAPINDACEAE	<i>Cardiospermum halicacabum</i>	P'aak ak'	Trepadora	
	<i>Cupania dentata</i>		Árbol	
	<i>Exothea diphylla</i>	Wayam kox	Árbol	
	<i>Melicocus oliviformis</i>	Huaya	Árbol	
	<i>Paullinia pinnata</i>	Ch'em ak'	Trepadora	
	<i>Thouinia paucidentata</i>	K'anchunuup	Árbol	
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Chi' keej	Árbol	
	<i>Manilkara zapota</i>	Chicosapote	Árbol	
	<i>Pouteria campechiana</i>	K'anisté	Árbol	
	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Chak yá	Árbol	
SIMAROUBACEAE	<i>Simarouba amara</i>	Pa'sak'	Árbol	
ULMACEAE	<i>Trema micrantha</i>	Sak pixoy	Arbusto	
URTICACEAE	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	Árbol	

V.5.6 Especies protegidas.

Entre las categorías de riesgo que tiene establecida 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 publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2010, para las especies de flora que habitan el territorio nacional (SEMARNAT, 2010) en este predio solo se identificaron especies de plantas que corresponden a la categoría de Amenazada.

Amenazada (A).- Aquella especie, o poblaciones de la misma, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones. (Esta categoría coincide parcialmente con la categoría vulnerable de la clasificación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, UICN).

De acuerdo con la información recopilada en este predio, se observaron dos especies, que se reportan como Amenazadas. Las especies citadas con estatus de amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010: son la palma Chit (*Thrinax radiata*) y el maculis amarillo o X-k'anlol k'aax (*Tabebuia chrysantha*).

Al respecto se observa que estas especies son escasas en el predio, en especial X-k'anlol k'aax, ante tal situación, se tiene contemplada dar prioridad a estas especies para su rescate, además se contemplan otras especies nativas para su rescate y reforestación.

Cuadro 24. Especies bajo estatus de Amenazada observadas en el predio y listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010 Estatus
<i>Thrinax radiata</i>	Palma Chit	Amenazada
<i>Tabebuia chrysantha</i>	X-k'anlol k'aax	Amenazada

V.5.7 Densidad de individuos en el predio.

El resultado del número de individuos por cada uno de los estratos, herbáceo, arbustivo y arbóreo por la superficie total del predio y por hectárea se presenta en los siguientes cuadros.

La información obtenida del número de individuos en los sitios de muestreo para el estrato herbáceo se presenta en el siguiente cuadro, incluyendo su extrapolación para una hectárea (cuadro 25). Se observa que las especies más abundantes son *Lonchocarpus rugosus* (kanasin), *Hampea trilobata* (majahua) y *Papalum langei* con una estimación de 2000 individuos por hectárea por especie, le sigue *Nectandra coriacea* (Neco) y el Chit (*Thrinax radiata*) con 1333 individuos por hectárea.

Cuadro 25. Número de individuos por especie en los sitios de muestreo y por hectárea en el estrato herbáceo.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	Ind/sitos de muestreo	Ind/Ha
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	1	667
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	1	667
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	2	1333
<i>Croton niveus</i>		1	667
<i>Mosannonna depressa</i>	elemuy	1	667
<i>Eugenia axillaris</i>		1	667
<i>Andropogon glomeratus</i>		1	667
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	3	2000
<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	3	2000
<i>Nectandra coriacea</i>	Joochok ché	2	1333
<i>Paspalum langei</i>		3	2000
<i>Simarouba amara</i>	Pasak	1	667
<i>Randia aculeata</i>	X-peech kitam	1	667
<i>Zygia stevensonii</i>	Kakawche	1	667
<i>Stizophyllum riparium</i>	K'an ak'	1	667
<i>Cissus gossypifolia</i>	Ta'ab kanil	1	667
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	1	667
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnik	1	667
TOTAL		26	17333

La información obtenida del número de individuos en los sitios de muestreo para el estrato arbustivo se presenta en el siguiente cuadro, incluyendo su extrapolación para una hectárea (cuadro 26). Las especies más abundantes son: *Sideroxylon salicifolium* (Chacyá) con 733 individuos arbustivos por hectárea, *Ficus cotinifolia* (alamo) con 677 individuos por hectárea y *Lonchocarpus rugosus* (Kanasin) con 600 individuos por hectárea; todas estas especies son propias de la vegetación secundaria de Selva mediana subperennifolia en desarrollo.

Cuadro 26. Número de individuos por especie en los sitios de muestreo y por hectárea en el estrato arbustivo.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	Ind/sitios de muestreo	Ind/Ha
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	4	133
<i>Ficus maxima</i>	Akum	1	33
<i>Ficus cotinifolia</i>	alamo	20	667
<i>Coccoloba spicata</i>	Bob	2	67
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Chi' keej	2	67
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	17	567
<i>Calyptanthes pallens</i>	Chacní	2	67
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Chacyá	22	733
<i>Metopium brownei</i>	Chechen	2	67
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Chiich boob	1	33
<i>Croton niveus</i>		1	33
<i>Cupania dentata</i>	Cude	1	33
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj	4	133
<i>Diospyros yucatanensis</i>	Uchul ché	6	200
<i>Mosannonna depressa</i>	Elemuy	1	33
<i>Eupatorium daleoides</i>		2	67
<i>Eugenia axillaris</i>		3	100
<i>Ficus obtusifolia</i>	Sak' awaj	2	67
<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	1	33
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	1	33
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	18	600
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	1	33
<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	6	200
<i>Nectandra coriacea</i>	Joochok ché	8	267
<i>Simarouba amara</i>	Pasak	2	67
<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	4	133
<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi	1	33
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	1	33
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnik	8	267
TOTAL		144	4800

En el caso del estrato arbóreo que en este estudio se consideran los individuos de 10 cm de DAP en adelante, en el siguiente cuadro, se señala el número de individuos por especie registrados en los sitios de muestreo y su extrapolación para una hectárea (cuadro 27). En este estrato destaca la especie *Lysiloma latisiliquum* (Tsalam) como la especie más abundante con estimaciones de 53 individuos por hectárea.

Cuadro 27. Número de individuos por especie en los sitios de muestreo y por hectárea en el estrato arbóreo.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	Ind/sitios de muestreo	Ind/Ha
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	1	7
<i>Calyptanthes pallens</i>	Chacni	2	13
<i>Metopium brownei</i>	Chechen	2	13
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	2	13
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	1	7
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	8	53
TOTAL		16	107

V.5.8 Resultados de los valores obtenidos de Importancia Ecológica en el predio.

La información del valor de importancia relativa generado a partir de los muestreos para los diversos estratos de la comunidad se presenta en los siguientes cuadros.

Cuadro 28. Valor de Importancia Relativa (VIR) para el estrato herbáceo dentro del predio.

Nombre científico	Nombre común	DR	FR	DMR	VIR
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	3.8	4.5	0.8	9.2
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	3.8	4.5	1.7	10.1
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	7.7	9.1	7.5	24.3
<i>Croton niveus</i>		3.8	4.5	5.0	13.4
<i>Mosannonna depressa</i>	Elemuy	3.8	4.5	3.3	11.7
<i>Eugenia axillaris</i>		3.8	4.5	5.8	14.2
<i>Andropogon glomeratus</i>		3.8	4.5	1.7	10.1
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	11.5	9.1	18.3	39.0
<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	11.5	4.5	13.3	29.4
<i>Nectandra coriacea</i>	Joochok ché	7.7	9.1	7.5	24.3
<i>Paspalum langei</i>		11.5	9.1	2.5	23.1
<i>Simarouba amara</i>	Pasak	3.8	4.5	8.3	16.7
<i>Randia aculeata</i>	X-peech kitam	3.8	4.5	1.7	10.1
<i>Zygia stevensonii</i>	Kakawche	3.8	4.5	8.3	16.7
<i>Stizophyllum riparium</i>	K'an ak'	3.8	4.5	3.3	11.7

Nombre científico	Nombre común	DR	FR	DMR	VIR
<i>Cissus gossypiifolia</i>	Ta'ab kanil	3.8	4.5	1.7	10.1
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	3.8	4.5	7.5	15.9
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnik	3.8	4.5	1.7	10.1
		100.0	100.0	100.0	300.0

Cuadro 29. Valor de Importancia Relativa (VIR) de estrato arbustivo dentro del predio (DN desde 3 cm y hasta 9.9 cm).

Nombre científico	Nombre común	DR	FR	DMR	VIR
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	2.8	2.4	3.3	8.5
<i>Ficus maxima</i>	Akum	0.7	2.4	0.5	3.6
<i>Ficus cotinifolia</i>	alamo	13.9	4.8	12.8	31.4
<i>Coccoloba spicata</i>	Bob	1.4	4.8	1.6	7.7
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Chi' keej	1.4	2.4	1.1	4.8
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	11.8	7.1	13.4	32.3
<i>Calypttranthes pallens</i>	Chacní	1.4	2.4	1.6	5.4
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Chacyá	15.3	2.4	17.0	34.6
<i>Metopium brownei</i>	Chechen	1.4	2.4	0.9	4.6
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Chiich boob	0.7	2.4	0.4	3.4
<i>Croton niveus</i>		0.7	2.4	0.4	3.5
<i>Cupania dentata</i>	Cude	0.7	2.4	0.3	3.4
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj	2.8	2.4	4.0	9.2
<i>Diospyros yucatanensis</i>	Uchul ché	4.2	4.8	4.0	12.9
<i>Mosannonna depressa</i>	Elemuy	0.7	2.4	0.4	3.5
<i>Eupatorium daleoides</i>		1.4	2.4	0.7	4.5
<i>Eugenia axillaris</i>		2.1	2.4	1.3	5.8
<i>Ficus obtusifolia</i>	Sak' awaj	1.4	2.4	1.1	4.8
<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	0.7	2.4	0.8	3.8
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	0.7	2.4	0.8	3.9
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	12.5	7.1	10.3	30.0
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	0.7	2.4	1.0	4.1
<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	4.2	7.1	2.5	13.8
<i>Nectandra coriacea</i>	Joochok ché	5.6	7.1	4.1	16.8
<i>Simarouba amara</i>	Pasak	1.4	2.4	1.2	4.9
<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	2.8	4.8	1.9	9.4
<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi	0.7	2.4	0.4	3.5
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	0.7	2.4	2.0	5.1
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnik	5.6	4.8	10.3	20.6
TOTAL		100.0	100.0	100.0	300.0

Cuadro 30. Valor de Importancia Relativa (VIR) del Estrato arbóreo dentro del predio considerando los individuos con un DN de 10 cm en adelante.

Nombre científico	Nombre comun	DR	FR	DMR	VIR
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	6.3	11.1	5.4	22.8
<i>Calyptanthes pallens</i>	Chacni	12.5	11.1	5.3	28.9
<i>Metopium brownei</i>	Chechen	12.5	22.2	13.0	47.7
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	12.5	22.2	11.9	46.6
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	6.3	11.1	8.2	25.6
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	50.0	22.2	56.2	128.4
TOTAL		100.0	100.0	100.0	300.0

En el estrato arbóreo el tsalam destaca por su valor de importancia relativa con respecto a las demás especies ya que presenta poco más de 40% del total. Mientras que en el caso de los estratos arbustivo y herbáceo son cuatro las especies con los valores de importancia relativa más altos que representan un porcentaje similar.

V.5.9 Resultados de los valores obtenidos de Diversidad florística por estrato en el predio.

En los cuadros siguientes se presentan los valores de diversidad por estrato para la vegetación del predio. De esta forma, el índice de diversidad de Shanno Wiener 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.

Cuadro 31. Diversidad (H') y Equitabilidad (E) de las especies del estrato herbáceo.

INDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER DEL ESTRATO HERBÁCEO DEL PREDIO				
ESPECIES	D/MUESTRA	pi	$-(pi)(\log_2 pi)$	$(\log_2 pi)$
<i>Cascabela gaumeri</i>	1	0.038	0.1808	-4.7004
<i>Bursera simaruba</i>	1	0.038	0.1808	-4.7004
<i>Thrinax radiata</i>	2	0.077	0.2846	-3.7004
<i>Croton niveus</i>	1	0.038	0.1808	-4.7004
<i>Mosannonna depressa</i>	1	0.038	0.1808	-4.7004
<i>Eugenia axillaris</i>	1	0.038	0.1808	-4.7004
<i>Andropogon glomeratus</i>	1	0.038	0.1808	-4.7004
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	3	0.115	0.3595	-3.1155
<i>Hampea trilobata</i>	3	0.115	0.3595	-3.1155

<i>Nectandra coriacea</i>	2	0.077	0.2846	-3.7004
<i>Paspalum langei</i>	3	0.115	0.3595	-3.1155
<i>Simarouba amara</i>	1	0.038	0.1808	-4.7004
<i>Randia aculeata</i>	1	0.038	0.1808	-4.7004
<i>Zygia stevensonii</i>	1	0.038	0.1808	-4.7004
<i>Stizophyllum riparium</i>	1	0.038	0.1808	-4.7004
<i>Cissus gossypifolia</i>	1	0.038	0.1808	-4.7004
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	1	0.038	0.1808	-4.7004
<i>Vitex gaumeri</i>	1	0.038	0.1808	-4.7004
	26	1.000	3.9980	0.0000
		H=	4.0	
		Hmax=	4.2	
		Equitabilidad=	1.0	

Cuadro 32. Diversidad (H') y Equitabilidad (E) de las especies del estrato arbustivo.

INDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER DEL ESTRATO ARBUTIVO DEL PREDIO				
ESPECIES	D/MUESTRA	pi	-(pi)(log2pi)	(log2pi)
<i>Cascabela gaumeri</i>	4	0.028	0.144	-5.170
<i>Ficus maxima</i>	1	0.007	0.050	-7.170
<i>Ficus cotinifolia</i>	20	0.139	0.396	-2.848
<i>Coccoloba spicata</i>	2	0.014	0.086	-6.170
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	2	0.014	0.086	-6.170
<i>Bursera simaruba</i>	17	0.118	0.364	-3.082
<i>Calytranthes pallens</i>	2	0.014	0.086	-6.170
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	22	0.153	0.414	-2.710
<i>Metopium brownei</i>	2	0.014	0.086	-6.170
<i>Coccoloba diversifolia</i>	1	0.007	0.050	-7.170
<i>Croton niveus</i>	1	0.007	0.050	-7.170
<i>Cupania dentata</i>	1	0.007	0.050	-7.170
<i>Dendropanax arboreus</i>	4	0.028	0.144	-5.170
<i>Diospyros yucatanensis</i>	6	0.042	0.191	-4.585
<i>Mosannonna depressa</i>	1	0.007	0.050	-7.170
<i>Eupatorium daleoides</i>	2	0.014	0.086	-6.170
<i>Eugenia axillaris</i>	3	0.021	0.116	-5.585
<i>Ficus obtusifolia</i>	2	0.014	0.086	-6.170
<i>Cecropia peltata</i>	1	0.007	0.050	-7.170
<i>Piscidia piscipula</i>	1	0.007	0.050	-7.170
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	18	0.125	0.375	-3.000
<i>Swartzia cubensis</i>	1	0.007	0.050	-7.170
<i>Hampea trilobata</i>	6	0.042	0.191	-4.585

<i>Nectandra coriacea</i>	8	0.056	0.232	-4.170
<i>Simarouba amara</i>	2	0.014	0.086	-6.170
<i>Guettarda combsii</i>	4	0.028	0.144	-5.170
<i>Neea psychotrioides</i>	1	0.007	0.050	-7.170
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	1	0.007	0.050	-7.170
<i>Vitex gaumeri</i>	8	0.056	0.232	-4.170
	144	1.000	4.039	0.000
		H=	4.0	
		Hmax=	4.9	
		Equitabilidad=	0.8	

Cuadro 33. Diversidad (H') y Equitabilidad de las especies del estrato Arbóreo.

INDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER DEL ESTRATO ARBOREO DEL PREDIO				
ESPECIES	D/MUESTRA	pi	-(pi)(log2pi)	(log2pi)
<i>Bursera simaruba</i>	1	0.063	0.250	-4.000
<i>Calyptanthes pallens</i>	2	0.125	0.375	-3.000
<i>Metopium brownei</i>	2	0.125	0.375	-3.000
<i>Piscidia piscipula</i>	2	0.125	0.375	-3.000
<i>Swartzia cubensis</i>	1	0.063	0.250	-4.000
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	8	0.500	0.500	-1.000
	16	1.0000	2.1250	0.0000
		H=	2.1	
		Hmax=	2.6	
		Equitabilidad=	0.8	

De acuerdo con los resultados, la diversidad florística de los diferentes estratos es muy similar, siendo el estrato arbustivo el que presenta la mayor riqueza de especies encontrada en el predio con un valor H de 4.0 y Hmax de 4.9, seguido del estrato herbáceo con H = 4.0 y una Hmax de 4.2, mientras que el estrato arbóreo con menos especies presenta un valor H de 2.1 y Hmax de 2.6; este valor es considerado como bajo, indicando que este estrato se encuentra con poca diversidad de especies.

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.

En cuanto a la equitatividad presente en el estrato herbáceo es de 1, lo cual significa que todos los individuos en estos estratos tienden a distribuirse con la misma abundancia, estando muy bien repartida, mientras que en el caso de los estratos arbóreo y arbustivo este índice es un poco más bajo 0.8, esto es debido a la dominancia de un reducido número de especies.

V.7 Fauna

La caracterización de la fauna en el sitio donde se pretende el proyecto, fue realizada con el objeto de describir la fauna de vertebrados que existen en él y determinar la presencia de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

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 con lo propuesto para aves por Petingill (1969):

Cuadro 34. Categorías de abundancia por especie según el grupo de vertebrado terrestre.

CATEGORIA	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

Cuadro 35. Concentrado de las especies de fauna identificadas en campo.

Reptiles	Nombre común	Número de registros	%	Categoría
<i>Vasiliscus vitatus</i>	Tolok	1	100	Abundante
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	1	100	Abundante
	Total	2		
Aves				
<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	6	100	Abundante
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Xtakay	1	17	Escasa
<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño	1	17	Escasa
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Kau	3	50	Frecuente
<i>Columbina passerina</i>	Tortolita	2	33	Frecuente
<i>Cyanocorax morio</i>	Paap	3	50	Frecuente
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal	2	33	Frecuente

<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle	1	17	Escasa
<i>Amazilia rutila</i>	Chupaflor	1	17	Escasa
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chel	5	83	Común
	Total	25		
Mamíferos				
<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla	1	100	Abundante
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo	1	100	Abundante
<i>Nasua narica</i>	Tejón	1	100	Abundante
	Total	3		

De acuerdo con los resultados de la fauna registrada en este predio de las 15 especies identificadas: 2 son reptiles, 10 especies son aves con 25 registros y 3 especies son mamíferos. En los grupos de los reptiles y mamíferos se tuvo un registro por especie. Por lo tanto las aves representan más del 66% del total de registros obtenidos durante el muestreo en este predio.

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. Es necesario mencionar que 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; ya que fluctuaciones estacionales y ambientales en el corto plazo afectan la posibilidad de observar la mayor parte de los individuos que pueden ocupar el área en un momento en particular (cf. Manzanilla y Péfaur, 2000).

Entre las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales potenciales sobre la fauna se recomienda implementar 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. De acuerdo con los resultados obtenidos, en el predio habita la Iguana gris (*Ctenosaura similis*) que cuenta con el estatus: (A) especie Amenazada, también se identificaron dos ejemplares de cardenal (*Cardinalis cardinalis*) que se encuentra enlistado con la categoría: (Pr) especie sujeta a Protección especial, en la NOM-059- SEMARNAT - 2010.

Para determinar el índice de diversidad en el caso de la fauna se estimó el Índice de Shannon-Wiener para medir la riqueza y abundancia de las especies registradas en el predio. Los resultados por grupo se presentan en los siguientes cuadros.

Cuadro 36. Diversidad (H') y Equitabilidad (E) de las especies del grupo de los Reptiles registrados en el predio de este proyecto.

INDICE DE DIVERSIDAD SHANNON WIENER DE LOS REPTILES DEL PREDIO				
ESPECIES	D/MUESTRA	pi	-(pi)(log2pi)	(log2pi)
<i>Vasiliscus vitatus</i>	1	0.500	0.500	-1.000
<i>Leptophis mexicanus</i>	1	0.500	0.500	-1.000
	2	1.000	1.0000	0.0000
		H=	1.0	
		Hmax=	1.0	
		Equitabilidad=	1.0	

Cuadro 37. Diversidad (H') y Equitabilidad (E) de las especies del grupo de las Aves registradas en el predio de este proyecto.

INDICE DE DIVERSIDAD SHANNON WIENER DE LAS AVES DEL PREDIO				
ESPECIES	D/MUESTRA	pi	-(pi)(log2pi)	(log2pi)
<i>Ortalis vetula</i>	6	0.240	0.494	-2.059
<i>Pitangus sulphuratus</i>	1	0.040	0.186	-4.644
<i>Glaucidium brasilianum</i>	1	0.040	0.186	-4.644
<i>Quiscalus mexicanus</i>	3	0.120	0.367	-3.059
<i>Columbina passerina</i>	2	0.080	0.292	-3.644
<i>Cyanocorax morio</i>	3	0.120	0.367	-3.059
<i>Cardinalis cardinalis</i>	2	0.080	0.292	-3.644
<i>Mimus gilvus</i>	1	0.040	0.186	-4.644
<i>Amazilia rutila</i>	1	0.040	0.186	-4.644
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	5	0.200	2.554	-2.322
	25			
		H=	2.6	
		Hmax=	3.3	
		Equitabilidad=	0.8	

Cuadro 38. Diversidad (H') y Equitabilidad (E) de las especies del grupo de los Mamíferos registrados en el predio de este proyecto.

INDICE DE DIVERSIDAD SHANNON WIENER DE LOS MAMIFEROS DEL PREDIO				
ESPECIES	D/MUESTRA	pi	-(pi)(log2pi)	(log2pi)
<i>Sciurus yucatanensis</i>	1	0.333	0.5283	-1.5850
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	1	0.333	0.5283	-1.5850
<i>Nasua narica</i>	1	0.333	0.5283	-1.5850
	3	1.000	1.5850	0.0000

		H=	1.6	
		Hmax=	1.6	
		Equitabilidad=	1.0	

Como es de esperarse, el grupo de las aves obtuvo el valor H más alto con 3.5 que se considera alto, esto indica que existe una muy buena cantidad de especies de aves en el área, en tanto que los reptiles y los mamíferos obtuvieron un Índice H de 1.6 y 1.0 considerados bajos. La equitabilidad resultó muy similar en todos los grupos por lo que se considera que existe una muy buena distribución del número de individuos entre especies de estos tres grupos de fauna.

El escaso número de especies registradas en este estudio encuentra su explicación en tres aspectos fundamentales: el estado de deterioro de la vegetación originado por las perturbaciones meteorológicas y antropogénicas, por la presencia humana debido a que la zona de estudio se encuentra muy próxima a sitios habitados y por los ruidos continuos que se generan en las obras en construcción colindantes.

De acuerdo con los resultados obtenidos, en el predio habita la Iguana gris (*Ctenosaura similis*) que cuenta con el estatus de especies amenazada y el cardenal (*Cardinales cardinales*) con la categoría de sujeta a protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Con base en los resultados obtenidos de la fauna de vertebrados terrestres que se registró en el predio donde se realizará la construcción del desarrollo habitacional que se propone se establecen las siguientes conclusiones:

1. Debido a las condiciones de la vegetación del predio, la cual presenta evidencias notorias de actividades antropogénicas y secuelas de eventos hidrometeorológicos recurrentes, 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 Iguana gris (*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 implementar un Programa de Rescate y ahuyentamiento de Fauna Silvestre que forma parte de las medidas de mitigación del proyecto.

VI. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, las materias primas forestales son los productos del aprovechamiento de los recursos forestales que no han sufrido procesos de transformación hasta el segundo grado (*Capítulo II, artículo 7, inciso XVII*); por lo que a continuación se describe la metodología que se aplicó en este estudio para su estimación.

VI.1 Metodología para el inventario forestal en el área propuesta para el cambio de uso del suelo.

En el presente estudio la caracterización dasométrica de la vegetación se llevó a cabo con base en un inventario forestal con un muestreo de tipo sistemático, lo que nos indica una distribución uniforme de las unidades de muestreo en campo, con una intensidad de muestreo del 2.40% con un total de 6 unidades de muestreo de 500 m² c/u; en donde se llevó a cabo el registro de todos los individuos arbóreos de las especies blandas, duras tropicales y comunes tropicales para el cálculo del Volumen Total Árbol (VTA). La distancia entre cada unidad de muestreo se estableció a 150 metros entre hileras y filas.

Para determinar la estructura y composición florística del ecosistema que se distribuye en el predio, primeramente la vegetación fue caracterizada de acuerdo a criterios fisonómicos, para ello se realizó el análisis de la carta de usos de suelo y vegetación de la Escala 1:250,000 Serie V. INEGI. A partir de estas, se determinó la presencia de los patrones de distribución de la vegetación, mismos que fueron corroborados durante un extenso recorrido de campo a través del cual se pudo constatar que se trata de vegetación secundaria, derivada de Selva Mediana Subperennifolia.

Una vez determinado el número de unidades y su distribución sistemática en un plano, fueron obtenidas las coordenadas UTM del punto central de cada unidad de muestreo. Una vez en campo, con el apoyo del plano obtenido en gabinete, las coordenadas de los sitios y un GPS (*Global Positioning System*), fue posible ubicar los puntos de cada sitio de muestreo. Una vez que éstos fueron marcados, se procedió a la delimitación de los sitios para dar paso al inventario y registro de los individuos presentes en cada uno.

VI.1.1 Diseño de muestreo.

Para el levantamiento de los sitios con vegetación forestal se utilizó un diseño de muestreo sistemático (figura 28) distribuidos a todo lo largo y ancho de la superficie propuesta para el CUSTF del proyecto.

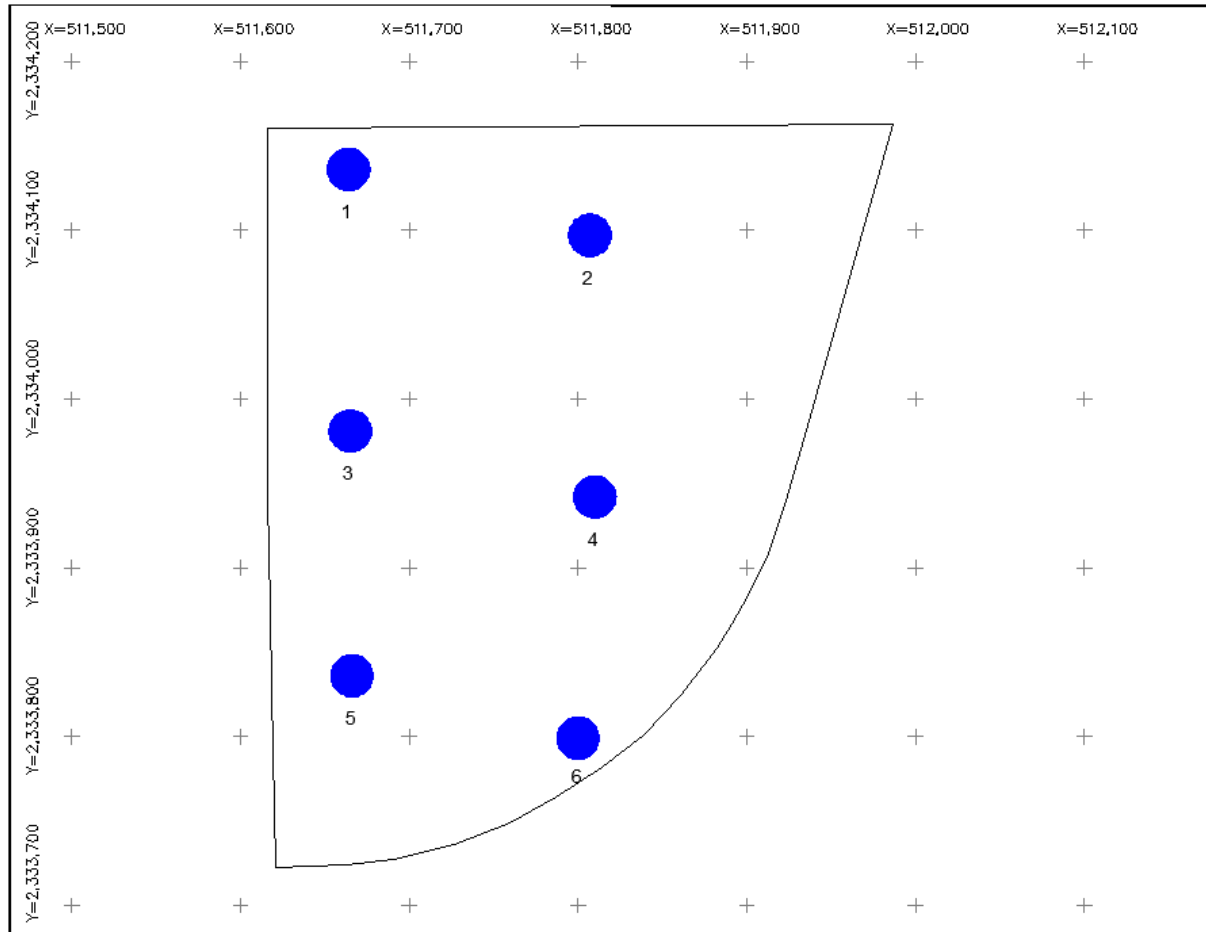


Figura 28. Distribución espacial de las unidades de muestreo en el predio.

VI.1.2 Forma y tamaño de los sitios de muestreo.

La forma de las unidades de muestreo fueron circulares, para lo cual se procedió de la siguiente manera: en una unidad de 500 m², (12.6 m de radio), se llevó a cabo el muestreo de todos los individuos enraizados con diámetro del tallo o fuste medidos a 1.30 metros del suelo (DN) mayor a 10 cm. En la unidad de 500 m² se realizó el muestreo del arbolado, marcando cada individuo con numeración seguida y obteniendo el registro de la clave o nombre común de la especie, el diámetro del tallo medidos a 1.30 metros del suelo, sin importar si se encontraban deformes, torcidos o inclinados, se tomó la altura total hasta el ápice de los individuos.

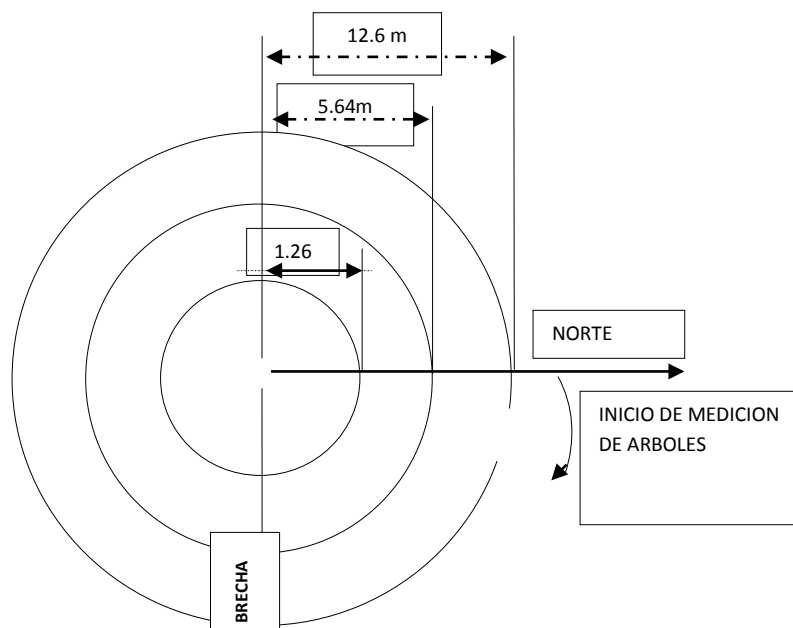


Figura 29. Esquema de las unidades circulares o concéntricas utilizadas en el levantamiento de datos de campo del estudio base.

VI.1.3 Intensidad de muestreo.

Las 6 unidades de muestreo de 500 m² que se establecieron dentro del predio donde se propone la realización del proyecto "Maderos Residencial", se obtuvo una superficie total de muestreo de 3,000 m² que representa el 2.40% de intensidad de muestreo de la superficie propuesta para el cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

Las intensidades se estimaron con la siguiente fórmula: $IM(\%) = \text{Intensidad de muestreo } (\%)$.

$$IM (\%) = \frac{\text{Superficie muestreada}}{\text{Superficie total}} * 100$$

Para las unidades de 500 m²:

$$IM (\%) = \frac{3,000}{125,000} * 100 = 2.40\%$$

Dónde:

IM (%) = Intensidad de muestreo expresada en porcentaje.

En el cuadro 39, se presenta la ubicación del centro de las unidades de muestreo conforme al número de sitio que corresponde.

Cuadro 39. Ubicación de los sitios de muestreo. Se presentan las coordenadas en UTM de los sitios de muestreo empleados para el inventario forestal del predio para el proyecto Maderos Residencial. Datum WGS-84 México.

UBICACIÓN	PARCELA	X	Y
PREDIO	1*	511664	2334136
	2	511807	2334097
	3	511665	2333981
	4*	511810	2333942
	5*	511666	2333836
	6	511800	2333799

VI.1.4 Procesamiento de la información.

En cuanto a las fórmulas utilizadas para el procesamiento de los datos utilizados en el cálculo de área basal, volumen de fuste total con corteza (VTF cc) y volumen total árbol (VTA) por especie, se usó la hoja de cálculo EXCEL, para obtener los resultados que más adelante se describen.

VI.1.5 Fórmulas utilizadas.

El área basal es la superficie de la sección transversal del tallo de un árbol y se calcula a una altura de 1.30 metros del suelo o también llamado diámetro normal (DN), según la siguiente fórmula:

Para estimar el área basal se utilizó la siguiente fórmula:

$$AB_{m2}=0.7854(DN_m)^2$$

Dónde:

AB = Área basal (m²).

DN = Diámetro normal (m).

¼π = Un cuarto de Pi = (3.1416)/4

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

El cálculo del volumen total árbol (VTA), se realizó considerando los resultados del Inventario Nacional Forestal de 1960. Para determinar el volumen total de los árboles existentes por hectárea y en la superficie del proyecto para el cambio de uso de suelo propuesto, se utilizaron las ecuaciones de volúmenes para 13 grupos de especies que fueron utilizados en el Primer Inventario Nacional Forestal del estado de Campeche. En total suman 49 especies y las ecuaciones generadas se observan en el Cuadro 44. Son estas las ecuaciones más utilizadas y al mismo tiempo, son las que maneja el

paquete de cómputo Selva que fue generado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias INIFAP.

VI.1.6 Modelos matemáticos para estimar Volumen:

El modelo que se utilizó para construir las tablas de volúmenes fue el siguiente:

$$V_{cc} = \text{Exp}[\beta_0 + \beta_1 \text{Log}(D) + \beta_2 \text{Log}(A)]$$

Dónde:

Exp= base de los logaritmos neperianos.

Log= logaritmo natural.

Cuadro 40. Ecuaciones utilizadas para volúmenes con corteza (Vcc), en m3 para las especies localizadas en el predio.

Grupo	Ecuación	Nombre científico
IV.	$V_{CC} = e^{[9.84923104 + 1.91175328 \text{LN}(D) + 1.04555238 \text{LN}(A)]}$	<i>Manilkarazapota</i>
V.	$V_{CC} = e^{[9.88284891 + 1.92178549 \text{LN}(D) + 1.04714889 \text{LN}(A)]}$	<i>Bursera simaruba</i>
VIII.	$V_{CC} = e^{[8.81312542 + 1.56449274 \text{LN}(D) + 1.08361129 \text{LN}(A)]}$	<i>Metopium brownei</i>
X.	$V_{CC} = e^{[9.56438150 + 1.82330416 \text{LN}(D) + 1.01741981 \text{LN}(A)]}$	<i>Lysiloma latisiliquum</i> <i>Swartzia cubensis</i>
XI	$V_{CC} = e^{[9.52774573 + 1.76329569 \text{LN}(D) + 1.08168791 \text{LN}(A)]}$	<i>Thevetia gaumeri</i>
XIII. Otras	$V_{CC} = e^{[9.41737421 + 1.76385327 \text{LN}(D) + 1.04067809 \text{LN}(A)]}$	<i>Coccoloba sp.</i> <i>Ficus máxima</i> <i>Ficus cotinifolia</i> <i>Coccoloba diversifolia</i> <i>Diphysa yucatanensis</i> <i>Drypetes lateriflora</i> <i>Plumeria obtusa</i> <i>Lonchocarpus rugosus</i> <i>Simaruba glauca</i> <i>Cordia dodecandra</i> <i>Gymnanthes lucida</i> <i>Dendropanax arboreus</i>

Para 2 especies se utilizó el modelo matemático generado por De los Santos (1976) en el área concesionada a la Unidad de Explotación Forestal Maderas Industrializadas de Quintana Roo, quien elaboró tablas de volúmenes con corteza y sin corteza para seis grupos de especies de los montes de la Península de Yucatán, agrupando un total de 33 especies del estado de Quintana Roo.

El modelo utilizado fue el de la variable combinada:

$$V_{cc} = \beta_0 + \beta_1 D^2 A$$

Cuadro 41. Ecuaciones de volúmenes con corteza (Vcc) y sin corteza (Vsc) (m3) para grupos de especies del estado de Quintana Roo.

GRUPO	ECUACIÓN	NOMBRE COMUNES	NOMBRE CIENTÍFICO
3 Duras corrientes	$V_{cc}=0.01686+0.000056743AD^2$	<i>Bojón</i>	<i>Cordiaalliodora</i>
		<i>Ciricote</i>	<i>Cordiadodecandra</i>
		<i>Chactecoc</i>	<i>Sickingiasalvadorensis</i>
		<i>Chacteviga</i>	<i>Caesalpiniaplatyloba</i>
		<i>Chechem negro</i>	<i>Metopiumbrownei</i>
		<i>Chicozapote</i>	<i>Manilkarazapota</i>
		<i>Chintoc</i>	<i>Krugiodendrunferreum</i>
		<i>Granadillo</i>	<i>Platymisciumyucatanum</i>
		<i>Guayacán</i>	<i>Guaiacumsanctum</i>
		<i>Jabín</i>	<i>Psicidia piscipula</i>
		<i>Kanixte</i>	<i>Pouteriacampechiana</i>
		<i>Katalox</i>	<i>Swartziacubensis</i>
		<i>Machiche</i>	<i>Lonchocarpuscastilloi</i>
		<i>Mora</i>	<i>Macluratinctoria</i>
		<i>Pucté</i>	<i>Bucida buceras</i>
		<i>Ramón</i>	<i>Brosimunalic astrum</i>
		<i>Tzalam</i>	<i>Lysilomabahamensis</i>
<i>Ya'axnic</i>	<i>Vitexgaumeri</i>		
<i>Zapotillo</i>	<i>Sideroxylonmeyeri</i>		

Las formulas desarrolladas estiman solo Volumen de Fuste Total (VFT). Para obtener el Volumen Total del Árbol (VTA), el VFT se multiplica por el factor de conversión que permite estimar el VTA es de 1.4, y para obtener el Volumen Fuste Limpio (VFL), al

VFT se multiplica por el coeficiente mórfico de 0.6, dicho factor se calculó para las especies registradas en el predio.

VI.1.7 Resultados de la estimación del Volumen Total Árbol de las materias primas forestales.

Existencias Volumétricas Total Árbol (VTA) para todas las especies.

En los siguientes cuadros se resumen las variables dasométricas para cada una de las especies inventariadas, primero se presentan los cálculos obtenidos para los valores dasométricos de los sitios de muestreo. En el que se incluyen las estimaciones volumétricas de madera que en promedio se estiman para cada sitio de muestreo.

Es conveniente mencionar que se tomó en cuenta para los cálculos la altura total de los individuos arbóreos medidos desde los 10 centímetros de diámetro normal (DN) en adelante, sin importar la conformación del arbolado.

Cuadro 42. Valores estimados en los 6 sitios de muestreo (3,000 m²), DN, altura promedio, número de individuos, Área Basal y Volumen Total Árbol.

N. COMÚN	N. CIENTÍFICO	DN	ALTURA	No. IND/SITIO	AB/SITIO	VFTcc/ /SITIO
Chakaj	<i>Bursera simaruba</i>	15.0	6.5	0.1667	0.0029	0.0110
Chaknii	<i>Calyptanthes pallens</i>	10.0	6.5	0.3333	0.0029	0.0121
Sak chakaj	<i>Dendropanax arboreus</i>	15.0	7.0	0.1667	0.0022	0.0093
K'anasin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	10.0	7.0	0.1667	0.0015	0.0067
Tsalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	10.0	6.6	1.1667	0.0118	0.0472
		15.0	6.5	0.1667	0.0025	0.0094
		20.0	6.3	0.3333	0.0096	0.0328
		25.0	7.0	0.1667	0.0082	0.0302
Chicosapote	<i>Manilkara zapota</i>	15.0	7.5	0.1667	0.0028	0.0120
		40.0	10.0	0.1667	0.0235	0.1262
Chechem	<i>Metopium brownei</i>	10.0	7.0	0.1667	0.0013	0.0075
		15.0	6.5	0.3333	0.0058	0.0259
		20.0	8.0	0.1667	0.0043	0.0219
Ja'abin	<i>Piscidia piscipula</i>	10.0	7.0	0.1667	0.0019	0.0082
		20.0	8.5	0.1667	0.0046	0.0220
K'atal oox	<i>Swartzia cubensis</i>	10.0	6.0	0.1667	0.0014	0.0051
		20.0	7.0	0.1667	0.0045	0.0173
TOTALES				4.3333	0.0916	0.4049

Por lo tanto se estima que en promedio existen 0.41 m³ deVFTcc, 0.09 m² de AB y 4.33 individuos por cada sitio de 500 m².

En el siguiente cuadro se presentan los parámetros dasométricos estimados para las especies del estrato arbóreo (desde 10 cm de DN en adelante) por hectárea, así como por la superficie de cambio de uso del suelo. En este cuadro se incluyen las estimaciones del Volumen de Fuste Total con corteza (VFTcc) expresado en metros cúbicos por categoría diamétrica de cada una de las especies que conforman el arbolado sin importar su condición; lo cual fué estimado a partir de los datos obtenidos del inventario forestal que se realizó dentro del predio para el actual proyecto.

Cuadro 43. Estimaciones del estrato arbóreo por categoría diamétrica. Se presenta el número total de individuos por hectárea (IND/HA), área basal por hectárea (AB/HA) expresada en m², Volumen de fuste total por hectárea (VFT/HA) expresada en m³. Así como por la superficie sujeta a CUSTF (12.5 has) de las especies identificadas en el terreno forestal para el proyecto.

NOMBRE CIENTÍFICO	DN	ALTURA (m)	No. IND/HA	AB /HA (m2)	VFTcc/ Ha (m3)	IND/ 12.5 Has	AB/ 12.5 Has	VFTcc/ 12.5 Has (m3)
<i>Bursera simaruba</i>	15.0	6.5	3	0.06	0.220	42	0.74	2.749
	Subtotal	6.5	3	0.06	0.220	42	0.74	2.749
<i>Calyptanthes pallens</i>	10.0	6.5	7	0.06	0.243	83	0.72	3.032
	Subtotal	6.5	7	0.06	0.243	83	0.72	3.032
<i>Dendropanax arboreus</i>	15.0	7.0	3	0.04	0.187	42	0.54	2.335
	Subtotal	7.0	3	0.04	0.187	42	0.54	2.335
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	10.0	7.0	3	0.03	0.134	42	0.37	1.679
	Subtotal	7.0	3	0.03	0.134	42	0.37	1.679
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	10.0	6.6	23	0.24	0.945	292	2.96	11.806
	15.0	6.5	3	0.05	0.188	42	0.62	2.352
	20.0	6.3	7	0.19	0.656	83	2.39	8.196
	25.0	7.0	3	0.16	0.604	42	2.06	7.549
	Subtotal	6.6	37	0.64	2.392	458	8.03	29.903
<i>Manilkara zapota</i>	15.0	7.5	3	0.06	0.240	42	0.69	3.003
	40.0	10.0	3	0.47	2.524	42	5.88	31.550
	Subtotal	8.8	7	0.53	2.764	83	6.57	34.552
<i>Metopium brownei</i>	10.0	7.0	3	0.03	0.150	42	0.33	1.873
	15.0	6.5	7	0.12	0.518	83	1.44	6.479
	20.0	8.0	3	0.09	0.438	42	1.07	5.477
	Subtotal	7.2	13	0.23	1.106	167	2.84	13.829
<i>Piscidia piscipula</i>	10.0	7.0	3	0.04	0.164	42	0.47	2.055
	20.0	8.5	3	0.09	0.440	42	1.14	5.501
	Subtotal	7.8	7	0.13	0.605	83	1.62	7.556
<i>Swartzia cubensis</i>	10.0	6.0	3	0.03	0.102	42	0.35	1.272
	20.0	7.0	3	0.09	0.346	42	1.12	4.328
	Subtotal	6.5	7	0.12	0.448	83	1.47	5.600
TOTAL			87	1.83	8.099	1083	22.91	101.235

Cuadro 44. Concentrado por especie del volumen de fuste limpio (VFL), Volumen de fuste total (VFT) y Volumen total árbol (VTA) por hectárea, así como por la superficie sujeta a CUSTF (12.5 hectáreas) de las especies identificadas en el terreno forestal para el proyecto.

NOMBRE CIENTÍFICO	VFL/Ha (m ³)	VFTcc /Ha (m ³)	VTA/Ha (m ³)	VFL/12.5 Has (m ³)	VFTcc/12.5 Has (m ³)	VTA/12.5 Has (m ³)
<i>Bursera simaruba</i>	0.132	0.220	0.308	1.649	2.749	3.848
<i>Calyptanthes pallens</i>	0.146	0.243	0.340	1.819	3.032	4.245
<i>Dendropanax arboreus</i>	0.112	0.187	0.262	1.401	2.335	3.269
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	0.081	0.134	0.188	1.007	1.679	2.350
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	1.435	2.392	3.349	17.942	29.903	41.864
<i>Manilkara zapota</i>	1.659	2.764	3.870	20.731	34.552	48.373
<i>Metopium brownei</i>	0.664	1.106	1.549	8.298	13.829	19.361
<i>Piscidia piscipula</i>	0.363	0.605	0.846	4.534	7.556	10.579
<i>Swartzia cubensis</i>	0.269	0.448	0.627	3.360	5.600	7.840
TOTAL	4.859	8.099	11.338	60.741	101.235	141.729

Por lo tanto, se estima un Volumen Total Árbol (VTA) de 11.338 m³ por hectárea y el Volumen Total Árbol que se estima que está presente en la superficie solicitada de cambio de uso de suelo en las 12.5 hectáreas es de 141.729 m³. Las especies que contribuyen más en este volumen son: *Manilkara zapota* con el 34.1% del total, *Lysiloma latisiliquum* con un 29.5% y *Metopium brownei* con un 13.6%; lo que

representa más de las tres cuartas partes (77.3%) de la totalidad del volumen presente en el área que eventualmente estará sujeta a cambio de uso del suelo.

Los resultados del volumen obtenido en el predio nos permite concluir que en el terreno destinado para el cambio de uso del suelo para el proyecto "*Maderos Residencial*"; existen también 87 individuos por hectárea, en tanto que en total se encuentran 1,083 árboles en la superficie de cambio de uso de suelo (CUSTF) que se tiene propuesta. Con relación al área basal, ésta representa 1.83 m² por hectárea y 22.91 m² en las 12.5 has que eventualmente podrán estar sujetas a cambio de uso de suelo.

Resulta evidente que el arbolado de mayor talla es *Manilkara zapota* que pueden considerarse como el arbolado relicto, el cual pudo permanecer durante un mayor tiempo en el terreno debido a extracción del chicle; le siguen de lejos y en ése orden *Metopium brownei*, *Piscidia piscipula* y *Swartzia cubensis* que pueden considerarse como especies que se restablecieron como resultado de las alteraciones de la selva mediana subperennifolia original, al igual que el resto de las especies arbóreas presentes en el área de estudio. Mención aparte merece *Lysiloma latisiliquum*, el cual resulta ser la especie dominante tras el disturbio y que nuevamente demuestra su gran capacidad de colonizar las áreas desprovistas de vegetación y eventualmente de permanecer durante mucho tiempo en ellas.

Los valores de volumen de la masa forestal obtenidos, así como los parámetros dasonómicos mostrados con anterioridad, dejan claro que la vegetación presente en el área de estudio corresponde a un conjunto de individuos prácticamente jóvenes que son resultado de un ecosistema de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia deteriorado por los fenómenos naturales y por los asentamientos humanos cerca del predio.

Del inventario forestal se concluye, que si bien es cierto, que el área donde se pretende desarrollar el proyecto, cuenta actualmente con cobertura vegetal de carácter forestal, no menos cierto resulta, como se ha de demostrar en el contenido del presente estudio que las especies, el arbolado y la madera que conforman tanto la superficie que se pretende solicitar de cambio de uso de suelo forestal, como la totalidad del predio, no son económicamente redituables hablando en términos forestales, sumado a lo anterior se debe preponderar el hecho de que esta superficie cuenta con política de Aprovechamiento Urbano sujeto al PDU-CPC, siendo compatible con el uso Habitacional propuesto, por lo tanto es de prever que este proyecto, que implica una fuerte inversión, fuente de empleo y mayor recaudación fiscal, es un uso mucho más productivo que el de un aprovechamiento forestal, el cual en todo caso, no está permitido en esta zona.

VII. PLAZO Y FORMA DE EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.

VII.1 Plazo de ejecución para el cambio de uso de suelo en terreno forestal.

El programa de trabajo que se describe a continuación tiene por objeto precisar el plazo necesario para la ejecución de las actividades que se habrán de realizar y los períodos de tiempo en que se llevarán a cabo cada una de éstas acciones para lograr la remoción de la vegetación y la preparación del sitio.

De acuerdo con el programa de obra del proyecto Maderos Residencial para el cambio de uso de suelo del terreno forestal, se requiere de un plazo de doce meses para cumplir con las actividades implicadas en la fase de preparación del sitio para este proyecto. Este plazo se solicita de acuerdo con las expectativas del promovente, para el desarrollo de la primera etapa de este proyecto que consiste en las actividades de cambio de uso de suelo, las cuales se llevarán a cabo de manera secuencial entre ellas.

VII.2 Forma de ejecución para el cambio de uso de suelo en terreno forestal

Luego de la obtención de los permisos y autorizaciones correspondientes se dará inicio a las labores de cambio de uso del suelo de acuerdo con el siguiente programa de trabajo.

Para la ejecución del cambio de uso de suelo en la etapa de preparación del sitio se consideran las siguientes actividades relacionadas con la remoción de la vegetación, las cuales se pretenden ajustar en tiempo conforme a los requerimientos y avances del proyecto de obra. Por lo que dentro de las actividades más relevantes se tiene lo siguiente:

Trazo topográfico para la delimitación del predio.- Esta actividad la realizará una cuadrilla de topografía. Se realizará la delimitación topográfica del predio y se establecerán señalamientos para prevenir afectaciones a la vegetación de los predios colindantes.

Trazo y delimitación física de las áreas de desmonte.- Esta actividad la realizará una cuadrilla de topografía. Se realizará la delimitación topográfica del proyecto, delimitando las respectivas áreas de desmonte y despalme, con la utilización de estacas de 1.5 m a 1.80 m de alto pintadas de color llamativo (rojo o naranja), para garantizar que los trabajos de desmonte y despalme no excedan lo establecido en el proyecto. Además por cada manzana se delimitarán las áreas propuestas de desmonte y las áreas verdes.

Cuadro 45. Programa de trabajo para la implementación del cambio de uso del suelo del terreno forestal para el proyecto Maderos Residencial.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.																								
Tiempo	AÑO 1												AÑO 2											
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Trazo topográfico para la delimitación del predio	X																							
Trazo y delimitación física de áreas de desmonte.	X																							
Acondicionamiento del vivero temporal	X																							
Rescate de vegetación	X	X	X	X									X	X	X	X								
Rescate de Fauna y Ahuyentamiento	X	X											X	X										
Desmonte y despalme.			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							
Almacenamiento y triturado de material vegetal							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Clasificación y reutilización del material de despalme									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Nivelación y compactación									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
Reforestación y Reubicación de especies forestales											X	X	X	X	X					X	X	X	X	X
Mantenimiento, seguimiento y bitácora	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Acondicionamiento del vivero. El vivero será temporal por lo cual se considera de construcción rústica y no contará con ningún tipo de infraestructura permanente. En caso necesario, se aprovechará el dosel de los árboles para proporcionar sombra a los ejemplares rescatados con lo que únicamente se realizará una limpieza de la zona retirando ramas y vegetación herbácea que impidan la colocación y formación de grupos de las plantas rescatadas sobre el piso. Se ha considerado su ubicación en un sitio con disponibilidad de agua dentro del predio, lo que permitirá realizar el riego adecuado de todos los ejemplares a través de la utilización de un tinaco, no enterrado, de tipo Rotoplas de 2,000 litros que será abastecido a través de pipas de agua. Para mantener la humedad del suelo en la base de las plantas, se realizarán riegos abundantes durante los primeros cuatro días dejando de regar el quinto día. Posteriormente se realizarán riegos cada tercer día según el clima prevaleciente, procurando que la tierra se mantenga siempre húmeda desde la superficie hasta por lo menos 15 cm al fondo, pero con el cuidado que no sea excesivo para evitar que la raíz de las plantas se pudra o que se infeste con hongos.

A fin de contar con tierra vegetal como insumo para las plantas que serán rescatadas, se llevará a cabo la recuperación manual de tierra al interior de las áreas que serán aprovechadas utilizando para ello palas, picos, cubetas de plástico y un cernidor de metal, con la participación de una cuadrilla de tres trabajadores por espacio de una semana. Se estima la recuperación de aproximadamente a 50 m³ de tierra para el área de vivero.

Rescate de vegetación.- Esta actividad la realizan un grupo de trabajadores con experiencia en el manejo de cultivos, de preferencia jardineros y ayudantes de jardinería bajo la supervisión de un profesional con experiencia en el manejo de viveros y manipulación de plantas nativas. Consiste en la extracción, embolsado y recuperación de las plantas susceptibles de ser trasplantadas. Dando especial atención a las especies protegidas. El esfuerzo de rescate se centrará sobre los individuos de especies protegidas por lo que se rescatarán todos los ejemplares de las especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, que se encuentren saludables, puedan ser extraídos, mantenidos en vivero y posteriormente reubicados en las áreas verdes.

Rescate y ahuyentamiento de fauna. Un aspecto importante antes de realizar las actividades de cambio de desmonte y despalme es implementar el Programa de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna. Dicho programa se presenta en la sección de anexo, en el cual se describen todas las actividades y metodologías a utilizar para llevarlo a cabo. Durante todo el periodo en el que se realice esta actividad, un especialista en manejo de fauna recorrerá las áreas previas al desmonte, con la finalidad de efectuar el rescate de la fauna silvestre de poca movilidad y los cuales deben ser trasladados a las áreas que aún conserven vegetación. Considerando las condiciones del predio, no se espera que exista un número significativo de organismos a ser reubicados. Esta aseveración se base en el hecho de que la Aves son el grupo más frecuentes en la zona, las cuales por sus hábitos voladores pueden alejarse prontamente de los espacios por afectar. Así, se prevé que las acciones del rescate

de especies animales se concentrarán en aquellos organismos de poca movilidad, además se prevé previamente el ahuyentamiento de la fauna a hacia los predios aledaños.

Desmonte y despalme.- Esta actividad se realiza una vez que se liberan las áreas por el personal encargado de realizar el rescate ecológico. El desmonte y el despalme se realizan con maquinaria pesada tanto los residuos vegetales como el material del despalme se depositan en sitios separados. Los residuos vegetales serán triturados y vertidos a las áreas verdes consideradas para el proyecto y en el vivero para generar composta. Se procederá al picado y trituración del material vegetal leñoso producto del desmonte. El triturado estará en función del volumen total árbol estimado que se pudiera encontrar en la superficie solicitada de cambio de uso de suelo al interior del predio.

Almacenamiento de residuos vegetales.- Los residuos vegetales se clasifican, y almacenan en sitios separados y protegidos dentro del área desmontada hasta que se requieran para las labores de reforestación. Durante las labores de reforestación se extiende una capa uniforme para favorecer la infiltración de las precipitaciones y evitar el arrastre de partículas del suelo expuesto en las áreas verdes en su caso.

Clasificación y reutilización del material de despalme.- El material residual de despalme se separa y clasifica para el aprovechamiento de los materiales pétreos en labores de nivelación y la tierra vegetal mediante cernido para que se utilice en el vivero y durante la reforestación y jardinería.

Nivelación y compactación.- Estas actividades se realizan como parte del proceso de construcción, consisten en la conformación de terraplenes, cuya finalidad a su vez, sirve para evitar la erosión de los suelos.

Reforestación y reubicación con plantas nativas.- Seguidamente después de la conclusión de la etapa constructiva, en las áreas verdes se recomienda iniciar las labores de reforestación reubicando las plantas rescatadas tanto en los espacios afectados, como en parques, jardines, camellones y frentes de las casas.

Mantenimiento, seguimiento y bitácoras.-Durante el desarrollo de todas las actividades se deberá mantener limpio de desechos el frente de trabajo. Así como todas las instalaciones que requiera el proyecto. Además de que todos los desechos que sean generados deberán ser trasladados al sitio que indique la autoridad competente. En este caso, se debe considerar que los residuos de origen vegetal deben ser triturados e integrados por medio de compostas al sustrato. Además de que se debe fomentar el reciclaje de aquellos productos como son plásticos, pedacería de metales, papel, cartón, producto de los trabajadores.

Por lo tanto y de acuerdo con el programa de trabajo de este proyecto se concluye que las actividades preliminares para la remoción de la vegetación en su conjunto se pretenden ejecutar de manera escalonada y gradual, antes del inicio de la obra, y luego de obtener todos los permisos y autorizaciones, para llevar a cabo el cambio de uso

del suelo en el terreno forestal que incluye un periodo de 24 meses para la remoción de la vegetación y el cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas.

De acuerdo con el programa de trabajo de este proyecto se contempla que las actividades preliminares de preparación del sitio, desmonte y despalme, así como las medidas propuestas para el cambio de uso del suelo se ejecuten dentro del periodo establecido de acuerdo con el programa propuesto.

Las obras y actividades provisionales previstas en el proyecto son:

- Instalación de servicios sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores.
- Construcción de una bodega de obra, la cual será edificada a base de estructuras de madera y lámina negra de cartón, y será destinada al almacenamiento de herramientas y materiales de construcción que requieren de protección ante las inclemencias del tiempo, asimismo, servirá como dormitorio del velador contratado para el cuidado de estos recursos, esta instalación se realizará dentro de la superficie sujeta a cambio de uso de suelo.
- Colocación de contenedores de residuos sólidos rotulados, distribuidos uniformemente en las diferentes áreas de trabajo.
- Se implementará un área (vivero provisional), destinada a la estancia temporal de las plantas que sean rescatadas previo a su trasplante.
- Colocación de un tinaco de plástico para almacenamiento del agua de riego en el vivero.
- No se crearán dormitorios provisionales para los trabajadores, lo anterior considerando que la mano de obra a emplear será principalmente local de la ciudad de Cancún, desplazándose todos los días de sus hogares al área de trabajo.

Todas estas obras y actividades provisionales del proyecto, serán retiradas al culminar la etapa de construcción del mismo y antes de su conclusión.

VIII. VEGETACIÓN QUE DEBA RESPETARSE O ESTABLECERSE PARA PROTEGER LAS TIERRAS FRÁGILES.

La definición establecida en el Artículo 2, fracción XXXV del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), que a la letra dice:

“Artículo 2...XXXV. Tierras Frágiles aquéllas, que ubicadas en terrenos forestales o preferentemente forestales que son propensas a la degradación y pérdida de su capacidad productiva natural como consecuencia de la eliminación o reducción de su cobertura vegetal natural.

El sitio en donde se pretende llevar a cabo la construcción del proyecto “Maderos Residencial” se localiza en la SM 333 Mz 01 Lote 2-11 y Lote 2-12, al Sur de la Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo. Este predio de propiedad privada tiene una superficie de 12.5 hectáreas, de la cual se pretende obtener el cambio de uso del suelo del 100%.

Es importante reconocer que el desarrollo urbano del predio es un escenario que se tiene contemplado en los instrumentos de planeación ambiental y urbanos correspondientes, y por lo tanto se solicita el CUSTF de 12.5 hectáreas que corresponden al 100% de la de la superficie total del terreno. De las cuales el 11.8% se mantendrán como áreas verdes y el 40.6% corresponde a áreas que serán permeables en cumplimiento de lo que establecen el POEL-MBJ y el PDU vigente.

La Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales en su portal oficial de internet publica el documento electrónico denominado Informe de la situación del Medio Ambiente en México, el cual en su versión 2008, localizable en la liga http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_2008/index_informe_2008.html, señala:

“La Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación y la Sequía (UNCCD, por sus siglas en inglés), definió a la degradación de la tierra como “la reducción o pérdida de la productividad económica y de la complejidad de los ecosistemas terrestres, incluyendo a los suelos, la vegetación y otros componentes bióticos de los ecosistemas, así como los procesos ecológicos, biogeoquímicos e hidrológicos que tienen lugar en los mismos”. En este sentido, la degradación de la tierra incluye a la degradación del suelo, de los recursos hídricos y de la vegetación, los cambios en la frecuencia de incendios, las alteraciones en los ciclos biogeoquímicos y las invasiones biológicas, entre otros fenómenos.”

El referido documento oficial señala que en México las tierras frágiles se localizan en las zonas muy áridas, áridas, semiáridas y subhúmedas secas las cuales ocupan aproximadamente 128 millones de hectáreas, es decir, más de la mitad del país. Las zonas muy áridas y áridas se encuentran principalmente en Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua y Sonora, representando 49% del total de las

tierras secas del país. Las zonas semiáridas abarcan 29%, distribuidas en su mayoría en el desierto Sonorense y en los estados del altiplano mexicano; y el 22% corresponde a las zonas subhúmedas secas de Campeche y Yucatán, el Golfo de México y las costas del Océano Pacífico desde Sinaloa hasta Chiapas.

De acuerdo al decreto por el cual se establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo publicado en el periódico oficial del estado de Quintana Roo el 27 de Febrero de 2014 (actualización), el predio del proyecto que nos ocupa se encuentra en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 21 denominada "Zona Urbana de Cancún" con una Política Ambiental de Aprovechamiento Sustentable, y por lo tanto sujeto a los parámetros del Programa de Desarrollo Urbano 2104-2030 (Publicado el 27 de febrero 2014, en el periódico oficial del estado de Quintana Roo en Tomo I, número 19 extraordinario Octava época).

De acuerdo con el Artículo 132 de la Ley del Equilibrio y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo se establece que *"para la recarga de mantos acuíferos, en las superficies de predios que se pretendan utilizar para obras e instalaciones se deberá permitir la filtración de aguas pluviales al suelo y subsuelo. Por tal motivo, las personas físicas o morales quedan obligadas a proporcionar **un porcentaje del terreno a construir**, preferentemente como área verde, lo que en su caso siempre será permeable.*

Para los efectos del párrafo anterior, como se ha señalado, el proyecto pretende mantener dentro de la superficie que se solicita para cambio de uso del suelo 5.07 hectáreas que corresponden al 40.6% de la superficie total del predio como áreas permeables, de las cuales 1.47 hectáreas se habrán de integrar como áreas verdes lo que representa el 11.8% de la superficie total del predio.

En diversos estudios de ordenamiento ecológico se contempla la fragilidad ambiental considerándola como "la capacidad intrínseca de la unidad territorial a enfrentar agentes de cambio, basado en la fortaleza propia de los componentes y en la capacidad y velocidad de regeneración del medio". Sin embargo los resultados planteados resultan en algunos casos contradictorios, al asignar valores de mayor fragilidad a las unidades fragmentadas y con alta incidencia de actividades antrópicas, mientras que otros estudios reconocen mayor fragilidad ambiental en las unidades con ecosistemas mejor conservados y con mayor desarrollo de las comunidades vegetales.

En este trabajo de acuerdo con Chiappy (2001), se realiza una evaluación de la fragilidad de los ecosistemas presentes en el predio de este proyecto, definida como la susceptibilidad de los complejos naturales ante el impacto que pueden ocasionar tanto los procesos naturales como las diferentes acciones antropogénicas a las que pueden estar expuestos. Por lo que las consecuencias esperadas están en función de la intensidad, duración y extensión de los eventos de perturbación y de sus efectos potenciales que pueden alterar la composición, estructura y funcionamiento de los ecosistemas y por lo tanto su estabilidad.

En este caso, el sitio del proyecto se encuentra en un Sistema Ambiental altamente fragmentado por fenómenos como la urbanización y crecimiento poblacional, en esta zona existen en la actualidad áreas urbanizadas, parches afectados por intervención humana y áreas con vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia que corresponden a las reservas de crecimiento de la ciudad de Cancún, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

El sistema ambiental 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 potencial es reducida. Este proyecto contempla medidas de mitigación que permiten recuperar la tierra del despalle para su uso en el vivero y en las áreas verdes. Asimismo, a largo plazo este predio con la ejecución del proyecto contará con construcciones permanentes que evitarán la erosión del suelo.

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 secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia presenta fragilidad moderada.

De acuerdo con lo anterior, la mayor justificante para el proyecto se deriva de su ubicación dentro de la zona urbana de la ciudad de Cancún. No obstante, se deberán considerar las siguientes medidas de protección:

1. Se deberán respetar en todo momento las áreas aledañas al proyecto que no estén sujetas al cambio de uso de terrenos forestales, restringiendo toda actividad a la superficie que ocupará el desarrollo del proyecto y que son motivo del presente estudio para el Cambio de Uso en Terrenos Forestales.
2. Se delimitarán claramente las áreas de aprovechamiento, con el fin de evitar afectaciones e invasiones que puedan disminuir la superficie de las áreas verdes o dañar a la vegetación presente en ella.
3. Se considera la necesidad de mantener como áreas permeables 5.07 hectáreas que corresponden al 40.6% de la superficie total del predio para este proyecto, de las cuales 1.47 hectáreas se habrán de integrar como áreas verdes, con el objeto de "mantener un equilibrio entre el crecimiento urbano con los espacios verdes que preserven la naturaleza en un contexto transformado, como lo es un fraccionamiento habitacional sustentable (Ver cuadros 46 y 47).

Cuadro 46. Distribución de las áreas permeables del predio donde se pretende ejecutar el proyecto Maderos Residencial correspondientes a la SM 333 MZ 01 LOTE 2-11

SM 333 MZ 01 LOTE 2-11					
MANZANA	LOTE	Superficie m ²		VIVIENDAS	AREA PERMEABLE
1	1	3,123.12	HABITACIONAL	27	1,593.00
2	1	2,229.25	HABITACIONAL	19	1,121.00
2	2	2,229.25	HABITACIONAL	17	1,122.00
2	3	296.00	EQUIPAMIENTO		59.20
3	1	2,551.81	HABITACIONAL	19	1,254.00
4	1	1,280.36	HABITACIONAL	10	590.00
4	2	3,121.87	HABITACIONAL	26	1,534.00
4	3	11,055.32	HABITACIONAL	175	4,422.13
4	4	4,739.67	AREA VERDE		4,739.67
5	1	721.50	EQUIPAMIENTO		144.30
5	2	3,237.50	HABITACIONAL	28	1,652.00
5	3	1,156.25	AREA VERDE		1,156.25
6	1	2,849.00	HABITACIONAL	22	1,452.00
6	2	605.28	EQUIPAMIENTO		121.06
7	1	1,128.50	AREA VERDE		1,128.50
7	2	1,800.64	HABITACIONAL	13	858.00
8	1	1,724.81	HABITACIONAL	12	792.00
8	2	382.83	COMERCIAL		76.57
8	3	134.12	AREA VERDE		134.12
8	4	906.50	HABITACIONAL	7	462.00
8	5	357.02	COMERCIAL		71.40
8	6	540.50	COMERCIAL		108.10
8	7	488.20	COMERCIAL		97.64
9	1	15,840.70	VIALIDAD		863.13
SUPERFICIE DE TERRENO		62,500.00	100.00%	375	25,552.06
PORCENTAJE DE SUPERFICIE PERMEABLE					40.88%

Cuadro 47. Distribución de las áreas permeables del predio donde se pretende ejecutar el proyecto Maderos Residencial correspondientes a la SM 333 MZ 01 LOTE 2-12.

SM 333 MZ 01 LOTE 2-12					
MANZANA	LOTE	SUPERFICIE m ²		VIVIENDAS	AREA PERMEABLE
10	1	13,051.23	HABITACIONAL	191	5,220.494
10	2	4,739.55	AREA VERDE		4,739.550
10	3	2,475.37	HABITACIONAL	20	1,180.000
10	4	1,965.63	HABITACIONAL	17	1,003.000
11	1	2,775.00	HABITACIONAL	24	1,416.000
11	2	1,156.25	AREA VERDE		1,156.250
12	1	2,844.46	HABITACIONAL	21	1,239.000
12	2	998.46	EQUIPAMIENTO		199.691
13	1	2,675.82	HABITACIONAL	22	1,298.000
14	1	390.70	EQUIPAMIENTO		78.140
14	2	2,923.70	HABITACIONAL	24	1,416.000
14	3	2,725.46	HABITACIONAL	20	1,320.000

15	1	1,165.50	HABITACIONAL	9	594.000
15	2	912.68	AREA VERDE		912.679
15	3	1,059.84	COMERCIAL		211.968
15	4	2,835.38	HABITACIONAL	21	1,386.000
16	1	777.00	HABITACIONAL	6	396.000
16	2	759.13	EQUIPAMIENTO		151.827
16	3	796.47	AREA VERDE		796.466
17	1	15,472.38	VIALIDAD		479.660
SUPERFICIE DE TERRENO		62,500.00	100.00%	375	25,194.73
PORCENTAJE DE SUPERFICIE PERMEABLE					40.31%

4. Una parte del material vegetal residual que no sea susceptible de aprovecharse, como ramas, hojas y corteza, será triturado y, en la medida de lo posible, utilizado en la obtención de composta para jardinería y/o como material complementario para la rehabilitación de las áreas verdes.
5. Se deberá ejecutar en tiempo y forma el programa de rescate y reubicación de vegetación forestal con énfasis en aquellas especies incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además de que, en caso necesario, las plantas deberán ser trasladadas a un centro de acopio temporal para su mantenimiento, que cuente con las instalaciones y condiciones adecuadas para la recuperación de las plantas extraídas dentro del proyecto de interés.
6. Se realizará un programa de reforestación urbana preferentemente con plantas nativas para implementarse en las áreas verdes de este proyecto y sus inmediaciones, parques urbanos, áreas verdes de uso común, áreas verdes de vialidades y áreas destinadas a los jardines de las viviendas de este proyecto.
7. El volumen forestal que pueda aprovecharse deberá ser acumulado en un sitio específico fuera del área que ocupan las áreas verdes, ello para su mejor control y cuantificación.
8. Establecer un programa de supervisión ambiental efectivo con la adecuada presencia de una persona responsable por lo menos, durante el desarrollo del cambio de uso de suelo.
9. Se deberán acondicionar las áreas verdes para facilitar el desplazamiento de la fauna silvestre a lo largo de los espacios habitacionales, ya que algunas poblaciones, principalmente de aves, requieren de los árboles como hábitat dentro de las zonas urbanizadas.
10. Como parte de las medidas de mitigación que se proponen, se mantendrá un programa de limpieza periódica del sitio del proyecto.
11. De manera complementaria, se contempla el rescate de tierra y material de despalme para su uso en el vivero y las áreas verdes del proyecto.

A continuación en la siguiente figura (Fig. 30) se representa la distribución de las áreas verdes de este proyecto con una superficie de 14,763.49 m² (1.476 has) donde se pretende proteger los ejemplares arbóreos que no interfieran con el proyecto y donde se pretende reubicar las plantas que se rescaten del las áreas de desmonte. Estas áreas verdes serán permeables por lo que su mantenimiento permitirá la infiltración del agua pluvial en el 11.8% de la superficie total de este predio.

Por lo tanto y de acuerdo con la perspectiva planteada en los instrumentos de planeación ambiental aplicables en el sitio, en este estudio se demuestra que la remoción de la vegetación en una superficie de 12.5 hectáreas para el desplante de este proyecto, no se afectará la continuidad de los procesos de desarrollo de la vegetación y fauna en la reserva urbana de este sistema ambiental, lo cual se tiene contemplado que podrá suceder en el futuro pero hasta que se obtengan las autorizaciones correspondientes, por lo que se considera que con las medidas de prevención y mitigación propuestas el proyecto no compromete la biodiversidad, no provoca la erosión de los suelos, no provoca el deterioro de la calidad del agua ni la disminución en su captación.

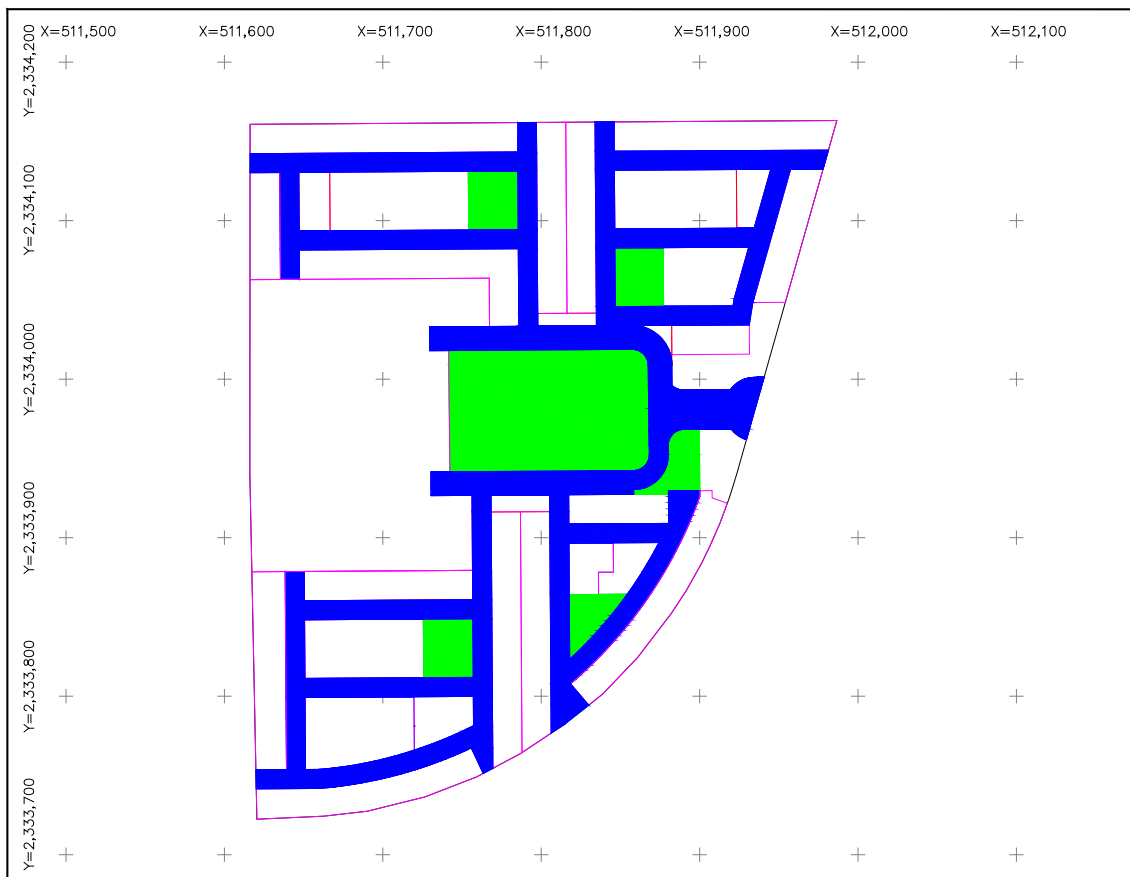


Figura 30. Distribución espacial de las áreas verdes del proyecto Maderos Residencial donde se pretenden reubicar las plantas rescatadas.

IX. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

IX.1. Identificación de Impactos

La 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).

Asimismo, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable establece que la Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo (LGDFS Art. 117).

Este capítulo tiene como objetivo identificar, describir y evaluar los impactos ambientales producto de la implementación del cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto "Maderos Residencial" sobre los servicios ambientales, que le permitan a la autoridad dictaminar el presente Documento Técnico Unificado en materia de impacto ambiental y forestal.

IX. 1. Identificación de Impactos

El impacto ambiental, definido por 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, 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 implementó 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 **factores ambientales y servicios ambientales susceptibles de recibir impactos** por parte de las acciones que componen el proyecto;
- **Identificación de los impactos ambientales** a través de listas de chequeo y matrices de interacción.

IX.1.1. Acciones del proyecto susceptibles de producir 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 pretende llevar a cabo obras y actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto "Maderos Residencial", las acciones del proyecto susceptibles de producir impactos se presentan en el **Cuadro 48**.

Cuadro 48. Acciones del proyecto susceptibles de producir impactos sobre el ambiente durante las actividades de CUSTF.

ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDADES	CODIGO
CUSTF	Trazo y delimitación	1
	Acondicionamiento Vivero Provisional	2
	Rescate de Vegetación	3
	Ahuyentamiento de Fauna	4
	Desmante y Despalme	5
	Clasificación y reutilización de material de desmante	6
	Disposición de residuos vegetales	7
	Nivelación y compactación	8
	Acondicionamiento de las Áreas Verdes	9
	Reforestación y reubicación de plantas nativas	10
	Operación de Maquinaria	11
	Presencia de Trabajadores	12

IX.1.2 Factores Ambientales y Servicios Ambientales susceptibles de recibir impactos

El Ambiente, tal y como lo define la LGEEPA (Art. 3 Fracción I), es el conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados; y el entorno es la parte de ese ambiente que interacciona con el proyecto.

Factor ecológico, se define como los elementos del ambiente susceptibles de actuar directamente sobre los seres vivos, por lo menos durante una etapa de su desarrollo. Para el presente análisis, se consideraron los siguientes factores:

- **Natural:** Los elementos físicos, químicos y biológicos que se presentan en un tiempo y espacio determinado sin la inducción del hombre (LGEEPA, Art. 3 Fracción XV).
- **Medio Conceptual:** El patrimonio paisajístico caracterizado por las unidades singulares de valor especial, que corresponden a atributos estéticos, o rasgos singularmente atractivos.
- **Medio Socio-económico:** Sistema constituido por las estructuras y condiciones sociales, histórico-culturales y económicas en general de las comunidades humanas o población que se localizan en el sitio del proyecto.

Por su parte, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable define a los servicios ambientales como 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 (Art. 7 Fracción XXXVII).

En el **Cuadro 49**, se presentan los factores ambientales del entorno susceptibles de recibir impactos identificados para el proyecto.

Cuadro 49. Factores y servicios ambientales susceptibles de recibir impactos.

FACTORES AMBIENTALES / SERVICIOS AMBIENTALES		CODIGO
MEDIO NATURAL		
Aire	Calidad del Aire	AI
Suelo	Protección y recuperación de suelos	S
Agua	Provisión del agua en calidad y cantidad	AG
Flora	Protección de la biodiversidad	FL
Fauna	Protección de la biodiversidad	FA
	Fragmentación de Hábitats	FH
SERVICIOS AMBIENTALES		
Captura de carbono, contaminantes y componentes naturales		CC
Generación de oxígeno		GO
Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales		FN
Modulación o regulación climática		MRC
MEDIO CONCEPTUAL		
Paisaje (Estética)	Paisaje y Recreación	PC
Naturalidad	Calidad	NC
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO		
Recursos Humanos	Calidad de vida	RHC
	Salud y seguridad	RHS
Economía	Empleo	EM
	Economía Local	EL

IX.1.3 Metodología para la Identificación de Impactos Ambientales

La identificación de los impactos ambientales es el paso más importante en la evaluación de impacto ambiental, y las técnicas de identificación de los impactos significativos conforman la parte medular de la metodología de evaluación.

En la literatura especializada se registran numerosas propuestas, algunas muy simples y otras sumamente estructuradas para la identificación de impactos. La metodología usada para realizar la identificación y evaluación de los impactos ambientales producto de la construcción del presente proyecto, se basó en el documento denominado "Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental" (Espinoza, 2001), y fue a través de las técnicas convencionales de evaluación de impacto ambiental que se citan a continuación:

- **Listas de Chequeo:** Este método consiste en una lista ordenada de factores ambientales que son potencialmente afectados por una acción humana. Las listas de chequeo son exhaustivas. Su principal utilidad es identificar todas las posibles consecuencias ligadas a la acción propuesta, asegurando en una primera etapa de la evaluación de impacto ambiental que ninguna alteración relevante sea omitida.

Las ventajas de las listas de chequeo están dadas por su utilidad para: a) estructurar las etapas iniciales de una evaluación de impacto ambiental, b) ser un instrumento que apoye la definición de los impactos significativos de un proyecto, c) asegurar que ningún factor esencial sea omitido del análisis, y d) comparar fácilmente diversas alternativas de proyecto. La principal desventaja de estas técnicas es que no permite definir o establecer las relaciones causa-efecto entre el proyecto y el medio ambiente y tampoco la identificación y evaluación de efectos sinérgicos.

- **Matrices de interacción:** Las matrices son métodos cualitativos que permiten evaluar las relaciones directas causa-efecto y el grado de interacción que puede existir entre las acciones de un proyecto y los componentes ambientales involucrados en el mismo. Las matrices de interacción son herramientas valiosas para la evaluación de impacto ambiental, ya que permiten no sólo identificar y evaluar los impactos producidos por un proyecto, sino valorar cualitativamente varias alternativas de un mismo proyecto y determinar las necesidades de la información para la evaluación y la organización de la misma. Sin embargo, el uso de éstas técnicas, presenta algunas desventajas que es importante considerar: a) las matrices con muchas interacciones son difíciles de manejar, b) no consideran impactos secundarios o de orden mayor e impactos sinérgicos y acumulativos, c) para la valoración de cada impacto identificado es asignado un mismo peso en términos de los atributos ambientales definidos (p. ej. magnitud e importancia) y d) los valores asignados a los atributos ambientales generalmente son definidos en escalas o valores relativos, por lo que es recomendable sustentarlos con el uso de índices o indicadores ecológicos, económicos, o normas técnicas.

IX.1.3.1 Listas de Chequeo

En la lista de chequeo para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto "Maderos Residencial", se presenta el análisis de los factores ambientales susceptibles de ser impactados (**Cuadro 50**) por las diferentes actividades que componen el proyecto y los tipos de impactos (positivos y negativos) que podrán ser generados por su interacción.

Cuadro 50. Lista de chequeo de los factores ambientales susceptibles de ser impactados por las actividades de CUSTF del proyecto. (p): impacto positivo; (n): impacto negativo.

ACCIÓN	FACTORES AMBIENTALES		IMPACTO	(p)	(n)
1. Trazo y Delimitación	Flora	FL	Eliminación de vegetación por actividades de topografía		(-)
2. Acondicionamiento Vivero Provisional	Recursos Humanos	RH C	Prestaciones de Ley	(+)	
	Empleo	EM	Empleos Temporales	(+)	
3. Rescate de Vegetación	Flora	FL	Rescate de vegetación nativa con importancia ecológica o económica o protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010	(+)	
4. Ahuyentamiento de Fauna	Fauna	FA	Ahuyentamiento de Fauna silvestre o enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010	(+)	
5. Desmonte y Despalme	Aire	AI	Generación de Sólidos Suspendidos		(-)
	Suelo	S	Remoción de la capa fértil (despalme)		(-)
	Agua	AG	Alteración de la infiltración al acuífero		(-)
	Flora	FL	Remoción de la vegetación (desmonte)		(-)
	Captura Carbono	CC	Disminución en la captura de carbono y contaminantes		(-)
	Generación Oxígeno	GO	Disminución en la generación de oxígeno		(-)
	Amortiguamiento Fenomenos	FN	Disminución en el amortiguamiento de los fenómenos naturales		(-)
	Modulación Climática	MR C	Disminución en la modulación o regulación climática		(-)
	Fauna	FA	Perdida de Individuos y Reducción de Hábitat		(-)
		FH	Fragmentación del Hábitat		(-)
Naturalidad	NC	Contemplación de áreas sin vegetación		(-)	
6. Clasificación y reutilización de material de despalme	Suelo	S	Recuperación de suelo	(+)	
7. Disposición de residuos vegetales	Flora	FL	Afectación de vegetación por mala disposición del almacenamiento de residuos vegetales		(-)
8. Nivelación y Compactación	Aire	AI	Generación de Sólidos Suspendidos		(-)
	Suelo	S	Modificación Puntual de la Topografía		(-)
9. Acondicionamiento del Área Verde	Flora	FL	Eliminación selectiva de flora exótica o invasora	(+)	
	Suelo	S	Recuperación de suelo	(+)	

ACCIÓN	FACTORES AMBIENTALES		IMPACTO	(p)	(n)
10. Reforestación y reubicación de plantas nativas	Flora	FL	Recuperación de áreas con vegetación nativa y especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010	(+)	
	Fauna	FA	Recuperación de hábitat para la fauna	(+)	
11. Operación de Maquinaria	Aire	AI	Generación de emisiones atmosféricas		(-)
	Suelo	S	Contaminación por derrames de hidrocarburos		(-)
	Agua Subterránea	AG	Contaminación por filtración de derrames de hidrocarburos		(-)
	Fauna	FA	Ahuyentamiento de fauna por generación de ruidos		(-)
	Naturalidad	NC	Contemplación de Maquinaria		(-)
	Recursos Humanos	RH C	Afectación de la población por incremento en niveles sonoros		(-)
12. Presencia de Trabajadores	Aire	AI	Generación de malos olores por inadecuada disposición de aguas sanitarias		(-)
	Suelo	S	Contaminación del suelo por inadecuada disposición de aguas sanitarias		(-)
	Agua Subterránea	AG	Contaminación del acuífero por filtración de aguas sanitarias		(-)
	Fauna	FA	Proliferación de fauna nociva por inadecuada disposición de residuos sólidos		(-)
	Paisaje	PC	Dispersión de residuos sólidos a predios colindantes		(-)
	Recursos Humanos	RH C	Prestaciones de Ley	(+)	
		RHS	Transmisión de enfermedades y accidentes por fauna nociva		(-)
	Economía	EM	Empleos Temporales	(+)	
		EL	Reactivación local por venta de productos	(+)	
TOTAL DE IMPACTOS AMBIENTALES				12	27

En la lista de chequeo para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto "Maderos Residencial", se puede observar que los impactos negativos están relacionados con las afectaciones al aire, agua, suelo, flora y fauna, servicios ambientales y paisaje del sitio por las actividades de desmonte y despalme en sí, mientras que los impactos positivos están relacionados con la generación de trabajos temporales y reactivación de la economía local por consumo de víveres al interior del predio.

Las actividades que presentaron mayor número de impactos netos corresponden a las relacionadas con el desmonte y despalme (11), presencia de trabajadores (9) y operación de maquinaria (6), los cuales se reflejan principalmente sobre la flora y la fauna (**Fig. 31**).

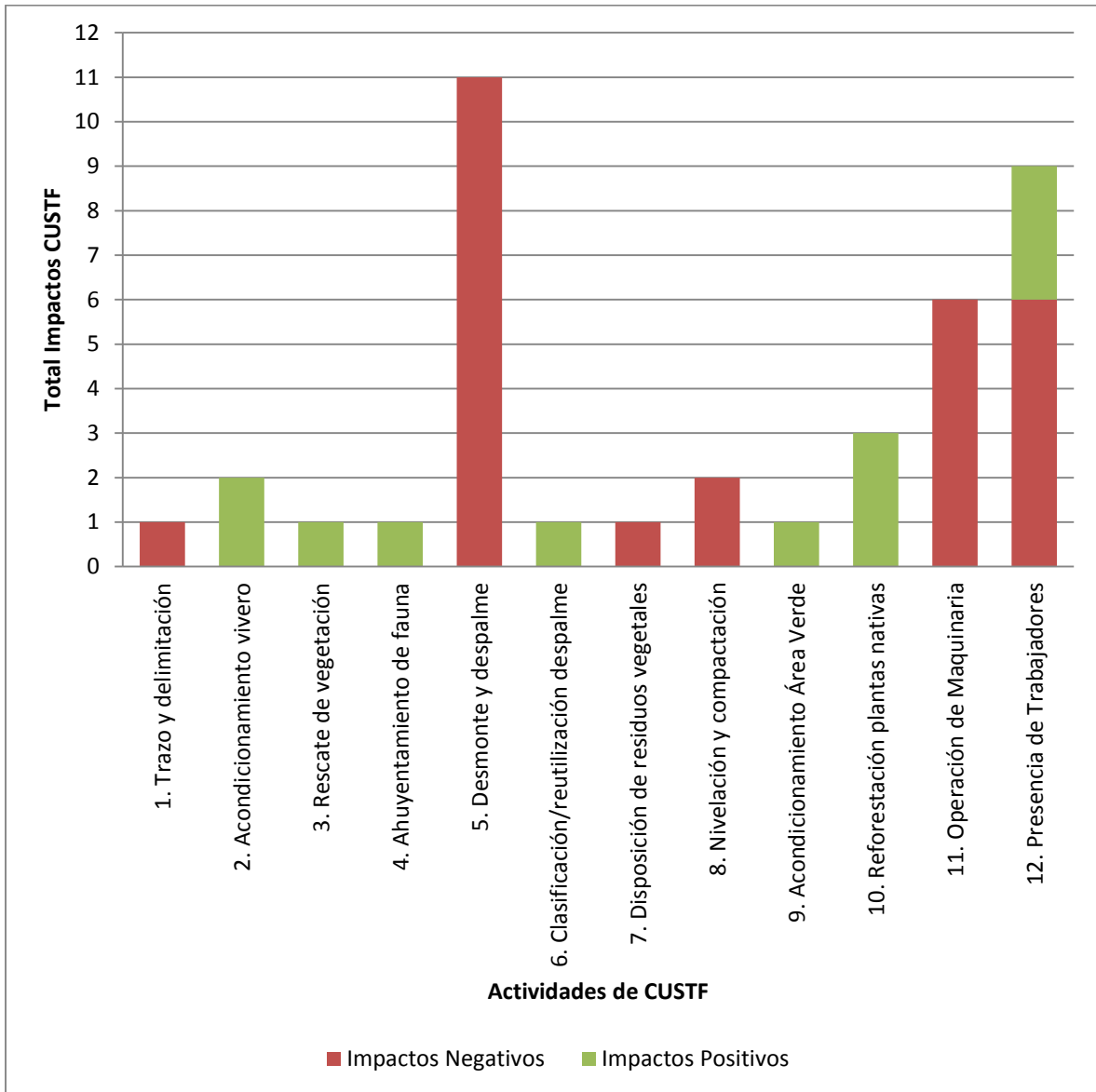


Figura 31. Total de impactos por actividad de CUSTF del proyecto.

IX.1.3.2 Matrices de Interacción

En la matriz de interacción de impactos ambientales (**Cuadro 51**), se identificaron 192 posibles interacciones entre las 12 acciones susceptibles de producir impactos y los 16 factores o servicios ambientales. La operación de maquinaria (11) y la presencia de trabajadores (12), a pesar de no ser actividades propias del cambio de uso de suelo en terrenos forestales del sitio del proyecto, forman parte integral de diversas actividades al requerir personal y maquinaria para poder ser ejecutadas.

En dicha matriz puede observarse que del total de interacciones (192), 27 corresponden a impactos negativos (-), 12 a impactos positivos (+) y 153 no presentan interacción ().

Cuadro 51. Identificación de los impactos ambientales derivados de la implementación del CUSTF del proyecto "Maderos Residencial".

			CODIGO	ACTIVIDADES DE CUSTF												TOTAL DE IMPACTOS NEGATIVOS	TOTAL DE IMPACTOS POSITIVOS	TOTAL DE IMPACTOS POR FACTOR	
				Trazo y delimitación	Acondicionamiento vivero	Rescate de vegetación	Ahuyentamiento de fauna	Desmonte y despalme	Clasificación y reutilización desmonte	Disposición de residuos vegetales	Nivelación y compactación	Acondicionamiento Área Verde	Reforestación plantas nativas	Operación de Maquinaria	Presencia de Trabajadores				
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
Medio Natural	Físico	Aire	Calidad	AI					(-)			(-)		(-)	(-)	4	0	4	
		Suelo	Protección y Recuperación	S					(-)	(+)		(-)		(+)	(-)	(-)	4	2	6
		Agua Subterránea	Provisión en calidad y cantidad	AG					(-)						(-)	(-)	3	0	3
	Biológico	Flora	Protección Biodiversidad	FL	(-)		(+)		(-)		(-)		(+)	(+)			3	3	6
		Fauna	Diversidad y abundancia	FA				(+)	(-)					(+)	(-)	(-)	3	2	5
			Fragmentación de hábitats	FH					(-)							1	0	1	
Servicios Ambientales			Captura de carbono	CC					(-)							1	0	1	
			Generación de oxígeno	GO					(-)								1	0	1
			Amortiguamiento	FN					(-)								1	0	1
			Modulación	MR C					(-)								1	0	1
Medio Conceptual			Paisaje (Estética)	PC											(-)	1	0	1	
			Naturalidad	NC					(-)						(-)		2	0	2
Medio Socio-Económico	Recursos Humanos		Calidad de vida	RH C		(+)								(-)	(+)	1	2	3	
			Salud y seguridad	RH S												(-)	1	0	1
	Economía		Empleo	EM		(+)									(+)	0	2	2	
			Economía local	EL											(+)	0	1	1	
TOTAL DE IMPACTOS NEGATIVOS					1	0	0	0	11	0	1	2	0	6	6	27			
TOTAL DE IMPACTOS POSITIVOS					0	2	1	1	0	1	0	0	1	3	0	3		12	
TOTAL DE IMPACTOS POR ACTIVIDAD					1	2	1	1	11	1	1	2	1	3	6	9			39

Simbología: (-) Impacto Negativo, (+) Impacto Positivo, () Sin interacción, ningún impacto.

IX.2. Caracterización de los impactos.

Una vez identificados los impactos potenciales que pueden producirse por la interacción de las actividades del proyecto sobre los factores ambientales, de acuerdo con la metodología seleccionada, corresponde la predicción de los impactos en función de las relaciones causa-efecto determinadas en la etapa de identificación (**Cuadro 52**).

Cuadro 52. Descripción de los impactos potenciales derivados de la implementación del CUSTF del predio donde se lleva a cabo la construcción del proyecto "Maderos Residencial".

ACTIVIDAD	CODIGO	DESCRIPCIÓN
CALIDAD DEL AIRE		
Desmante y Despalme	AI-5	Durante las actividades de CUSTF (desmante y despalme) de una superficie de 125,000.00 m ² , se afectará temporalmente la calidad del aire por la generación de emisiones atmosféricas (sólidos suspendidos).
Nivelación y Compactación	AI-8	Durante las actividades de CUSTF de una superficie de 125,000.00 m ² , se afectará temporalmente la calidad del aire por la generación de emisiones atmosféricas (sólidos suspendidos) por el movimiento de materiales pétreos (piedra, sascab, etc.).
Operación de Maquinaria	AI-11	Durante las actividades de desmante y despalme de la superficie de CUSTF, se afectará temporalmente la calidad del aire por la generación de emisiones atmosféricas de combustión (ej. humos y gases de combustión por la operación de maquinaria pesada y vehículos que consumen gasolina o diesel para su funcionamiento) y ruido (operación de la maquinaria, equipo y tránsito vehicular). El aumento en los niveles sonoros se reflejarán principalmente sobre la fauna y los trabajadores del proyecto durante los días y horas hábiles, así como, en los habitantes de los desarrollos habitacionales colindantes (Jardines del Sur III).
Presencia de Trabajadores	AI-12	La disposición inadecuada de las aguas residuales sanitarias de los trabajadores de la construcción, derivada de la carencia de baños sanitarios portátiles suficientes y funcionales (buen estado, limpios y con un mantenimiento adecuado) y a la de falta de costumbre de los trabajadores en usarlos, puede afectar temporalmente la calidad del aire por la generación de malos olores.
PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUELOS		
Desmante y Despalme	S-5	La calidad del suelo en las áreas sujetas a CUSTF, sufrirán afectación por la remoción de la vegetación (desmante) y extracción y retiro de la capa fértil superficial (despalme).
Clasificación y Reutilización Desmante	S-6	Una parte del material vegetal residual, como troncos, ramas, arbustos y hojas producto del desmante del predio, será triturado y revuelto con la tierra negra del despalme para generar composta y ser utilizado en las áreas verdes del proyecto.
Nivelación y Compactación	S-8	Se afectará el suelo por excavaciones, relleno, nivelación y compactación, es decir, modificación puntual de la topografía (relieve).
Reforestación Plantas Nativas	S-10	La reforestación con plantas nativas generará que la calidad del suelo de las áreas verdes, se mejoren considerablemente ya que las plantas rescatadas se trasplantarán en aquellos, evitando con ello la destrucción y erosión del suelo.

ACTIVIDAD	CODIGO	DESCRIPCIÓN
Operación de Maquinaria	S-11	Se contempla la contaminación del suelo por residuos peligrosos derivada de posibles fugas de aceites, gasolina, aditivos, lubricantes, etc. Así mismo, por acciones de mantenimiento de la maquinaria y vehículos de transporte, son generados aceites, grasas y estopas que pueden afectar aún más la calidad del suelo.
Presencia de Trabajadores	S-12	Por la presencia de trabajadores en el sitio del proyecto, se generarán residuos sólidos orgánicos e inorgánicos provenientes principalmente del consumo de víveres del personal que labora en el sitio del proyecto los cuales estarán constituidos principalmente de restos de alimentos y su empaque (envolturas de celofán, plástico, cartón, recipientes), y bebidas (envases de cartón, cristal, aluminio, latas). El manejo inadecuado de la basura puede afectar de manera negativa la calidad del suelo por su dispersión. La defecación al aire libre en el área de trabajo y zonas aledañas al sitio del proyecto, se originaría por la carencia de baños sanitarios portátiles suficientes y funcionales (buen estado, limpios y con un mantenimiento adecuado) y a la de falta de costumbre de los trabajadores en usarlos. Dicho personal puede realizar sus necesidades fisiológicas al aire libre, afectando con esta acción a la calidad del suelo.
PROVISIÓN DE AGUA EN CALIDAD Y CANTIDAD		
Desmante y Despalme	AG-5	La remoción de la vegetación inherente al cambio de uso de suelo forestal en una superficie de 125,000.00 m ² , afectará la capacidad de captación de agua en la zona donde se ubica el predio de interés.
Operación de Maquinaria	AG-11	Se contempla la contaminación del suelo, y por filtraciones la contaminación del manto acuífero, derivado de posibles fugas de aceites, gasolina, aditivos, etc., así mismo, por acciones de mantenimiento de la maquinaria y vehículos de transporte, serán generados aceites, grasas y estopas que pueden afectar aún más la calidad del acuífero.
Presencia de Trabajadores	AG-12	La defecación al aire libre en el área de trabajo y zonas aledañas al sitio del proyecto, se originaría por la carencia de baños sanitarios portátiles suficientes y funcionales (buen estado, limpios y con un mantenimiento adecuado) y a la de falta de costumbre de los trabajadores en usarlos. Dicho personal puede realizar sus necesidades fisiológicas al aire libre, afectando con esta acción a la calidad del suelo, y por filtraciones la contaminación del manto acuífero.
FLORA - PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD		
Trazo y Delimitación	FL-1	Los trabajos de topografía y la apertura de brechas, afecta la vegetación presente en las mismas.

ACTIVIDAD	CODIGO	DESCRIPCIÓN																					
Rescate de Vegetación	FL-3	El proyecto "Maderos Residencial", previo a las actividades de CUSTF, implementará el Programa de Rescate y Reubicación de especies de la vegetación forestal, el cual tiene como fundamento legal el Artículo 123 Bis del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal sustentable y el cual incluye 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. Se tiene contemplado el rescate de aproximadamente 6,438 plantas.																					
Desmonte y Despalme	FL-5	En cuanto a los impactos sobre la biodiversidad, esta se verá impactada por la remoción de la vegetación de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo en terrenos forestales en una superficie de 125,000.00 m2. De acuerdo con la información recopilada en este predio, se observaron dos especies, que se reportan como Amenazadas. Las especies citadas con estatus de amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010: son la palma Chit (<i>Thrinax radiata</i>) y el maculis amarillo o X-k'anlol k'aax (<i>Tabebuia chrysantha</i>).																					
Disposición de residuos vegetales	FL-7	La disposición inadecuada de los residuos producto del desmonte de la vegetación, puede afectar la vegetación y biodiversidad de los predios colindantes.																					
Acondicionamiento Área Verde	FL-9	Al término del CUSTF del proyecto Maderos Residencial de interés del presente DTU-A, se destinará como áreas verdes el 11.8% de la superficie total del predio (14,735.40 m ²) las cuales contarán con vegetación nativa.																					
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>USOS Y DESTINOS</th> <th>SUPERFICIE (M2)</th> <th>PORCENTAJE (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Área Verde</td> <td>14,735.40</td> <td>11.8</td> </tr> <tr> <td>Habitacional</td> <td>72,240.93</td> <td>57.8</td> </tr> <tr> <td>Equipamiento</td> <td>3,905.20</td> <td>3.1</td> </tr> <tr> <td>Comercial</td> <td>2,801.76</td> <td>2.2</td> </tr> <tr> <td>Vial</td> <td>31,316.71</td> <td>25.1</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>125,000.00</td> <td>100.0</td> </tr> </tbody> </table>	USOS Y DESTINOS	SUPERFICIE (M2)	PORCENTAJE (%)	Área Verde	14,735.40	11.8	Habitacional	72,240.93	57.8	Equipamiento	3,905.20	3.1	Comercial	2,801.76	2.2	Vial	31,316.71	25.1	TOTAL	125,000.00	100.0
USOS Y DESTINOS	SUPERFICIE (M2)	PORCENTAJE (%)																					
Área Verde	14,735.40	11.8																					
Habitacional	72,240.93	57.8																					
Equipamiento	3,905.20	3.1																					
Comercial	2,801.76	2.2																					
Vial	31,316.71	25.1																					
TOTAL	125,000.00	100.0																					
Reforestación Plantas Nativas	FL-10	La reforestación con plantas nativas pretende prevenir y mitigar los impactos ambientales generados por el desmonte de la vegetación de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo en terrenos forestales, así como, arborizar y ajardinar las áreas verdes del proyecto.																					
CAPTURA DE CARBONO, CONTAMINANTES Y COMPONENTES NATURALES																							
Desmonte y Despalme	CC	Al igual que para la captación de agua, la captura de carbono se habrá de ver afectada y reducida, al remover la vegetación secundaria arbustiva y herbácea derivada de selva mediana subperennifolia presente en el sitio del proyecto, para dar lugar a las unidades habitacionales del proyecto Maderos Residencial.																					
GENERACIÓN DE OXÍGENO																							

ACTIVIDAD	CODIGO	DESCRIPCIÓN
Desmante y Despalme	GO	Este servicio ambiental, al igual que la captura de carbono se habrá de ver reducido por la remoción de la vegetación secundaria arbustiva y herbácea derivada de selva mediana subperennifolia presente en el sitio del proyecto, para dar lugar a las unidades habitacionales del proyecto Maderos Residencial.
AMORTIGUAMIENTO DEL IMPACTO DE LOS FENÓMENOS NATURALES		
Desmante y Despalme	FN	Las zonas cubiertas de vegetación natural contribuyen a la disipación o pérdida de poder de los eventos meteorológicos que son comunes en la temporada de huracanes en el estado de Quintana Roo. La disminución de vegetación secundaria arbustiva y herbácea derivada de una selva mediana subperennifolia afectará el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales en la zona.
MODULACIÓN O REGULACIÓN CLIMÁTICA		
Desmante y Despalme	MRC	Los espacios que cuentan con una cobertura vegetal contribuyen de manera directa a la modulación o regulación climática. La disminución de vegetación secundaria arbustiva y herbácea derivada de una selva mediana subperennifolia afectará el microclima del sitio del proyecto.
FAUNA – PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD		
Ahuyentamiento de Fauna	FA-4	El proyecto, previo a las actividades de cambio de uso de suelo, 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 (<i>Ctenosaura similis</i> y <i>Cardinales cardinales</i>).
Desmante y Despalme	FA-5	El desmante y el despalme en el sitio del proyecto afectarán principalmente el hábitat de la fauna, reduciéndolo para llevar a cabo la implementación del proyecto.
Reforestación Plantas Nativas	FA-10	La reforestación con plantas nativas, recuperará hábitat natural para la fauna presente en el predio. El proyecto, al término del CUSTF del proyecto Maderos Residencial, destinará como áreas verdes el 11.8% de la superficie total del predio (14,735.40 m ²) las cuales contarán con vegetación nativa.
Operación de Maquinaria	FA-11	La operación de la maquinaria en las actividades de trazo, nivelación y compactación, afectarán de manera negativa a la fauna, ya que será ahuyentada a los predios colindantes al proyecto debido a los altos niveles sonoros.
Presencia de Trabajadores	FA-12	Por la mala disposición final de la basura orgánica e inorgánica, se puede generar la proliferación de fauna nociva (ratas) y feral (perros callejeros). Esto no solo representa una peligrosidad de los animales hacia los trabajadores del proyecto y predios colindantes, sino en la posibilidad de transmisión de enfermedades. La fauna nativa puede ser desplazada por la fauna feral, o en su defecto, por consumo de residuos sólidos se puede provocar mortandad.
FAUNA – FRAGMENTACIÓN DE HÁBITATS		
Desmante y Despalme	FH-5	Fenómenos como urbanización, industrialización y crecimiento poblacional han sido los principales responsables por la disminución del número de especies del planeta y sus hábitats. La

ACTIVIDAD	CODIGO	DESCRIPCIÓN
		modificación de un suelo por efectos del aislamiento y fragmentación, dificulta las posibilidades de perpetuar especies tanto dentro del área como en las áreas cercanas, ya que se pierde la dispersión de los individuos por semillas (plantas), afectaciones a la migración de individuos para descanso, anidación o alimentación (animales).
PAISAJE (ESTÉTICA) – PAISAJE Y RECREACIÓN		
Presencia de Trabajadores	PC-12	Por la mala disposición final de la basura orgánica e inorgánica por parte de los trabajadores del proyecto, esta puede ser dispersada por vientos a la vegetación y predios colindantes, con lo que se afectaría el paisaje. Así mismo, se puede presentar defecación al aire libre en la vegetación de los predios colindantes, por la carencia de letrinas.
NATURALIDAD - CALIDAD		
Desmonte y Despalme	NC-5	Las actividades de CUSTF afectan la naturalidad de la zona, al remover la vegetación presente en el sitio.
Operación de Maquinaria	NC-11	Se afectará la naturalidad de la zona debido a la contemplación de maquinaria operando durante las presentes actividades.
RECURSOS HUMANOS – CALIDAD DE VIDA		
Acondicionamiento Vivero	RHC-2	Las actividades de acondicionamiento del vivero generarán empleos temporales para las personas de la localidad, con las correspondientes prestaciones de ley.
Operación de Maquinaria	RHC-11	La operación de la maquinaria y equipo, así como tránsito vehicular, traerá consigo el incremento de los niveles sonoros, afectando la calidad de vida de los trabajadores del proyecto y predios colindantes.
Presencia de Trabajadores	RHC-12	El personal contará con las prestaciones de ley entre los más importantes destaca el servicio de Seguro Social garantizando el bienestar y salud tanto de los trabajadores como de sus respectivas familias. Es importante señalar que se contará además con el equipo indispensable de primeros auxilios para eventuales accidentes laborales. Por otro lado, se cumplirá con las normas referentes a seguridad e higiene durante todas las etapas del proyecto, por lo tanto, los trabajadores contarán con equipo de protección personal (botas, guantes, cubrebocas, orejeras, cascos, etc.) de acuerdo con las actividades que desarrollen.
RECURSOS HUMANOS – SALUD Y SEGURIDAD		
Presencia de Trabajadores	RHS-12	Por la mala disposición final de la basura orgánica e inorgánica, se puede generar la proliferación de fauna nociva (ratas). Así mismo, la generación de fauna feral (ej. perros) no solo representa una peligrosidad de los animales hacia los trabajadores, sino en la posibilidad de transmisión de enfermedades.
ECONOMÍA - EMPLEO		
Acondicionamiento Vivero	EM-2	El proyecto, durante las actividades de cambio de uso de suelo, generará empleos temporales para las personas de la localidad, debido al requerimiento de mano de obra.
Presencia de Trabajadores	EM-12	Se requiere de la elaboración de estudios y trámites para obtener autorizaciones, licencias, permisos y similares que sean requisito para la realización del presente proyecto ante las dependencias gubernamentales correspondientes (federales, estatales y/o municipales), para lo cual se necesita de la contratación de mano

ACTIVIDAD	CODIGO	DESCRIPCIÓN
		de obra calificada para realizar estos estudios y tramites, lo cual generará empleos temporales.
ECONOMÍA – ECONOMÍA LOCAL		
Presencia de Trabajadores	EL-12	En cuanto a la economía local, está se reactiva provocando un beneficio localmente ya que el personal consume productos varios de los comerciales cercanos al proyecto (tiendas, tortillerías, puestos de comida, etc.). También se provoca el suministro de víveres y materiales diversos hacia el área del proyecto.

IX. 3 Valoración de los Impactos

IX.3.1 Valoración Cualitativa de los Impactos

Para la valoración cualitativa de los impactos potenciales identificados en el cuadro anterior, se clasificarán de acuerdo a los criterios establecidos en el siguiente cuadro (Cuadro 53).

Cuadro 53. Criterios de clasificación de los impactos ambientales

CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN	CLASES
Por el carácter (C)	<ul style="list-style-type: none"> • Positivos: son aquellos que significan beneficios ambientales. • Negativos: son aquellos que causan daño o deterioro de componentes o del ambiente global
Por la relación Causa-efecto (C-E)	<ul style="list-style-type: none"> • Primarios: son aquellos efectos que causa la acción y que ocurren generalmente al mismo tiempo y en el mismo lugar de ella, a menudo estos se encuentran asociados a fases de construcción, operación, mantenimiento de una instalación o actividad y generalmente son obvios y cuantificables. • Secundarios; son aquellos cambios indirectos o inducidos en el ambiente. Los impactos secundarios cubren todos los efectos potenciales de los cambios adicionales que pudiesen ocurrir más adelante o en lugares diferentes como resultado de la implementación de una acción.
Por el momento en que se manifiestan (MM)	<ul style="list-style-type: none"> • Latente: aquel que se manifiesta al cabo de cierto tiempo desde el inicio de la actividad que lo provoca. • Inmediato: aquel que en el plazo de tiempo entre el inicio de la acción y el de la manifestación es prácticamente nulo. • Momento crítico: aquel en que tiene lugar el más alto grado de impacto, independiente de su plazo de manifestación
Por la interrelación de acciones y/o alteraciones (I)	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto simple: aquel cuyo impacto se manifiesta sobre un solo componente ambiental o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevas alteraciones, ni en la de su acumulación, ni en la de su sinergia. • Impacto acumulativo: son aquellos resultantes del impacto incrementado de la acción propuesta sobre algún recurso común cuando se añade a acciones pasadas, presentes y razonablemente esperadas en el futuro. • Impactos sinérgicos: son aquellos que se producen cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes, supone una incidencia ambiental por la suma de los impactos individuales. Así mismo

CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN	CLASES
	se incluye en este tipo aquel efecto cuyo modo de acción induce en el tiempo la aparición de otros nuevos.
Por la extensión (E)	<ul style="list-style-type: none"> • Puntual: cuando la acción impactante produce una alteración muy localizada. • Parcial: aquel cuyo impacto supone una incidencia apreciable en el área estudiada. • Extremo: Aquel que se detecta en una gran parte del territorio estudiado. • Total: aquel que se manifiesta en todo el entorno considerado.
Por la persistencia (P)	<ul style="list-style-type: none"> • Temporal: aquel que supone una alteración con un plazo de manifestación determinado y por lo general corto. • Permanente: aquel que supone una alteración por tiempo indefinido.
Por la capacidad de recuperación del ambiente (R)	<ul style="list-style-type: none"> • Irrecuperable: cuando la alteración del medio o pérdida que supone es imposible de reparar. • Irreversible: aquel impacto que supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar, por medios naturales, a la situación anterior a la acción que lo produce. • Reversible: aquel en el que la acción puede ser asimilada por el entorno de forma medible a corto, mediano o largo plazo debido al funcionamiento de los procesos naturales. • Fugaz: aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa prácticas de mitigación.

Fuente: **Jure, J. y S. Rodríguez, 1997.** *Aplicabilidad del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental a los Planos Reguladores Comunes.* Informe para optar al Título de Ingeniero de Ejecución en Ordenación Ambiental, Instituto Profesional INACAP (modificado).

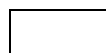
En el **Cuadro 54**, se presenta la evaluación de impactos ambientales potenciales identificados para el presente proyecto, en función de los criterios expuestos en el cuadro anterior.

Cuadro 54. Valoración cualitativa de los impactos ambientales del proyecto.

Código	C	C-E	MM	I	E	P	R
CALIDAD DEL AIRE							
AI-5	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
AI-8	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
AI-11	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
AI-12	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUELOS							
S-5	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Reversible
S-6	Positivo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Permanente	Reversible
S-8	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Reversible
S-10	Positivo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Permanente	Reversible
S-11	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Temporal	Reversible
S-12	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Temporal	Reversible
PROVISIÓN DE AGUA EN CALIDAD Y CANTIDAD							
AG-5	Negativo	Secundario	Latente	Acumulativo	Puntual	Permanente	Reversible
AG-11	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Temporal	Reversible
AG-12	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Temporal	Reversible
FLORA – PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD							
FL-1	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Temporal	Reversible

Código	C	C-E	MM	I	E	P	R
FL-3	Positivo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Reversible
FL-5	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Reversible
FL-7	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Temporal	Reversible
FL-9	Positivo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Reversible
FL-10	Positivo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Reversible
CAPTURA DE CARBONO, CONTAMINANTES Y COMPONENTES NATURALES							
CC-5	Negativo	Secundario	Latente	Acumulativo	Puntual	Permanente	Reversible
GENERACIÓN DE OXÍGENO							
GO-5	Negativo	Secundario	Latente	Acumulativo	Puntual	Permanente	Reversible
AMORTIGUAMIENTO DEL IMPACTO DE LOS FENÓMENOS NATURALES							
FN-5	Negativo	Secundario	Latente	Acumulativo	Puntual	Permanente	Reversible
MODULACIÓN O REGULACIÓN CLIMÁTICA							
MRC-5	Negativo	Secundario	Latente	Acumulativo	Puntual	Permanente	Reversible
FAUNA – PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD							
FA-4	Positivo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Permanente	Reversible
FA-5	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Reversible
FA-10	Positivo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Reversible
FA-11	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
FA-12	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Reversible
FAUNA – FRAGMENTACIÓN DE HÁBITATS							
FH-5	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Reversible
PAISAJE (ESTÉTICA) - CALIDAD							
PC-12	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Reversible
NATURALIDAD - CALIDAD							
NC-5	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Permanente	Reversible
NC-11	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
RECURSOS HUMANOS – CALIDAD DE VIDA							
RHC-2	Positivo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
RHC-11	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
RHC-12	Positivo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
RECURSOS HUMANOS – SALUD Y SEGURIDAD							
RHS-12	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Reversible
ECONOMÍA – EMPLEO							
EM-2	Positivo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
EM-12	Positivo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
ECONOMÍA – ECONOMÍA LOCAL							
EL-12	Positivo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz

NOTA:



Impacto Negativo



Impacto Positivo

IX.3.2 Valoración Cuantitativa de los Impactos

Para la valoración cuantitativa de los impactos ambientales potenciales identificados, se emplearon los criterios y metodología descritos en el **Cuadro 55** para estimar la incidencia del proyecto sobre los distintos factores y atributos ambientales.

Cuadro 55. Criterios para la valoración cuantitativa de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto.

CRITERIO	EVALUACIÓN	DESCRIPCIÓN	VALORES
Carácter (C)	Positivo	Benéfico para el factor o atributo	+1
	Negativo	Perjuicio para el factor o atributo, por debajo de los umbrales de aceptabilidad contenidos en las regulaciones ambientales.	-1
Perturbación (P)	Escasa	Baja Perturbación	1
	Regular	Perturbación Moderada	2
	Importante	Alta Perturbación	3
Importancia (I)	Baja	Baja severidad y/o frecuencia del impacto	1
	Media	Moderada severidad y/o frecuencia del impacto	2
	Alta	Alta severidad y/o frecuencia del impacto	3
Ocurrencia (O)	Poco Probable	Baja probabilidad que los impactos se presenten	1
	Probable	Media probabilidad que los impactos se presenten	2
	Muy Probable	Alta probabilidad que los impactos se presenten.	3
Extensión (E)	Puntual	Se encuentra dentro de las áreas de concesión o propiedad del promotor.	1
	Local	Excede las áreas de concesión o propiedad del promovente y se encuentra dentro de las áreas de administración local (municipio)	2
	Regional	Excede las áreas de administración local	3
Duración (D)	Corta	Durante la etapa de construcción del proyecto	1
	Media	Duradera la operación del proyecto	2
	Permanente	Duradera en toda la vida del proyecto	3
Reversibilidad (R)	Reversible	No requiere ayuda humana para volver a las condiciones iniciales.	1
	Parcial	Si se requiere ayuda humana para volver a las condiciones iniciales.	2
	Irreversible	Se debe generar una nueva condición ambiental.	3

De esta forma se construyó una expresión numérica que es aplicada para cada impacto ambiental y resume la interacción del mismo con cada factor y atributo ambiental potencialmente afectado.

$$\text{Impacto Total} = C * (P + I + O + E + D + R)$$

Con los resultados de la valoración de los impactos según los criterios seleccionados, se califica la seriedad del mismo de acuerdo a la ponderación que se muestra en el Cuadro 56.

Cuadro 56. Ponderación para la valoración de impactos ambientales

Negativo (-)	
Severo - Significativo	$\geq (-) 15$
Moderado	$(-) 15 \geq (-) 9$
Compatible	$\leq (-) 9$
Positivo (+)	
Alto	$\geq (+) 15$
Mediano	$(+) 15 \geq (+) 9$
Bajo	$\leq (+) 9$

Los niveles de ponderación de los impactos negativos se presentan a continuación:

- **Impacto Compatible:** La carencia de impacto o la recuperación inmediata tras el cese de la acción. No se necesitan prácticas mitigadoras.
- **Impacto Moderado:** La recuperación de las condiciones iniciales requiere cierto tiempo. Se precisan prácticas de mitigación simples.
- **Impacto Severo - Significativo:** La magnitud del impacto exige, para la recuperación de las condiciones, la adecuación de prácticas específicas de mitigación. La recuperación necesita un periodo de tiempo dilatado.

Los resultados de ponderación y valoración de los impactos se sintetizan en el **Cuadro 57**.

Cuadro 57. Valoración cuantitativa de los impactos ambientales identificados para el proyecto.

CODIGO	C	P	I	O	E	D	R	VALOR
CALIDAD DEL AIRE								
AI-5	-1	1	1	1	1	1	1	-6
AI-8	-1	1	1	1	1	1	1	-6
AI-11	-1	1	1	1	1	1	1	-6
AI-12	-1	1	1	1	1	1	1	-6
PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUELOS								
S-5	-1	2	2	2	1	2	2	-11
S-6	1	1	1	1	1	2	2	8
S-8	-1	2	2	2	1	2	2	-11
S-10	1	1	3	3	1	2	2	12
S-11	-1	1	1	2	1	1	2	-8
S-12	-1	1	1	2	1	1	2	-8
PROVISIÓN DE AGUA EN CALIDAD Y CANTIDAD								
AG-5	-1	2	2	2	1	2	2	-11
AG-11	-1	1	1	2	1	1	2	-8
AG-12	-1	1	1	2	1	1	2	-8
FLORA – PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD								
FL-1	-1	1	1	2	1	1	1	-7
FL-3	1	1	3	3	1	1	2	11
FL-5	-1	2	2	2	1	2	2	-11
FL-7	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FL-9	1	1	3	3	1	2	2	12
FL-10	1	1	3	3	1	2	2	12
CAPTURA DE CARBONO, CONTAMINANTES Y COMPONENTES NATURALES								
CC-5	-1	2	2	2	1	2	2	-11
GENERACIÓN DE OXÍGENO								
GO-5	-1	2	2	2	1	2	2	-11
AMORTIGUAMIENTO DEL IMPACTO DE LOS FENÓMENOS NATURALES								
FN-5	-1	2	2	2	1	2	2	-11
MODULACIÓN O REGULACIÓN CLIMÁTICA								
MRC-5	-1	2	2	2	1	2	2	-11
FAUNA – PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD								
FA-4	1	1	3	3	1	1	2	11
FA-5	-1	2	2	2	1	2	2	-11
FA-10	1	1	3	3	1	2	2	12
FA-11	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FA-12	-1	1	1	1	1	1	2	-7

CODIGO	C	P	I	O	E	D	R	VALOR
FAUNA – FRAGMENTACIÓN DE HÁBITATS								
FH-5	-1	2	2	2	1	2	2	-11
PAISAJE (ESTÉTICA) - CALIDAD								
PC-12	-1	1	1	1	1	1	2	-7
NATURALIDAD - CALIDAD								
NC-5	-1	2	2	2	1	2	2	-11
NC-11	-1	1	1	1	1	1	1	-6
RECURSOS HUMANOS – CALIDAD DE VIDA								
RHC-2	1	1	1	1	1	1	1	6
RHC-11	-1	1	1	1	1	1	1	-6
RHC-12	1	1	1	1	1	1	1	6
RECURSOS HUMANOS – SALUD Y SEGURIDAD								
RHS-12	-1	1	1	1	1	1	2	-7
ECONOMÍA – EMPLEO								
EM-2	1	1	1	1	1	1	1	6
EM-12	1	1	1	1	1	1	1	6
ECONOMÍA – ECONOMÍA LOCAL								
EL-12	1	1	1	1	1	1	1	6

IX.3.2.1. Valoración Cuantitativa de los Impactos Positivos

Dentro de los 12 impactos que fueron identificados como positivos, mediante la aplicación de los criterios de valoración cuantitativa de los impactos ambientales, se ponderó que 6 son bajos, mientras que 6 son medianos (**Cuadro 58**).

Cuadro 58. Impactos ambientales positivos identificados para el proyecto Maderos Residencial.

Acción	Factor Ambiental		Impacto	Valor
Impactos Bajos				
6. Clasificación y reutilización de material de desmonte	Suelo	S	Recuperación de suelo	8
2. Acondicionamiento Vivero Provisional	Recursos Humanos	RH C	Prestaciones de Ley	6
12. Presencia de Trabajadores	Recursos Humanos	RH C	Prestaciones de Ley	6
2. Acondicionamiento Vivero Provisional	Empleo	EM	Empleos Temporales	6
12. Presencia de Trabajadores	Economía	EM	Empleos Temporales	6
12. Presencia de Trabajadores	Economía	EL	Reactivación local por venta de productos	6
Impactos Moderados				
10. Reforestación y reubicación de plantas nativas	Suelo	S	Recuperación de suelo	12
3. Rescate de Vegetación	Flora	FL	Rescate de vegetación nativa con importancia ecológica o económica o protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010	11
9. Acondicionamiento del Área Verde	Flora	FL	Eliminación selectiva de flora exótica o invasora	12

Acción	Factor Ambiental		Impacto	Valor
10. Reforestación y reubicación de plantas nativas	Flora	FL	Recuperación de áreas con vegetación nativa y especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010	12
4. Ahuyentamiento de Fauna	Fauna	FA	Ahuyentamiento de Fauna silvestre o enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010	11
10. Reforestación y reubicación de plantas nativas	Fauna	FA	Recuperación de hábitat para la fauna	12

Los impactos benéficos bajos se presentan principalmente en el medio socioeconómico y están relacionados con la calidad de vida de los empleados (**RHC-2, RHC-12**), la generación de empleos temporales (**EM-2, EM-12**) y la economía local (**EL-12**), durante el tiempo que duren las actividades de CUSTF del proyecto "Maderos Residencial".

En el proyecto, el personal contará con las prestaciones de ley entre los más importantes destaca el servicio de Seguro Social garantizando el bienestar y salud tanto de los trabajadores como de sus respectivas familias. Es importante señalar que se contará además con el equipo indispensable de primeros auxilios para eventuales accidentes laborales. Por otro lado, se cumplirá con las normas referentes a seguridad e higiene durante todas las etapas del proyecto, por lo tanto, los trabajadores contarán con equipo de protección personal (botas, guantes, cubrebocas, orejeras, cascos, etc.) de acuerdo con las actividades que desarrollen (**RHC-2, RHC-12**).

Asimismo, el proyecto, durante las actividades de cambio de uso de suelo, generará empleos temporales para las personas de la localidad, debido al requerimiento de mano de obra. Se requiere de la elaboración de estudios y trámites para obtener autorizaciones, licencias, permisos y similares que sean requisito para la realización del presente proyecto ante las dependencias gubernamentales correspondientes (federales, estatales y/o municipales), para lo cual se necesita de la contratación de mano de obra calificada para realizar estos estudios y tramites, lo cual generará empleos temporales (**EM-2, EM-12**).

En cuanto a la economía local, está se reactiva provocando un beneficio localmente ya que el personal consume productos varios de los comerciales cercanos al proyecto (tiendas, tortillerías, puestos de comida, etc.). También se provoca el suministro de víveres y materiales diversos hacia el área del proyecto (**EL-12**).

Por su parte, los impactos benéficos moderados están relacionados con la protección y recuperación de los suelos (**S-10**), así como, protección de la biodiversidad en flora (**FL-3, FL-9, FL-10**) y fauna (**FA-4, FA-10**).

Lo anterior se logrará mediante la implementación del Programa de Rescate y Reubicación de especies de la vegetación forestal del proyecto Maderos Residencial, el cual tiene como fundamento legal el Artículo 123 Bis del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal sustentable y el cual incluye 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 (FL-3). La reforestación con plantas nativas pretende prevenir y mitigar los impactos ambientales generados por el desmonte de la vegetación de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo en terrenos forestales (125,000.00 m²), así como, arborizar y ajardinar las áreas verdes del proyecto (14,735.40 m²) (FL-9, FL-10, S-10).

Por su parte, en relación con la fauna, el proyecto, previo a las actividades de cambio de uso de suelo, 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* y *Cardinales cardinales*) (FA-4). La reforestación con plantas nativas, recuperará hábitat natural para la fauna presente en el predio (FA-10).

IX.3.2.2. Valoración Cuantitativa de los Impactos Negativos

Dentro de los 27 impactos que fueron identificados como negativos, mediante la aplicación de los criterios para la valoración cuantitativa de los impactos ambientales, se ponderó que ninguno es severo (significativo), 16 son compatibles, y 11 son moderados (Cuadro 59).

Cuadro 59. Impactos ambientales negativos identificados para el proyecto Maderos Residencial.

Acción	Factor Ambiental		Impacto	Valor
Compatible				
5. Desmonte y Despalme	Aire	AI	Generación de Sólidos Suspendidos	-6
8. Nivelación y Compactación	Aire	AI	Generación de Sólidos Suspendidos	-6
11. Operación de Maquinaria	Aire	AI	Generación de emisiones atmosféricas	-6
12. Presencia de Trabajadores	Aire	AI	Generación de malos olores por inadecuada disposición de aguas sanitarias	-6
11. Operación de Maquinaria	Suelo	S	Contaminación por derrames de hidrocarburos	-8
12. Presencia de Trabajadores	Suelo	S	Contaminación del suelo por inadecuada disposición de aguas sanitarias	-8
11. Operación de Maquinaria	Agua Subterránea	AG	Contaminación por filtración de derrames de hidrocarburos	-8
12. Presencia de Trabajadores	Agua Subterránea	AG	Contaminación del acuífero por filtración de aguas sanitarias	-8
1. Trazo y Delimitación	Flora	FL	Eliminación de vegetación por actividades de topografía	-7
7. Disposición de residuos vegetales	Flora	FL	Afectación de vegetación por mala disposición del almacenamiento de residuos vegetales	-6

Acción	Factor Ambiental		Impacto	Valor
11. Operación de Maquinaria	Fauna	FA	Ahuyentamiento de fauna por generación de ruidos	-6
12. Presencia de Trabajadores	Fauna	FA	Proliferación de fauna nociva por inadecuada disposición de residuos sólidos	-7
12. Presencia de Trabajadores	Paisaje	PC	Dispersión de residuos sólidos a predios colindantes	-7
11. Operación de Maquinaria	Naturalidad	NC	Contemplación de Maquinaria	-6
11. Operación de Maquinaria	Recursos Humanos	RHC	Afectación de la población por incremento en niveles sonoros	-6
12. Presencia de Trabajadores	Recursos Humanos	RHS	Transmisión de enfermedades y accidentes por fauna nociva	-7
Moderado				
5. Desmonte y Despalme	Suelo	S	Remoción de la capa fértil (despalme)	-11
8. Nivelación y Compactación	Suelo	S	Modificación Puntual de la Topografía	-11
5. Desmonte y Despalme	Agua	AG	Alteración de la infiltración al acuífero	-11
5. Desmonte y Despalme	Flora	FL	Remoción de la vegetación (desmonte)	-11
5. Desmonte y Despalme	Captura Carbono	CC	Disminución en la captura de carbono y contaminantes	-11
5. Desmonte y Despalme	Generación Oxígeno	GO	Disminución en la generación de oxígeno	-11
5. Desmonte y Despalme	Amortiguamiento Fenómenos	FN	Disminución en el amortiguamiento de los fenómenos naturales	-11
5. Desmonte y Despalme	Modulación Climática	MRC	Disminución en la modulación o regulación climática	-11
5. Desmonte y Despalme	Fauna	FA	Perdida de Individuos y Reducción de Hábitat	-11
5. Desmonte y Despalme	Fauna	FH	Fragmentación del Hábitat	-11
5. Desmonte y Despalme	Naturalidad	NC	Contemplación de áreas sin vegetación	-11

Por consiguiente, dada la ausencia de impactos ambientales severos (significativos), se puede concluir que el CUSTF del sitio del proyecto, no provocará alteraciones en los ecosistemas o sus recursos naturales o en la salud, que obstaculicen la existencia o desarrollo del hombre o de los demás seres vivos, así como, la continuidad de los procesos naturales, ya que ningún impacto producirá altas perturbaciones, excederá las áreas de la propiedad del proyecto o del sistema ambiental y no generará nuevas condiciones ambientales, entre otras.

Para los impactos ambientales identificados (compatibles y moderados), no se necesitan prácticas mitigadoras (impactos compatibles), o en su defecto, se precisan prácticas de mitigación simples (impactos moderados).

Los impactos ambientales compatibles, están relacionados principalmente con las afectaciones a los factores y servicios ambientales que se presentarán durante la etapa de preparación del sitio del proyecto, es decir, son de duración corta y su recuperación es inmediata tras el cese de las actividades de CUSTF como se puede observar a continuación:

- Afectaciones a la calidad del aire por la generación de emisiones atmosféricas (sólidos suspendidos) durante las actividades de desmonte y despalme (**AI-5**);
- Afectaciones a la calidad del aire por la generación de emisiones atmosféricas (sólidos suspendidos) por el movimiento de materiales pétreos (**AI-8**);
- Afectaciones a la calidad del aire por la generación de emisiones atmosféricas de combustión (**AI-11**);
- Afectaciones a la calidad del aire por la inadecuada disposición de las aguas residuales de los trabajadores de la construcción (**AI-12**);
- Afectaciones a la calidad del suelo (**S-11**) y por filtración del manto acuífero (**AG-11**) por inadecuada disposición y manejo de residuos peligrosos (aceites, gasolinas, aditivos, lubricantes, entre otros);
- Afectaciones a la calidad del suelo (**S-12**) y por filtración del manto acuífero (**AG-12**) por inadecuada disposición de residuos sólidos y aguas residuales;
- Afectaciones a la biodiversidad de flora por trabajos de topografía (**FL-1**);
- Afectaciones a la biodiversidad de flora (**FL-7**) y fauna (**FA-12**) por inadecuada disposición de residuos vegetales y basura orgánica e inorgánica;
- Afectaciones a la biodiversidad de fauna por ahuyentamiento (**FA-11**) y calidad de vida de los trabajadores y habitantes de los predios colindantes por el aumento de los niveles sonoros (**RHC-11**);
- Afectaciones al paisaje (**PC-12**) por la inadecuada disposición de residuos sólidos;
- Afectaciones a la naturalidad del sitio (**NC-11**) por la presencia de maquinaria;
- Afectaciones a los trabajadores y habitantes de predios colindantes por la proliferación de fauna nociva derivada de la mala disposición de residuos sólidos (**RHS-12**).

Por su parte, los impactos ambientales moderados están relacionados con la modificación del entorno, es decir, el CUSTF en una superficie de 125,000.00 m² de vegetación secundaria arbustiva y herbácea de selva mediana subperennifolia para llevar a cabo el desarrollo del proyecto Maderos Residencial, así como, la nivelación y compactación del sitio para llevar a cabo la construcción de las viviendas. Estos impactos se presentarán durante toda la operación del proyecto Maderos Residencial, y se requerirían de ayuda humana para volver a las condiciones iniciales.

La remoción de dicha vegetación y compactación del sitio afectará los siguientes factores y servicios ambientales:

- Protección y Recuperación de los Suelos (**S-5, S-8**);
- Provisión de Agua en calidad y cantidad (**AG-5**);
- Protección de la Biodiversidad de Flora (**FL-5**);
- Protección de la Biodiversidad de Fauna (**FA-5**);

- Captura de Carbono, Contaminantes y Componentes Naturales (**CC-5**);
- Generación de Oxígeno (**GO-5**);
- Amortiguamiento del Impacto de los fenómenos naturales (**FN-5**);
- Modulación o regulación climática (**MRC-5**);
- Fragmentación de Hábitat (**FH-5**);
- Naturalidad (**NC-5**).

La promovente cuenta con medidas de prevención y mitigación para los impactos ambientales compatibles y moderados identificados para el proyecto, las cuales se describen de manera detallada en el **Capítulo X**. Estas medidas se enfocan al desahogo de los preceptos normativos de excepcionalidad que establece el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal sustentable, con lo cual se podrá observar que no se comprometerá la biodiversidad, no se provocará la erosión de los suelos, no habrá disminución en la captación de agua así como no se afectará la calidad de la misma.

El aprovechamiento del predio y la consecuente remoción de la vegetación para dar espacio para los asentamientos humanos, es un escenario que ya se tiene contemplado en el Programa de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Cancún, así como, en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, y cuenta con medidas de prevención y mitigación para evitar los impactos acumulativos en el sitio del proyecto.

X. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES, LA FLORA Y FAUNA SILVESTRE, APLICABLES DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DE DESARROLLO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.

X.1 Descripción de las medidas de prevención y mitigación.

En el presente capítulo, se describen las medidas de prevención y mitigación previstas para los impactos ambientales negativos compatibles y moderados (**Cuadro XXX**) producto del CUSTF del proyecto "Maderos Residencial", sobre los factores y servicios ambientales.

De acuerdo con el Reglamento de la LEGEPA en materia de impacto ambiental, las medidas de prevención se definen como el conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente (Artículo 3 Fracción XIII), mientras que las medidas de mitigación corresponden al conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas (Artículo 3 Fracción XIV).

La descripción de las medidas de prevención y mitigación, se enfocan en el desahogo de los preceptos normativos de excepcionalidad que establece el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable con base en los factores y servicios ambientales (Artículo 7 LGDFS) que se verían afectados por la implementación del CUSTF del proyecto (**Cuadro 60**).

Cuadro 60. Preceptos normativos de excepcionalidad y servicios ambientales utilizados para la descripción de las medidas de prevención y mitigación.

EXCEPCIONALIDADES ARTÍCULO 117 LGDRF	FACTORES AMBIENTALES	SERVICIOS AMBIENTALES ARTÍCULO 7 LGDRF
No se provocará la erosión de los suelos	Aire	Calidad del Aire
	Suelo	Protección y recuperación de suelos
No se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación	Agua Subterránea	Provisión del agua en calidad y cantidad
No se compromete la biodiversidad	Flora	Protección de la biodiversidad
	Fauna	Protección de la biodiversidad
		Fragmentación de Hábitats
-	Servicios Ambientales	Captura de carbono, contaminantes y componentes naturales
-		Generación de oxígeno
-		Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales
-		Modulación o regulación climática
-	Paisaje (Estética)	Paisaje y Recreación
-	Naturalidad	Calidad
-	Recursos Humanos	Calidad de vida
		Salud y seguridad

En los **Cuadros 61 al 65**, se presentan las medidas de prevención y mitigación correspondientes a los impactos sobre los recursos forestales, la flora y fauna silvestre, aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del cambio de uso de suelo, mediante las cuales se asegura que no se provocará la erosión de los suelos (**Cuadro 61**), no se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación (**Cuadro 62**), no se comprometerá la biodiversidad (**Cuadro 63**), no se comprometerán los servicios ambientales (**Cuadro 64**), entre otras medidas socioeconómicas (**Cuadro 65**).

Cuadro 61. Medidas de prevención y mitigación para asegurar la protección y recuperación de los suelos.

CÓDIGO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
CALIDAD DEL AIRE		
AI-5 S-5	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: La superficie desmontada debe permanecer expuesta el menor tiempo posible, para evitar el transporte de polvos por el viento. • Verificación: El CUSTF se ajusta a lo establecido en el presente DTU • Cuantificación: El CUSTF se ajusta a lo establecido en el Programa de Obra (Desmonte y Despalme).
	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Estará prohibida la quema de basura y material orgánico resultante de la limpieza, desyerbe y desmonte. • Verificación: No hay evidencia de quema de basura o material orgánico. • Cuantificación: Número de evidencias de quema de basura o material orgánico registradas.
AI-8	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: 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. • Verificación: Presencia de vehículos de transporte de materiales pétreos con lonas. • Cuantificación: Todos los vehículos de transporte de materiales pétreos deben contar con lonas.
	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Durante las actividades de trazo, relleno y nivelación, se humedecerá el material para reducir el incremento de polvo en el aire y evitar afectaciones a la vegetación aledaña y erosión del suelo. • Verificación: Presencia de plataformas de trabajo húmedas. • Cuantificación: Las áreas niveladas y compactadas se encuentran húmedas.
AI-11	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Las emisiones de los vehículos automotores y maquinaria estarán siendo vertidas directamente a la atmósfera, por lo que se utilizarán 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. Los gases resultantes serán dispersados en la atmósfera por la acción de los vientos dominantes. • Verificación: No hay evidencia de emisiones de gases por parte de la maquinaria.


CÓDIGO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
		<ul style="list-style-type: none"> • Cuantificación: Maquinaria y vehículos en buen estado de operación con registros de mantenimiento preventivo (Bitácora de Mantenimiento Preventivo de la Maquinaria).
PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE LOS SUELOS		
FL-7	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: El 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 y se utilizará en las áreas verdes del proyecto. • Verificación: Evidencia de material vegetal triturado en el sitio del proyecto. • Cuantificación: Volumen de material triturado distribuido en las áreas verdes (Bitácoras de trituración de material vegetal y evidencias de su distribución en las áreas verdes).
S-8	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: 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 son extraídos, por lo cual tales materias primas serán adquiridas de fuentes que cuenten con los permisos de explotación correspondientes. • Verificación: Comprobantes de la adquisición de material pétreo en sitios autorizados. • Cuantificación: Volumen de material pétreo.
S-11	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Para prevenir la contaminación del suelo, se establecerán sistemas de control de derrames de combustibles y lubricantes de la maquinaria pesada, y no se realizan reparaciones mayores en el área del proyecto. En el sitio donde se almacena combustible (aunque sea en mínimas cantidades), estará impermeabilizado y contará con los señalamientos respectivos. • Verificación: Área acondicionada para el almacenamiento de combustibles. • Cuantificación: Superficie impermeable y presencia de residuos en contenedores. Los aceites, grasas y estopas una vez utilizados, serán depositados en recipientes especiales para ser entregados a personal autorizado para su reciclamiento o disposición final (Bitácora de Manejo de Residuos).
S-12	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Para evitar el impacto generado por la basura orgánica e inorgánica, durante la etapa de CUSTF 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. • Verificación: Presencia de contenedores de basura. • Cuantificación: Volumen de residuos trasladados a sitios de disposición final autorizados (Bitácora de Manejo de Residuos Sólidos).

Cuadro 62. Medidas de prevención y mitigación para evitar el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.

CÓDIGO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN																								
DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA O DISMINUCIÓN EN SU CAPTACIÓN																										
AG-5	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Al término del CUSTF del proyecto Maderos Residencial de interés del presente DTU-A, destinará como área permeable el 40.6% de la superficie total del sitio del proyecto, en apego a lo establecido en el Artículo 132 de la LEEPAQROO, la cual estará distribuida en las áreas habitacionales, lotes comerciales, áreas de equipamiento, áreas verdes y la vialidad. <p>Superficies y porcentajes de áreas permeables propuestos por el proyecto.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">USOS Y DESTINOS</th> <th style="text-align: center;">SUPERFICIE (M2)</th> <th style="text-align: center;">PORCENTAJE (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AREA VERDE</td> <td style="text-align: right;">14,735.40</td> <td style="text-align: right;">11.8</td> </tr> <tr> <td>HABITACIONAL</td> <td style="text-align: right;">33,320.62</td> <td style="text-align: right;">26.7</td> </tr> <tr> <td>EQUIPAMIENTO</td> <td style="text-align: right;">754.22</td> <td style="text-align: right;">0.6</td> </tr> <tr> <td>COMERCIAL</td> <td style="text-align: right;">565.68</td> <td style="text-align: right;">0.5</td> </tr> <tr> <td>VIAL</td> <td style="text-align: right;">1,342.79</td> <td style="text-align: right;">1.1</td> </tr> <tr> <td>TOTAL PERMEABLE</td> <td style="text-align: right;">50,718.71</td> <td style="text-align: right;">40.6</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td style="text-align: right;">125,000.00</td> <td style="text-align: right;">100</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> • Verificación: Presencia de las áreas permeables correspondientes. • Cuantificación: Presencia del 40.6% de áreas permeables. 	USOS Y DESTINOS	SUPERFICIE (M2)	PORCENTAJE (%)	AREA VERDE	14,735.40	11.8	HABITACIONAL	33,320.62	26.7	EQUIPAMIENTO	754.22	0.6	COMERCIAL	565.68	0.5	VIAL	1,342.79	1.1	TOTAL PERMEABLE	50,718.71	40.6	TOTAL	125,000.00	100
USOS Y DESTINOS	SUPERFICIE (M2)	PORCENTAJE (%)																								
AREA VERDE	14,735.40	11.8																								
HABITACIONAL	33,320.62	26.7																								
EQUIPAMIENTO	754.22	0.6																								
COMERCIAL	565.68	0.5																								
VIAL	1,342.79	1.1																								
TOTAL PERMEABLE	50,718.71	40.6																								
TOTAL	125,000.00	100																								
AG-11	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Para prevenir la contaminación del acuífero, se establecerán sistemas de control de derrames de combustibles y lubricantes de la maquinaria pesada, y no se realizan reparaciones mayores en el área del proyecto. En el sitio donde se almacena combustible (aunque sea en mínimas cantidades), estará impermeabilizado y contará con los señalamientos respectivos. • Verificación: Área impermeable en el área de almacenamiento de combustibles y manifiestos de entrega de residuos peligrosos. • Cuantificación: Los aceites, grasas y estopas una vez utilizados, serán depositados en recipientes especiales para ser entregados a personal autorizado para su reciclamiento o disposición final (Bitácora de Manejo de Residuos). 																								
AG-12	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Para evitar el impacto generado por la basura orgánica e inorgánica y la consecuente contaminación del acuífero, durante la etapa de CUSTF 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. • Verificación: Presencia de contenedores de basura. 																								

CÓDIGO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
		<ul style="list-style-type: none"> • Cuantificación: Volumen de residuos trasladados a sitios de disposición final autorizados (Bitácora de Manejo de Residuos Sólidos).

Cuadro 63. Medidas de prevención y mitigación para no comprometer la biodiversidad.

CÓDIGO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
FLORA Y FRAGMENTACIÓN DE HABITATS		
FL-1 FL-5 FH-5	PrevenCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: El proyecto "Maderos Residencial", previo a las actividades de CUSTF, implementará el Programa de Rescate y Reubicación de especies de la vegetación forestal del proyecto Maderos Residencial, el cual tiene como fundamento legal el Artículo 123 Bis del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal sustentable y el cual incluye 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. • Verificación: Rescate de 6,438 plantas. • Cuantificación: Supervivencia de al menos un 80% de las especies rescatadas (Bitácora de rescate de vegetación).
	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: El proyecto, al término del CUSTF del proyecto Maderos Residencial de interés del presente DTU-A, destinará como áreas verdes el 11.8% de la superficie total del predio (14,735.40 m²) las cuales contarán con vegetación nativa. <div style="text-align: center;">  <p>El mapa muestra un plano georreferenciado con coordenadas X e Y. El eje X va de 511,500 a 512,100 y el eje Y de 2,332,700 a 2,334,200. Se visualizan áreas coloreadas: magenta (Área Hábitat Acción), verde (Área Verde), amarillo (Área Comercial), rojo (Área de Equitación y Amenio) y azul (Área Vía). Incluye una leyenda, una brújula, un croquis de localización y un cuadro de datos del proyecto.</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> • Verificación: Presencia de las áreas verdes correspondientes. • Cuantificación: Presencia de 14,735.40 m² de áreas verdes.
FAUNA		
FA-5	PrevenCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: 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

CÓDIGO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
		<p>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 (<i>Ctenosaura similis</i> y <i>Cardinales cardinales</i>).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificación: Evidencia de la implementación de las actividades descritas en el Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna (Registro Fotográfico) • Cuantificación: Bitácora de Ahuyentamiento y/o Rescate de Fauna
FA-11	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: En relación con la fauna presente en el predio, los desmontes se realizarán por etapas y en un solo frente de trabajo, para promover que la mayor parte de la fauna se desplace libremente hacia los sitios donde no existan afectaciones. • Verificación: Desmontes en un solo frente de trabajo una vez implementado el Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna. • Cuantificación: Avance de obra en un solo frente de trabajo.
FA-12	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: 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. Los contenedores serán vaciados periódicamente, trasladando los desechos, en camiones recolectores autorizados. • Verificación: Pláticas de educación ambiental. • Cuantificación: Lista de asistencia a las pláticas de educación ambiental.

Cuadro 64. Medidas de prevención y mitigación para no comprometer los servicios ambientales.

CÓDIGO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
CAPTURA DE CARBONO, GENERACIÓN DE OXÍGENO, AMORTIGUAMIENTO FENÓMENOS NATURALES y REGULACIÓN CLIMÁTICA		
CC-5 GO-5 FN-5 MCR-5	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: El proyecto, al término del CUSTF del Proyecto Maderos Residencial de interés del presente DTU-A, destinará como áreas verdes el 11.8% de la superficie total del predio (14,735.40 m²) las cuales contarán con vegetación nativa, por lo que se seguirán prestando los servicios ambientales de captura de carbono, generación de oxígeno, amortiguamiento de fenómenos naturales y regulación climática. Aunado a lo anterior, el sitio del proyecto se localiza en la RHP-103 denominada Contoy, con una superficie total de 2,785.2 km². El CUSTF del sitio del proyecto, representa el 0.004% de la superficie total de la RHP, por lo que se considera que la disminución en la prestación del servicio es mínima, además de que se cuenta con medidas de mitigación. • Verificación: Presencia de las áreas verdes correspondientes. • Cuantificación: Presencia de 14,735.40 m² de áreas verdes.
PAISAJE		
AI-12 PC-12	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Se contará con sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores. Además se hará del conocimiento de los

CÓDIGO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
		<p>empleados de la obra para evitar prácticas inadecuadas de micción y defecación a ras del suelo.</p> <p>Para evitar el impacto generado por la basura orgánica e inorgánica, durante el CUSTF se contará con 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.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificación: Presencia de contenedores de basura y sanitarios portátiles <p>Cuantificación: Volumen de residuos trasladados a sitios de disposición final autorizados y comprobantes del retiro de las aguas residuales por parte de un prestador de servicios autorizado (Bitácora de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos).</p>
NATURALIDAD - CALIDAD		
NC-5 NC-11	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: La superficie desmontada debe permanecer expuesta el menor tiempo posible, para evitar el transporte de polvos por el viento. • Verificación: El CUSTF se ajusta a lo establecido en el presente DTU • Cuantificación: El CUSTF se ajusta a lo establecido en el Programa de Obra (Desmonte y Despalme).

Cuadro 65. Medidas de prevención y mitigación relacionadas con aspectos socioeconómicos.

CÓDIGO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
RECURSOS HUMANOS – CALIDAD DE VIDA		
RHC-11	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: La maquinaria empleada durante el desarrollo del proyecto contará con sistemas de reducción de ruido (mofles y/o silenciadores) y se ajustará al horario permitido. • Verificación: No hay evidencia de ruidos fuera del horario permitido (8:00 am – 5:00 pm). • Cuantificación: Mantenimiento preventivo maquinaria y vehículos en buen estado de operación (Bitácora de Mantenimiento Preventivo de la Maquinaria).
RECURSOS HUMANOS – SALUD Y SEGURIDAD		
RHS-12	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Se contará con sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores. Además se hará del conocimiento de los empleados de la obra para evitar prácticas inadecuadas de micción y defecación a ras del suelo. <p>Para evitar el impacto generado por la basura orgánica e inorgánica, durante el CUSTF se contará con 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.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificación: Presencia de contenedores de basura y sanitarios portátiles <p>Cuantificación: Volumen de residuos trasladados a sitios de disposición final autorizados y comprobantes del retiro de las aguas residuales por parte de un prestador de servicios autorizado (Bitácora de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos).</p>

X.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 (Artículo 3 Fracción X).

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 X.1**, fueron aplicadas de manera eficaz.

Los resultados de ponderación y valoración de los impactos ambientales residuales se sintetizan en el **Cuadro 66**.

Cuadro 66. Valoración cuantitativa de los impactos ambientales residuales para el proyecto una vez implementadas las medidas de prevención y mitigación planteadas.

CODIGO	C	P	I	O	E	D	R	VALOR
CALIDAD DEL AIRE								
AI-5	-1	1	1	1	1	1	1	-6
AI-8	-1	1	1	1	1	1	1	-6
AI-11	-1	1	1	1	1	1	1	-6
AI-12	-1	1	1	1	1	1	1	-6
PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUELOS								
S-5	-1	1	1	1	1	2	2	-8
S-8	-1	1	1	1	1	2	2	-8
S-11	-1	1	1	1	1	1	1	-6
S-12	-1	1	1	1	1	1	1	-6
PROVISIÓN DE AGUA EN CALIDAD Y CANTIDAD								
AG-5	-1	1	1	1	1	2	2	-8
AG-11	-1	1	1	1	1	1	1	-6
AG-12	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FLORA – PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD								
FL-1	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FL-5	-1	1	1	1	1	2	2	-8
FL-7	-1	1	1	1	1	1	1	-6
CAPTURA DE CARBONO, CONTAMINANTES Y COMPONENTES NATURALES								
CC-5	-1	1	1	1	1	2	2	-8
GENERACIÓN DE OXÍGENO								
GO-5	-1	1	1	1	1	2	2	-8
AMORTIGUAMIENTO DEL IMPACTO DE LOS FENÓMENOS NATURALES								
FN-5	-1	1	1	1	1	2	2	-8
MODULACIÓN O REGULACIÓN CLIMÁTICA								
MRC-5	-1	1	1	1	1	2	2	-8
FAUNA – PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD								
FA-5	-1	1	1	1	1	2	2	-8
FA-11	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FA-12	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FAUNA – FRAGMENTACIÓN DE HÁBITATS								
FH-5	-1	1	1	1	1	2	2	-8
PAISAJE (ESTÉTICA) - CALIDAD								
PC-12	-1	1	1	1	1	1	1	-6
NATURALIDAD - CALIDAD								

CODIGO	C	P	I	O	E	D	R	VALOR
NC-5	-1	1	1	1	1	2	2	-8
NC-11	-1	1	1	1	1	1	1	-6
RECURSOS HUMANOS – CALIDAD DE VIDA								
RHC-11	-1	1	1	1	1	1	1	-6
RECURSOS HUMANOS – SALUD Y SEGURIDAD								
RHS-12	-1	1	1	1	1	1	1	-6

De acuerdo con el cuadro previamente citado, se concluye que una vez implementadas las medidas de mitigación planteadas por el proyecto, todos los impactos ambientales se consideran compatibles. Las afectaciones relacionadas con las actividades de Desmonte y Despalse, presentan los valores más altos (-8) dado que se presentarán a lo largo de la vida útil del proyecto y se requeriría ayuda humana para volver a las condiciones iniciales.

A partir de la evaluación realizada para los impactos ambientales que serán generados por el CUSTF, se puede concluir categóricamente que el cambio de uso del suelo no producirá impactos ambientales severos o significativos, es decir, no provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, ni obstaculizará la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

De este modo, y en términos de la LGDFS (Artículo 7 y 117), el CUSTF del proyecto Maderos Residencial se puede considerar como viable dado que:

- **No se compromete la biodiversidad:** El sistema ambiental identificado para el proyecto en donde se inserta el desarrollo habitacional Maderos Residencial cuenta con una superficie de 1,053.88 hectáreas, y el CUSTF de interés del proyecto únicamente afectará de manera puntual el 1.19% de la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, con lo que se asegura que no se compromete la biodiversidad.

Se advierte que no se afectan ni se interfiere en procesos biológicos de especies de difícil regeneración, es decir, aquellas que son vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

El CUSTF del proyecto Maderos Residencial, no representa riesgos a poblaciones de especies protegidas, puesto que se llevará a cabo el rescate de un porcentaje de la población de las especies de flora que fueron registradas en el predio, las cuales serán reubicadas en las áreas verdes, con especial énfasis a las especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 las cuales corresponden a la palma Chit (*Thrinax radiata*) y el maculis amarillo o X-k'anlol k'aax (*Tabebuia chrysantha*).

Por su parte, se implementará un Programa de Rescate o Ahuyentamiento de Fauna Silvestre, el cual permite establecer los pasos fundamentales a seguir para realizar el rescate ecológico de la fauna, cuyo objetivo es contribuir a minimizar los posibles impactos ambientales negativos hacia la fauna de vertebrados del predio donde se desarrollará el proyecto. De acuerdo con la

caracterización de fauna, en el predio se registra la presencia de dos especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 las cuales corresponden a la iguana (*Ctenosaura similis*) y el cardenal (*Cardinales cardinales*).

- **No se provoca la erosión de los suelos:** El 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 y se utilizará en las áreas verdes del proyecto, las cuales representan el 11.8% de la superficie total del predio.
- **No se provoca el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación:** Al término del CUSTF del proyecto Maderos Residencial de interés del presente DTU-A, destinará como área permeable el 40.6% de la superficie total del sitio del proyecto, en apego a lo establecido en el Artículo 132 de la LEEPAQROO, la cual estará distribuida en las áreas habitacionales, lotes comerciales, áreas de equipamiento, áreas verdes y la vialidad, asimismo, se contarán con medidas de prevención y mitigación para evitar la contaminación del suelo y por filtración del acuífero.
- **No se ponen en riesgo los servicios ambientales por el CUSTF propuesto:** No se determinó la posibilidad de que ocurra inminente daño ambiental a consecuencia del presente proyecto; y no se esperan daños graves al ecosistema o servicios ambientales, esto en virtud de que el sitio del proyecto se encuentra en la zona de crecimiento de la ciudad de Cancún, donde se presentan diferentes proyectos similares al planteado en el presente documento y que actualmente se encuentran en operación.

El proyecto, al término del CUSTF del Proyecto Maderos Residencial de interés del presente DTU-A, destinará como áreas verdes el 11.8% de la superficie total del predio (14,735.40 m²) las cuales contarán con vegetación nativa, por lo que se seguirán prestando los servicios ambientales de captura de carbono, generación de oxígeno, amortiguamiento de fenómenos naturales y regulación climática.

Aunado a lo anterior, el sitio del proyecto se localiza en la RHP-103 denominada Contoy, con una superficie total de 2,785.2 km². El CUSTF del sitio del proyecto, representa el 0.004% de la superficie total de la RHP, por lo que se considera que la disminución en la prestación del servicio es mínima, además de que se cuenta con medidas de mitigación.

Aunado a lo anterior, es importante mencionar que el proyecto no se considera causal de desequilibrio ecológico, ya que no se prevé que genere alguna alteración significativa de las condiciones ambientales, que deriven en impactos residuales, que en su caso ocasionen la destrucción aislamiento de los ecosistemas.

Finalmente, por la dimensión de la obra y por el alcance de los impactos asociados, no se anticipa la pérdida del valor ambiental para la zona, y no obstaculizará la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, ni de la continuidad de los procesos naturales.

X.3 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

En la **Figura 32**, se representan las condiciones ambientales que en la actualidad existen en el sistema ambiental en donde se inserta el proyecto (Carta de uso de suelo y vegetación .Serie V. INEGI). Dentro de este sistema ambiental se distribuyen extensas zonas donde predomina la vegetación secundaria arbustiva derivada de una selva mediana subperennifolia (VSa/SMQ) (67.67% de la superficie del sistema ambiental), así como, áreas sin vegetación aparente como son zonas urbanas y asentamientos humanos, caminos y carreteras, bancos de materiales pétreos, entre otras áreas desmontadas de menor extensión.

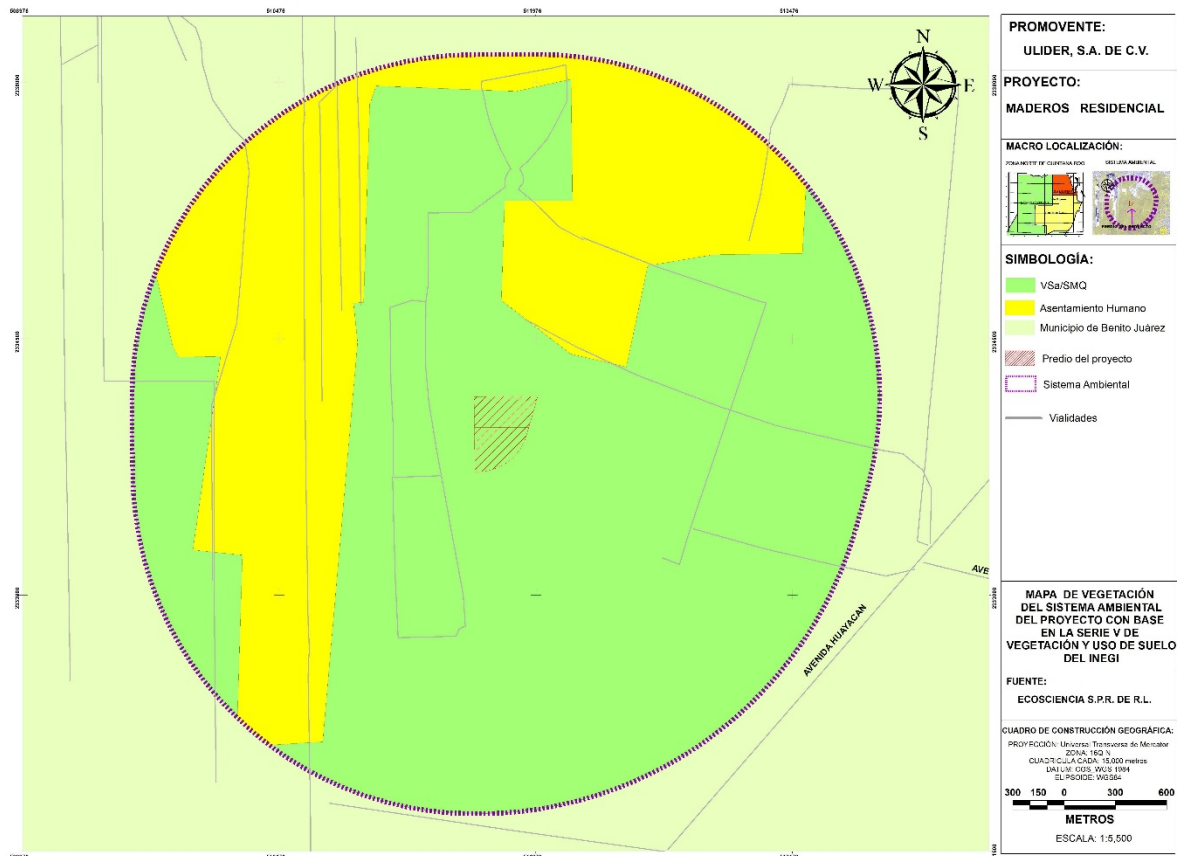


Figura 32. Tipo de vegetación y uso de suelo en el sistema ambiental del proyecto Maderos Residencial.

En términos generales, se puede concluir que las condiciones ambientales predominantes en este sistema ambiental, corresponden con las características de las zonas periféricas a las áreas urbanas, donde por el patrón de crecimiento de la mancha urbana se dejan parches de vegetación secundaria arbustiva derivada de una selva mediana subperennifolia dentro de áreas que ya se encuentran ocupadas, desmontadas o en proceso de construcción. Por lo tanto, en el área de influencia directa de este proyecto predomina la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia, los asentamientos humanos y una gran cantidad de brechas y caminos que conforman un ecosistema previamente fragmentado y en continua

modificación, ya que considerando al PDU de la Ciudad de Cancún 2014-2030, es en esta zona donde se encuentra la reserva sur para el crecimiento de la zona urbana de la ciudad de Cancún.

Al interior del predio, las características fisonómicas de la vegetación identificada corresponden con una vegetación secundaria arbustiva derivada de una selva mediana subperennifolia (VSa/SMQ) (**Fig. 33**), en la cual predominan los arboles jóvenes de talla chica, mezclándose con algunos ejemplares de árboles maduros. Esta comunidad ha sido afectada por el paso de fenómenos hidrometeorológicos y actividades antropogénicas recurrentes, por lo que en el predio se aprecian evidencias de dichas afectaciones.

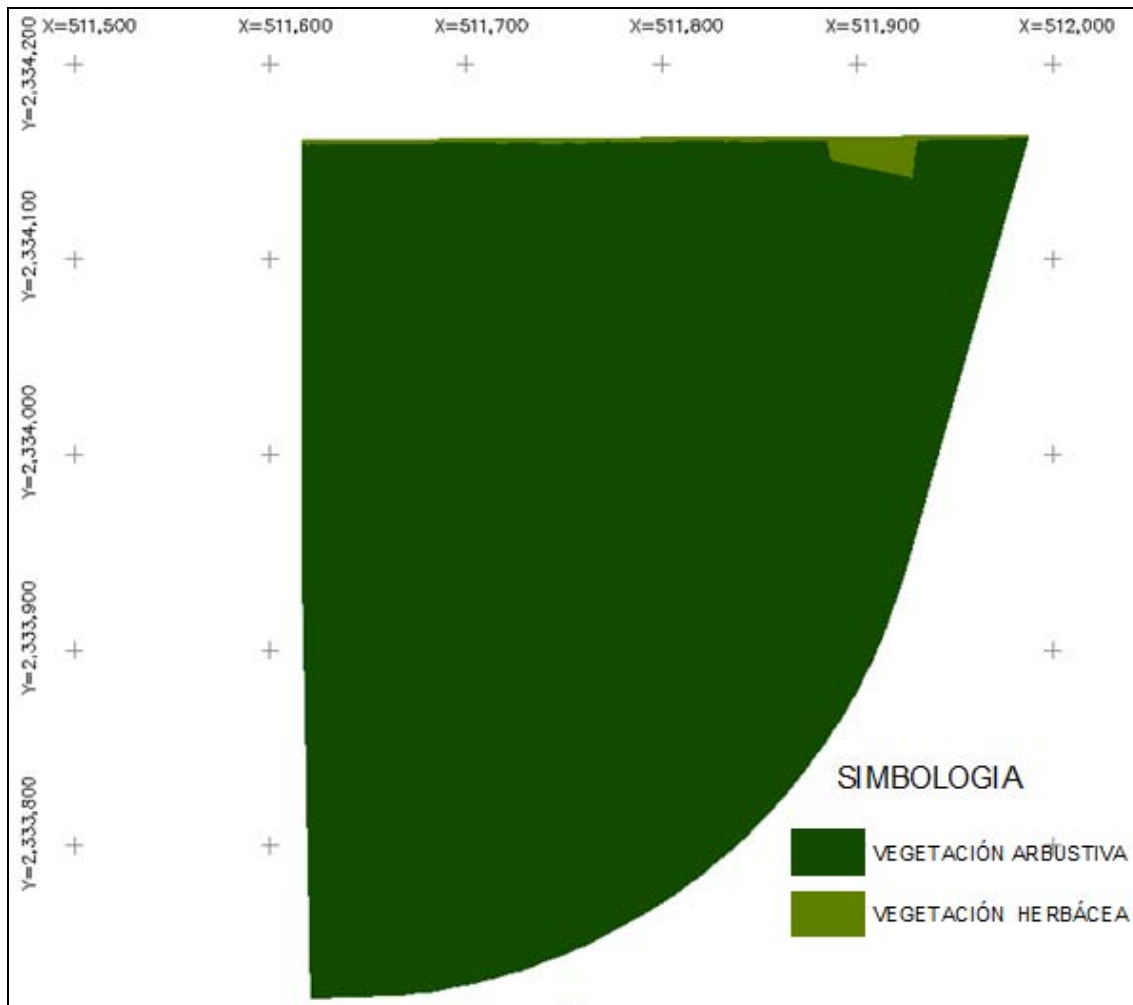


Figura 33. Distribución espacial de las condiciones de la vegetación secundaria arbustiva y herbácea de selva mediana subperennifolia en el predio del proyecto.

La comunidad que integra la cobertura vegetal del predio, presenta una composición florística en etapas iniciales de regeneración, en donde el arbolado adulto joven es predominante, aunque existen algunos árboles maduros dispersos, por lo que el dosel no se torna completamente cerrado entremezclado con la vegetación arbustiva y

herbácea, existiendo grandes claros para la entrada de luz, que es necesaria para el adecuado desarrollo de las plántulas durante el proceso de regeneración natural de la vegetación. En el sotobosque de esta comunidad son comunes las plántulas y juveniles de las especies arbóreas, palmas, trepadoras y algunas gramíneas.

Debido a las condiciones de la vegetación del predio, la cual presenta evidencias notorias de actividades antropogénicas y secuelas de eventos hidrometeorológicos recurrentes, la mayoría de las especies de fauna que se registraron en el predio toleran o se ven favorecidas por el desarrollo de actividades humanas.

En cuanto a la fauna, el escaso número de especies registradas en este estudio encuentra su explicación en tres aspectos fundamentales: el estado de deterioro de la vegetación originado por las perturbaciones meteorológicas y antropogénicas, por la presencia humana debido a que la zona de estudio se encuentra muy próxima a sitios habitados y por los ruidos continuos que se generan en las obras en construcción colindantes.

De acuerdo con la información recopilada en este predio, se observaron dos especies, que se reportan como Amenazadas. Las especies citadas con estatus de amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010: son la palma Chit (*Thrinax radiata*) y el maculis amarillo o X-k'anlol k'aax (*Tabebuia chrysantha*). Asimismo, en el predio habita la Iguana gris (*Ctenosaura similis*) que cuenta con el estatus de especies amenazada y el cardenal (*Cardinales cardinales*) con la categoría de sujeta a protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De no llevarse a cabo la implementación del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la calidad ambiental de la vegetación del predio en general, se verá en constante detrimento ya que se encuentra colindante a las áreas habitacionales y por lo antes mencionado se puede dar la presencia de quemas, tiraderos clandestinos, defecación al ras del suelo, asentamientos irregulares, extracción de flora y fauna entre otros.

X.4 Descripción y análisis del escenario con proyecto

Por su naturaleza, el proyecto "Maderos Residencial" se encuentra clasificado como un Desarrollo Habitacional Urbano y pretende llevar a cabo la construcción de 750 unidades habitacionales sobre una superficie total de 125,000.00 m², con una densidad habitacional de 60 viv/ha. El desarrollo habitacional contará con usos de suelo comercial, equipamiento, vialidades y áreas verdes (**Cuadro 67**), con la distribución que se muestra en la **Figura 34**, y se contará con todos los servicios de energía eléctrica, agua potable y drenaje sanitario.

Cuadro 67. Cuadro de superficies propuestas por el proyecto "Maderos Residencial".

USOS Y DESTINOS	SUPERFICIE (M2)	SUPERFICIE (HAS)	PORCENTAJE (%)
AREA VERDE	14,735.40	1.474	11.8
HABITACIONAL	72,240.93	7.224	57.8
EQUIPAMIENTO	3,905.20	0.391	3.1
COMERCIAL	2,801.76	0.280	2.2
VIAL	31,316.71	3.132	25.1
TOTAL	125,000.00	12.500	100.0
VIVIENDAS	750		60 VIV/HA

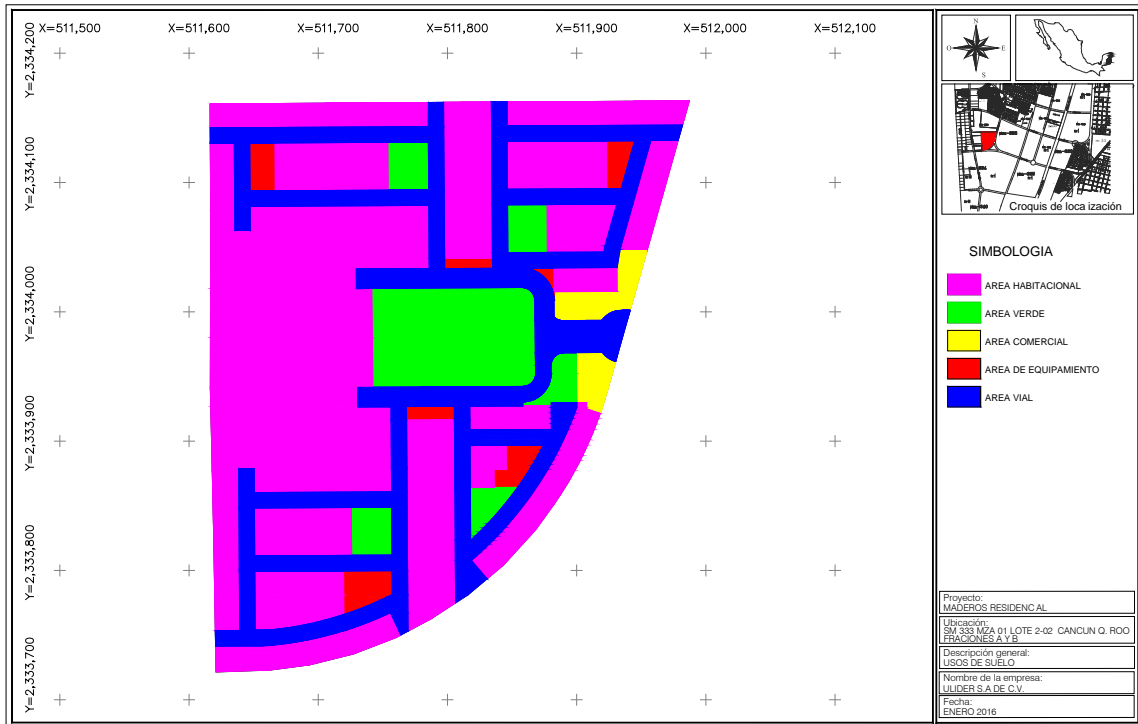


Figura 34. Anteproyecto "Maderos Residencial".

De acuerdo con el POEL de Benito Juárez, se establece que el predio se encuentra inmerso dentro de la Unidad de Gestión Ambiental UGA-21 denominada "Zona Urbana de Cancún" con una política de Aprovechamiento Sustentable, mientras que de acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030), el predio de interés tiene un uso de suelo Habitacional H/60, por lo que se le asigna al predio una densidad bruta de 60 viviendas por hectárea. Por lo antes citado, el proyecto de desarrollo cumple cabalmente con el uso de suelo al contar con una densidad habitacional de 60 viviendas/ha, y dará cabal cumplimiento a todas las disposiciones legales aplicables al sitio del proyecto.

El sitio del proyecto ofrece facilidades de acceso (Av. 135) y características de ubicación apropiadas para el desarrollo del proyecto (regulación por PDU), ya que se encuentra dentro de un área urbana en expansión donde se presentan principalmente áreas habitacionales similares a lo planteado por el presente proyecto, con la factibilidad de dotación de servicios municipales, eléctricos, y de agua potable y alcantarillado.

Aunado a lo anterior, como parte del programa de reforestación, las plantas rescatadas en el sitio del proyecto se utilizarán para las áreas verdes del proyecto.

X.5 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. El proyecto cuenta con medidas de prevención y mitigación para evitar la afectación de los siguientes factores y servicios ambientales:

- provisión del agua en calidad y cantidad;
- captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales;
- generación de oxígeno;
- amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales;
- modulación o regulación climática;
- protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida;
- protección y recuperación de suelos;
- paisaje y la recreación;
- 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 prevención aplicables para cada uno de los impactos generados.

Asimismo, se puede concluir que las actividades de CUSTF del proyecto Maderos Residencial, no comprometerán la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, ni el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, ya que se contará con medidas de prevención o mitigación para los impactos ambientales generados por el proyecto.

X.6 Pronóstico Ambiental

En términos generales se puede concluir que las condiciones ambientales predominantes en este sistema ambiental, corresponden con las características de las zonas periféricas a las áreas urbanas, donde por el patrón de crecimiento de la mancha urbana se dejan parches de vegetación secundaria arbustiva derivada de una selva

mediana subperennifolia dentro de áreas que ya se encuentran ocupadas, desmontadas o en proceso de construcción. Por lo tanto, en el área de influencia directa de este proyecto predomina la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia, los asentamientos humanos y una gran cantidad de brechas y caminos que conforman un ecosistema previamente fragmentado y en continua modificación, ya que considerando al PDU 2014-2030, es en esta zona donde se encuentra la reserva sur para el crecimiento de la zona urbana de la ciudad de Cancún (Fig. 35).

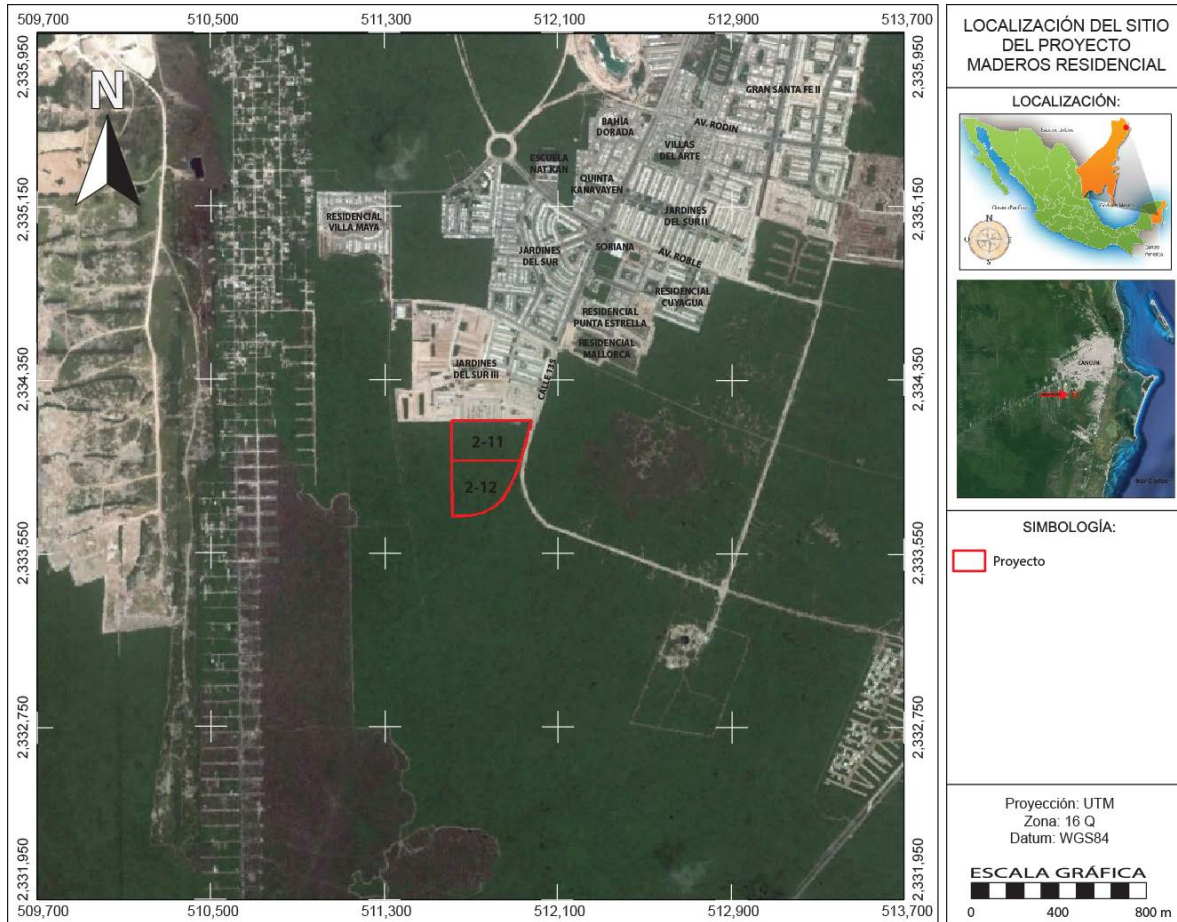


Figura 35. Crecimiento urbano en el sitio del proyecto.

X.7 Programa de Manejo Ambiental

Aunando a las medidas de prevención y mitigación establecidas en la **Sección X.1** para los impactos ambientales que pueda generar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales de una superficie de 125,000.00 m² del proyecto "Maderos Residencial", se requieren de medidas integrales de manejo que permitan su mitigación, prevención, atenuación o reducción, apegado el proyecto a la normatividad ambiental aplicable, para lo cual se presentan los siguientes programas que permitan la supervisión ambiental adecuada del proyecto:

- **Programa de Rescate y Reubicación de Especies de la Vegetación Forestal (Anexo 1)**

El Artículo 123 Bis del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, establece que *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).

- **Programa de Ahuyentamiento y/o Rescate de Fauna (Anexo 2)**

El reconocimiento de la fauna realizado en el predio y el análisis de los resultados, permitió establecer los pasos fundamentales a seguir para realizar el rescate y/o ahuyentamiento de la fauna, cuyo objetivo es contribuir a minimizar los posibles impactos ambientales negativos hacia la fauna de vertebrados del predio donde se desarrolla el proyecto.

- **Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos (Anexo 3)**

La implementación del cambio de uso del suelo en terrenos forestales dentro del sitio del proyecto, conllevará la generación de residuos líquidos y sólidos. 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 Programa de Manejo de Residuos cuyos componentes se presentan a continuación:

- Supervisión del uso de sanitarios portátiles en frentes de trabajo, los cuales serán instalados en proporción de un sanitario por cada 20 trabajadores.
- Supervisión del mantenimiento de la infraestructura sanitaria y la disposición final de residuos líquidos a cargo de empresas acreditadas para tal fin por las autoridades competentes.
- Supervisión de la colocación y adecuada ubicación de los contenedores de basura, rotulados (basura orgánica e inorgánica) y con tapa.

- Supervisión de que los residuos sólidos domésticos sean colocados en los contenedores específicos y que su contenido sea retirado y conducido hacia el relleno sanitario del Municipio.
- Supervisión del adecuado mantenimiento de la maquinaria para evitar la producción de ruidos, gases y derrames de líquidos.

X.8 Seguimiento y control

Para garantizar el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación propuestas en el documento para los impactos ambientales producto del cambio de uso del suelo en terrenos forestales para el sitio de interés, se presenta el Programa de Seguimiento 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 del presente documento técnico unificado de cambio de uso de suelo.
- 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 sujetas al cambio de uso del suelo en terrenos forestales, 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 del **Cuadro 68**.

Cuadro 68. Identificadores de Impacto para el Programa de Monitoreo del Proyecto.

EXCEPCIONALIDADES ARTÍCULO 117 LGDRF	FACTORES AMBIENTALES	IDENTIFICADOR DE IMPACTO
No se provocará la erosión de los suelos	Aire	Evidencia de emisiones de gases por parte de la maquinaria.
	Suelo	Áreas desmontadas que no se ajustan al programa de CUSTF.
No se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación	Agua Subterránea	Evidencia de escurrimientos de aceites, grasas, hidrocarburos etc.
		Evidencia de defecación al aire libre.
		Inadecuada disposición de residuos sólidos en los sitios dispuestos para ello.
		Evidencia de escurrimientos de aceites, grasas, hidrocarburos etc.
No se compromete la biodiversidad	Flora	Evidencia de residuos en áreas verdes.
		Evidencia de especies exóticas en áreas verdes.
		Evidencia de ampliación de las áreas sujetas a desmonte y despalme.

EXCEPCIONALIDADES ARTÍCULO 117 LGDRF	FACTORES AMBIENTALES	IDENTIFICADOR DE IMPACTO
	Fauna	Mortalidad de especies. Especies en cautiverio.
-	Servicios Ambientales	Superficies de áreas de áreas verdes en cantidad de acuerdo a lo reportado en el DTU-A

X.9 Procedimiento para instrumentar medidas de mejora

La implementación del Programa de Manejo Ambiental descrito en el presente capítulo, representa la garantía de la atención y mitigación adecuada de los impactos ambientales potenciales esperados por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto, y permite la identificación oportuna en caso de que se presente algún incumplimiento.

En el **Cuadro 69**, se presenta una estimación de los costos de implementación de las medidas de mitigación propuestas así como el cumplimiento del programa ambiental descrito con anterioridad. Por lo cual, se considera que este proyecto resulta ambientalmente responsable, si se respetan las restricciones de construcción previstas y se da 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.

Cuadro 69. Costo total de la inversión para el Programa de Manejo Ambiental de este proyecto.

CONCEPTO	IMPORTE
Costo del rescate de plantas silvestres (6,438 plantas con un costo de rescate promedio de \$15.00 pesos)	\$96,570.00
Costo del mantenimiento de las plantas rescatadas por un periodo de cuando menos 24 meses (10,000 por mes)	\$240,000.00
Costo de las labores de reforestación con 5,150 plantas (80%) con un costo de plantación y mantenimiento promedio de \$ 15.00 pesos	\$77,250.00
Costo de las labores de ahuyentamiento de fauna (7,000 pesos por 6 meses).	\$42,000.00
Costo de las labores de trituración de los residuos vegetales	\$200,000.00
Costo de las labores de seguimiento, control y monitoreo de la ejecución de las medidas de mitigación propuestas por un periodo de cuando menos 24 meses (10,000 por mes)	\$240,000.00
COSTO TOTAL DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL	\$895,820.00

Por lo tanto se estima que la ejecución del Programa de Manejo Ambiental para este proyecto tiene un costo total de inversión de **\$895,820.00 pesos** para la ejecución de las labores contempladas como medidas de mitigación para el rescate de flora, ahuyentamiento de fauna, reforestación con plantas nativas, recuperación de materias primas forestales y triturado de residuos vegetales.

XI. SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PROPUESTO.

Para determinar los servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso de suelo en la superficie que el proyecto propone, se utilizó como primer criterio la definición establecida en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (Artículo 7 fracción XXXVII), la cual establece que los servicios ambientales son aquellos que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales. A continuación se presentan y enumeran cuantos son los servicios ambientales que pudieran afectarse por la implementación del proyecto.

- a) La provisión del agua en calidad y cantidad.
- b) La protección y recuperación de suelos
- c) La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida
- d) La captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales.
- e) La generación de oxígeno.
- f) El amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales.
- g) La modulación o regulación climática.
- h) Paisaje y la recreación.

Burstein *et al* 2002, define a los servicios ambientales como las funciones de los ecosistemas, es decir, todo aquel conjunto de condiciones y procesos ecológicos (incluidas las especies y los genes) que la sociedad puede utilizar y que ofrecen las áreas naturales por su simple existencia. Dentro de este conjunto de servicios se pueden señalar la biodiversidad, el mantenimiento de germoplasma con uso potencial para el beneficio humano, el mantenimiento de valores estéticos y filosóficos, la estabilidad climática, la contribución a ciclos básicos (agua, carbono y otros nutrientes) y la conservación de suelos, entre otros. Para el caso particular de recursos forestales, la producción de tales servicios está determinada por las características de las áreas naturales y su entorno socioeconómico (Torres, R. J. M, *et al.*).

Los servicios ambientales que brindan los ecosistemas de acuerdo al tipo de beneficio que se obtiene de ellos pueden clasificarse como sigue:

Servicios de soporte. Aquellos servicios básicos para la existencia de los demás servicios ambientales, como la formación de suelo (su conservación y fertilidad), ciclos biogeoquímicos (p.e. nitrógeno, carbono, etc.), ciclo hidrológico (desplazamiento y distribución del agua en el espacio y el tiempo y entre sus fases líquida, gaseosa y sólida) y la producción primaria como es la fotosíntesis y de forma más general, la químicósíntesis.

Servicios de regulación. Se refiere a aquellos servicios que permiten la continuidad de los procesos en los ecosistemas, entre ellos se encuentran la regulación del clima, el control de enfermedades, calidad del aire, control de la erosión de los suelos, captura de carbono, traslocación y sedimentación, regulación del agua y amortiguamiento de

fenómenos climáticos como los huracanes. Conservación de la biodiversidad, provisión y limpieza del agua y banco genético.

Servicios de suministro. Se trata de los productos obtenidos de los ecosistemas tales como alimento, agua, madera, combustible, fibras, recursos genéticos.

Servicios culturales. Son aquellos beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas, como es la recreación, educación, estéticos, culturales, espirituales y religiosos.

A continuación se identifican los servicios ambientales que se verán disminuidos como resultado de la ejecución del proyecto en comento.

a) La provisión de agua en calidad y cantidad.- Este servicio ambiental está relacionado con la función de los bosques y selvas tropicales como reguladores del agua y garantes de su disponibilidad y calidad. La unidad física básica en la regulación del agua es la cuenca. Muchos de los patrones hídricos observados en una cuenca, al igual que la cantidad del agua que de ella emana, dependen de su relieve y pendiente, así como de su tamaño, ubicación geográfica, tipo de suelo y, por supuesto, los ecosistemas que la conforman.

Para entender la relación del trinomio agua-bosque-suelo es importante resaltar que los suelos de bosques y selvas absorben 4 veces más el agua de lluvia si se compara con suelo cubierto por pastos naturales o cultivados y 18 veces más con respecto a un suelo desnudo. Los bosques son los ecosistemas que más agua producen, siendo este el líquido conductor, regulador y portador de la vida. A medida que se pierden los bosques se disminuye la capacidad de captura de agua; se destruye el hábitat de plantas y animales, afectando a la vida en general. Existe una correlación positiva que nos dice que a mayor cubierta vegetal (bosques, selvas), mayor presencia de lluvia. Cuando se condensa la humedad (baja altura), como sucede en zonas boscosas y selváticas, se incrementa la precipitación si se compara con una zona deforestada donde las nubes se forman a mayor altura y son movidas por el viento, lo que modifica la precipitación en la zona.

Una forma de visualizar la acción de dicho trinomio es con el Ciclo Hidrológico de la siguiente manera: la humedad en forma de evaporación del suelo y cuerpos de agua naturales o artificiales; y la evapotranspiración de la cubierta vegetal así como las zonas de cultivo de temporal o riego incluidos los pastizales naturales o de cultivo, forma las nubes las que se precipitan como lluvia y dependiendo si existe cubierta vegetal en las zonas altas o montañosas el agua escurre y se infiltra de manera más suave en comparación con una zona sin vegetación, aquí las aguas bajan de manera torrencial llevando distintos materiales y se depositan como azolves en los cuerpos de agua ubicados en las partes bajas ó en el mar. Por tal razón es fundamental realizar un adecuado uso del suelo acorde a su vocación, sin que esto signifique que sea incompatible con las actividades productivas.

En los trabajos de conservación y restauración de suelos, es importante resaltar que la unidad fundamental de planeación es la Cuenca Hidrológica ya que presenta las características apropiadas de planeación para corregir los impactos ambientales generados por el uso desordenado de los recursos naturales, la implementación de programas de gestión ambiental permite revertir la problemática y mejorar el nivel de vida de sus habitantes; la trascendencia del enfoque de cuenca es que permite cuantificar y evaluar los efectos de las actividades antropogénicas como son: erosión sedimentación, escurrimiento e infiltración, donde es vital considerar al agua como elemento unificador al interior de la cuenca.

Para contextualizar el servicio ambiental hídrico es importante resaltar sus características en el Estado, en la cuenca y en la zona del predio. Quintana Roo dispone en promedio de 6,187.2 hectómetros cúbicos (hm^3) de agua al año. El volumen de agua concesionada es de aproximadamente 459.8 hm^3 , de los cuales casi el 20% se destinan para abastecimiento público. Las aguas superficiales para éste uso es poco significativo ya que representa sólo el 0.2% de la extracción anual (el resto proviene de fuentes subterráneas) (Herrera 2011).

La zona del proyecto se ubica en la región hidrológica Yucatán Norte y particularmente en la Cuenca Quintana Roo (32-A). Dicha cuenca ocupa el 31% del Estado, tiene una precipitación de 800 a 1500 mm, un rango de escurrimiento de 0 a 5% y en general se reconoce que el agua subterránea está sin contaminar y con excelente calidad. Específicamente en el área de estudio, la precipitación media anual es de 1012.8 mm y el período de secas se presenta de febrero a abril. La lluvia se puede incrementar por tormentas tropicales, nortes o huracanes. Los meses con mayor precipitación pluvial son junio, septiembre y octubre, asimismo, Quintana Roo sufre gran incidencia ciclónica debido a su ubicación dentro de la trayectoria que sigue la mayoría de las tormentas tropicales y ciclones que se originan en el Atlántico.

Aunado a lo anterior, los suelos son tipo litosoles y presentan fuertes restricciones para su utilización con propósitos agrícolas, pues tienen buen drenaje, que favorece la infiltración de las aguas pluviales. La unidad geohidrológica está formada por material consolidado con rendimiento alto mayor a 40 litros por segundo (lps) y es la más extensa en Quintana Roo con el 76% de la superficie Estatal (Herrera y Heredia 2011). Chow, *et al.* (1994), menciona que el coeficiente de escurrimiento está en función del tipo de suelo y la cubierta vegetal presente, de tal manera que una zona con suelo de textura arenosa y vegetación en abundancia, tendrá menor capacidad de escurrimiento (mayor infiltración) que una zona carente de vegetación donde no existen horizontes edáficos.

En el norte de Quintana Roo, a pesar del incremento en el consumo de agua en los últimos años, no se aprecia disminución en el nivel estático del agua subterránea y se acepta que las previsiones del incremento de la demanda futura de agua se pueden satisfacer si se mantienen las medidas de protección del acuífero (CONAGUA 2012).

En virtud de lo anterior, se pretende destinar para las áreas verdes del proyecto Maderos Residencial el 11.8% de la superficie total del predio, asimismo se pretende

mantener como áreas permeables el 40.6% de la superficie total del predio; lo que permitirá favorecer los procesos naturales en la captación del agua pluvial, favoreciendo la recarga del acuífero, máxime si consideramos que la zona en la que se ubica el predio tiene alto potencial para funcionar como acuífero.

Como se ha visto, el retiro de la vegetación potencializa el escurrimiento de agua en una cuenca, proceso que repercute en el balance hidrológico de la misma al disminuir el suministro gradual de agua al acuífero; sin embargo, tomando en cuenta las dimensiones del área de Cambio de Uso de Suelo en el predio, que es de 12.5 hectáreas, misma que con respecto a las dimensiones de la cuenca Quintana Roo (1,474,565.85 has) donde se encuentra inmerso el proyecto, representa únicamente un 0.0004 %, lo que permite asumir que la variación en el coeficiente de escurrimiento, por más drástico que sea el cambio de uso de suelo, no podrá alterar el flujo, ni la cantidad disponible de agua en la cuenca antes mencionada. Considerando lo anterior, se asume que las posibles afectaciones hacia este servicio ambiental, serán puntuales y sólo se limitarán a la superficie de cambio de uso de suelo propuesta.

De acuerdo con este 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 con su cantidad. Esto se debe a que la alta permeabilidad que tienen los suelos cársticos en el estado que favorecen una rápida 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, 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.

Este problema de contaminación se agrava día con día si se considera que el agua fluye a través de ríos subterráneos, lo cual favorece la difusión de la contaminación a otros sitios, y llega finalmente a la zona costera, donde se encuentran ecosistemas tan frágiles como los arrecifes coralinos que sustentan una gran diversidad de organismos acuáticos de importancia ecológica y económica. Otro factor que afecta la calidad del agua subterránea es la entrada de agua salada al manto freático; sin embargo, en éste último punto, cabe mencionar que el predio del proyecto se encuentra relativamente alejado de la costa.

De manera particular en el área de estudio se pretende establecer en tiempo y forma una serie de medidas para mitigar los efectos negativos que se pudieran presentar por efecto de eventualmente llevar a cabo el cambio de uso de suelo y que pudieran afectar la calidad del agua, mismos que a continuación se describen:

- 1.- 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 a las áreas de cambio de uso de suelo.

2.- El manejo y disposición final de las aguas residuales, 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.

3.- Se colocaran depósitos temporales para residuos domésticos (cartón, papel, unicel, plásticos, aluminio etc.), para evitar el esparcimiento de basura en el predio.

4.- Se evitará el derrame de combustibles y aceites en las áreas destinadas al cambio de usos de suelo (ver programa de manejo de residuos).

b) La protección y recuperación de suelos.- La eliminación de la vegetación es la principal causa de degradación del suelo y de la pérdida de su capacidad de tolerar la erosión. Y esto es así porque el suelo queda desnudo y sufre las consecuencias del impacto de las gotas de lluvia y del aumento de la escorrentía, produciéndose una pérdida neta de suelo y de su capacidad de mantener la vida. Cada suelo, en función de sus características, de su localización en el paisaje y del régimen climático, posee un umbral crítico de equilibrio entre la erosión que soporta y la vegetación que puede mantener. Si se sobrepasa, el sistema entra en una espiral de disminución de la cobertura vegetal y aumento de la erosión que puede conducirle a un estado irreversible de desertificación.

La erosión hídrica se puede considerar una fuerza ecológica que influye sobre la composición de la vegetación y su patrón espacial al producir el desarraigo de plantas y el arrastre de semillas y modificar las propiedades del suelo. Con la agudización de los procesos de erosión, la cobertura vegetal y la diversidad disminuyen.

Con la implementación del proyecto no se prevé la afectación significativa del predio por erosión ya que mediante el cálculo realizado en el capítulo XII, se pudo observar que la erosión que podría darse en el área es mínima, es decir, se encuentra muy por debajo de los límites establecidos por el Dr. Mario Martínez Méndez (2005). 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 puede llegar a ser el cambio de uso del suelo forestal, sin embargo, se hace uso de esta fórmula para calcular la erosión potencial.

Si consideramos que la remoción de la vegetación secundaria derivada de Selva mediana subperennifolia, se realizará en una superficie de 12.5 hectáreas la cual corresponde al 100.00% de la superficie total del terreno. Este proyecto también implica el rescate y reubicación de especies de flora y fauna; asimismo se pretenden mantener áreas verdes con vegetación natural, sobre una superficie equivalente al 11.8% de la superficie total del predio, las cuales se distribuyen en varias zonas al interior de este predio.

La eliminación de la vegetación forestal afectará a este servicio ambiental de forma puntual en la superficie desmontada, lo que significa la remoción de la vegetación en 12.5 hectáreas (125,000.00 m²), originará una erosión no significativa con un valor menor al 0.000003% con respecto a la erosión que se reconoce para la Península

(44,875 km²). Adicionalmente, la erosión será mucho inferior a la erosión máxima permisible, incluso en otras regiones de nuestro país.

Es importante recalcar, que el proyecto también considera el triturado y elaboración de composta a partir del material vegetal producto del desmonte, para que sea reincorporado a las áreas verdes del proyecto.

Por lo tanto se puede concluir que la remoción de la vegetación para este proyecto genera un cambio de uso del suelo de forestal a urbano, cuenta con medidas de mitigación para recuperar de manera parcial el suelo y no pone en riesgo los servicios ambientales que prestan los suelos en el sistema ambiental.

c) La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida.- Las comunidades naturales poseen una propiedad o atributo emergente conocido como diversidad biológica, el cual se relaciona directamente con la variedad existente dentro de esas comunidades, dicho atributo es la expresión de dos componentes. El primero de ellos es el número de especies presentes en la comunidad, denominado riqueza de especies. El segundo componente es la equitabilidad, que se refiere a cómo la abundancia (e.g., el número de individuos, biomasa, cobertura, etc.) se distribuye entre las especies de la comunidad biológica; por lo tanto es específica de cada localidad. Si bien el cálculo de índices de diversidad es relativamente sencillo, al ser utilizados es fundamental considerar atentamente sus limitaciones para poder interpretar adecuadamente su significado en cada caso particular.

La biodiversidad es considerada como un servicio ambiental que proporciona muchos beneficios a la sociedad tales como la degradación de desechos orgánicos, formación de suelos, control de la erosión, infiltración de agua, fijación de nitrógeno, recursos alimenticios, mantenimiento de las cosechas, control biológico de plagas, productos farmacéuticos y naturistas, turismo de bajo impacto y fijación de bióxido de carbono entre muchas otras.

Tenemos que la Península de Yucatán es menos diversa que otras regiones de México, aunque presenta atributos taxonómicos y filogenéticos que la diferencian de otras zonas del país, Centro y Sur América. Por ejemplo, en el caso de la fauna 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 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 cambio de uso del suelo ocasionará efectos significativos al servicio ambiental de protección a la biodiversidad de los ecosistemas, se realizaron las siguientes consideraciones.

En el área del proyecto existe un reducido número de especies con respecto al reconocido para toda la Península y el Estado, esto es reflejo de la relación especie-área. Por tal motivo, la valoración sobre que el cambio de uso de suelo dentro del predio del proyecto tendrá un efecto reducido sobre la riqueza de flora y fauna; lo cual no solo se motiva por el bajo número de especies registrado, sino fundamentalmente en dos hechos fundamentales:

- 1) Existen pocas 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 del Estado de Quintana Roo, los cuales incluyen diferentes tipos de vegetación e incluso en hábitats inducidos.
- 2) La superficie que será sometida a cambio de uso del suelo (12.5 has), representa únicamente el 0.00023% de las selvas altas y medianas subperennifolias del Estado (2'898,051 hectáreas).

Estas 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 relictos y que tampoco es vegetación poco representada en el Estado como el popal, el tatistal y la sabana con pino caribeño (Ek-Díaz 2011; Thomassiny y Chan 2011).

En el área del proyecto se registraron 90 especies de flora que representan el 3.9% del total registrado para la Península de Yucatán con 2,300 especies de flora y el 5 % del Estado de Quintana Roo con 1,800 especies (Valdez-Hernández e Islebe, 2011). En cuanto a la fauna silvestre se tiene que sólo se registraron 2 especies de reptiles, 10 especies de aves y 3 especies de mamíferos, mismas que si se comparan con los registros para sistema ambiental se reconoce que son menos, debido a que el predio se ubica en colindancia con una zona urbana, con fraccionamientos y vialidades en operación, por lo tanto, presenta una vegetación secundaria con severas afectaciones naturales y antropogénicas que han mermado su calidad ambiental. Por lo tanto se confirma la hipótesis de que el cambio de uso de suelo dentro del predio del proyecto tendrá un efecto reducido sobre la biodiversidad de flora y fauna dentro del sistema ambiental y la subcuenca hidrológico-forestal.

Con la información recopilada en este predio, se verifica la presencia de la palma chit (*Thrinax radiata*) y el maculis amarillo (*Tabebuia chrysantha*), que son especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, con el estatus de amenazada. Estas especies se encuentran ampliamente representadas en el sistema ambiental, en la Subcuenca "a" y en la Península de Yucatán, como se evidencia en las cartas de distribución reportadas por la CONABIO. Además, para estas especies en particular se han considerado acciones preventivas y de mitigación para reducir aún más su posible afectación al incluirlas en el Programa de rescate y reubicación de las especies de la vegetación forestal que se pretende iniciar antes del desmonte.

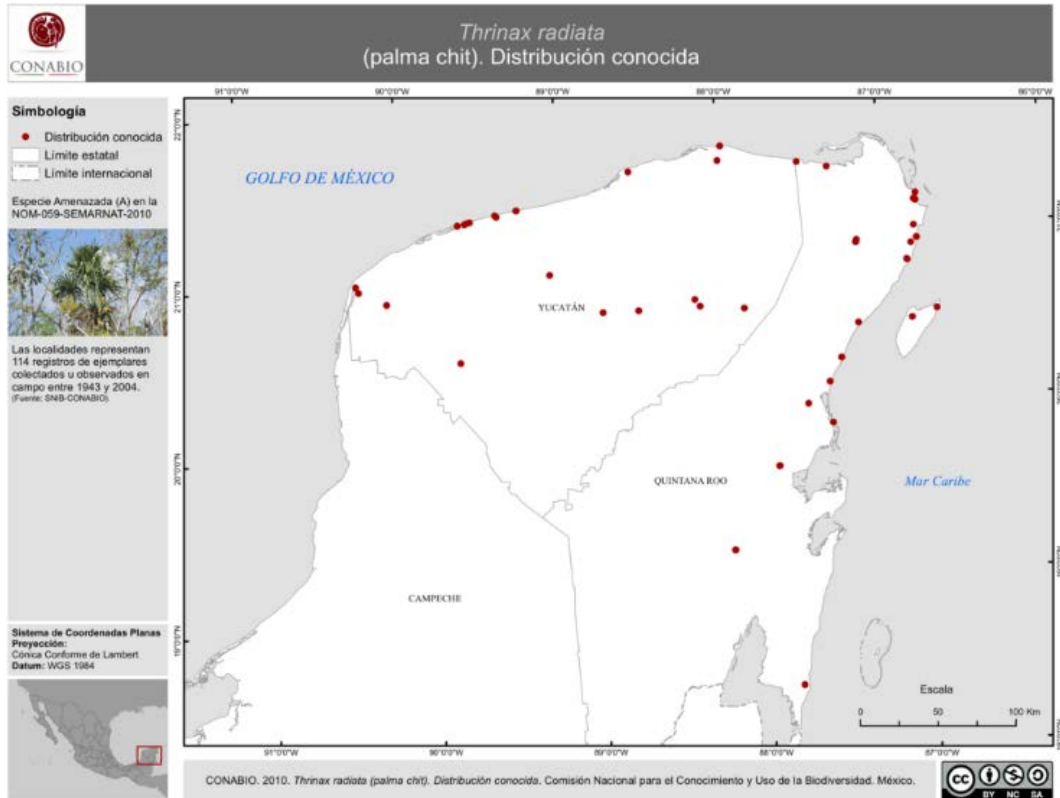


Figura 36. Distribución conocida de la palma *Thrinax radiata* (chit), de acuerdo con la CONABIO. Fuente: Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2010.



Figura 37. Área de distribución de la iguana rayada (*Ctenosaura similis*) en México. Fuente: Ramírez Bautista y Arizmendi, 2004.

En relación con la fauna silvestre en el predio se reportan dos especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la iguana gris (*Ctenosaura similis*) y el cardenal (*Cardinalis cardinalis*) las cuales recibirán atención especial y el mayor esfuerzo de protección durante la aplicación del Programa de Rescate y ahuyentamiento de Fauna Silvestre que forma parte de las medidas de mitigación del proyecto con lo que se espera evitar la captura, daño o muerte de los individuos presentes. En el caso de la iguana tiene amplia distribución regional como se aprecia en la figura 37 de acuerdo con Ramírez Bautista y Arizmendi (2004) se distribuye en los estados de Campeche, Chiapas, Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán; si bien su distribución alcanza hasta Panamá.

Finalmente, los mapas de distribución de los tipos de vegetación de Quintana Roo – Carta de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI y del Inventario Nacional Forestal de CONAFOR- indican que la superficie de cambio de uso del suelo que se solicita para el desarrollo del proyecto corresponden a vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia por lo que no corresponden a una comunidad vegetal única, en riesgo o relictos, ni tampoco se trata de vegetación poco representada en el Estado como el popal, manglar y la sabana con pino caribeño (Ek-Díaz 2011; Thomassiny y Chan, 2011).

Como resultado del análisis de las características de las especies de flora y fauna silvestres y su distribución, así como de la extensión y ubicación del predio, se concluye que la ejecución del cambio de uso del suelo que se solicita no tendrá implicaciones perceptibles sobre la biodiversidad de la Subcuenca "a" (que incluye al predio), o en el sistema ambiental definido para el proyecto, debido a que la biodiversidad que existe en dicho predio es reflejo de la existente en toda región, esto es tanto para la flora como para la fauna silvestre.

d) La captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales.- La mayor parte de los procesos productivos, el transporte y los sistemas domésticos dependen de la energía derivada de los combustibles fósiles. Una consecuencia del uso de los combustibles fósiles es la emisión de gases contaminantes, principalmente dióxido de carbono. La emisión global del uso de dichos combustibles se ha incrementado en 3.5 veces desde 1950, y actualmente el volumen de emisiones se ubica en alrededor de 6.2 billones de toneladas por año. En este contexto se ubica la causa principal del incremento en la concentración de CO₂ en la atmósfera, desde que ocurrió la revolución industrial.

La segunda causa del proceso de acumulación de CO₂ en la atmósfera es el cambio de uso del suelo. La deforestación anual se calcula en 17 millones de hectáreas, lo que significa una liberación anual de cerca de 1.8 billones de toneladas de carbono por año; es decir, cerca del 20% del total de las emisiones antropogénicas.

Por otro lado, toda la vegetación asimila 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. Por ello, con el manejo de la vegetación natural se pueden compensar las crecientes emisiones de CO₂ en dos formas:

1. Al establecer nuevos reservorios de bióxido de carbono, incrementando la biomasa de material maderable tanto por medio del crecimiento de árboles como por la extracción de madera. Para lograr mayor efectividad en el proceso de almacenamiento de carbono en el largo plazo, la madera extraída debería convertirse en productos durables. Una vez que el árbol ha alcanzado su madurez, el carbono acumulado se mantendrá almacenado, pero el área muy pronto actuará como reservorio, debido a que el proceso de respiración y oxidación en un bosque maduro generalmente alcanza un balance por el efecto fotosintético. En el largo plazo, el carbono capturado tanto en sistemas forestales como en sistemas agroforestales puede alcanzar entre 80 y 350 tC/ha.
2. Con la protección de los bosques y suelos naturales que almacenan carbono. Cuando se destruye el bosque, entre 50 y 400 tC/ha pueden ser liberadas a la atmósfera. Conservar los almacenes de carbono puede ser un camino válido para mitigar la emisión. En este contexto los procesos de almacenaje son válidos sin son de largo plazo. Mientras que la protección de las áreas forestales puede inducir la presión en otra, se requieren esquemas integrados de manejo de recursos, enriquecidos con esquemas de evaluación de proyectos para validar dicha protección.

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 del proyecto, este 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).

Derivado de esto, el contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea (volumen del árbol en m³), se calculó por el método de IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático) como se indica a continuación:

$$CCC = V_r \times F_d \times FCC$$

Dónde:

CCC= Coeficiente de captura de carbono

V_r= Volumen real en m³

F_d= 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

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.

Cuadro 70. Cálculo de captura de Carbono

Clasificación	Volumen Total Árbol (m³)	Factor de densidad	Factor CO2	Captura de Carbono (t)
Latifoliadas	11.338	0.60	0.45	3.06

El resultado total de 3.06 toneladas es la cantidad de carbono que se ha almacenado por hectárea en la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia que se pretende remover con motivo del cambio de uso de suelo. Entonces de acuerdo con la superficie forestal que se pretende afectar por el cambio de uso de suelo para el presente proyecto, es decir por las 12.5 hectáreas que se solicitan para el CUSTF se perderán 38.25 toneladas de Carbono que están secuestradas en la vegetación secundaria de selva mediana a remover, así como la capacidad de continuar almacenando carbono con el desarrollo de esta vegetación.

Sin embargo considerando las presiones a las que se encuentra sometido este predio por la expansión de la mancha urbana, por las dimensiones del proyecto y su influencia en el sistema ambiental, se considera que el impacto sobre este servicio ambiental será puntal, siempre y cuando las medidas de mitigación sean ejecutadas de forma correcta. Al mantener la vegetación arbórea de las áreas verdes en una superficie de 1.474 hectáreas se podría contar con un coeficiente de captura de carbono integrado al fraccionamiento de 4.51 toneladas. Por lo que la pérdida total de 38.25 toneladas de carbono calculado para toda la superficie de cambio de uso del suelo se reduce a 33.74 toneladas de carbono en el predio.

Al considerar la continuidad de la contribución de la vegetación remanente en el sistema ambiental 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.

e) Generación de oxígeno.- Este servicio ambiental, al igual que el anterior, está ligado con el proceso de la fotosíntesis que acontece en las plantas, sin embargo, resulta difícil determinar la cantidad de oxígeno que genera una planta al día, no obstante, se puede calificar de manera cualitativa considerando el grado de madurez y el tipo de vegetación de que se trate.

La afectación a este servicio ambiental se valora como bajo, considerando los mismos argumentos expuestos en el análisis del servicio de captura de carbono, debido a que se relacionan de manera directa con la fisiología de las plantas y sus procesos biológicos, por lo tanto también se asume que su afectación será puntual y de muy baja magnitud.

Contrario a lo que pudiera pensarse, las plantas no son generadoras o productoras de oxígeno, ya que durante el proceso de fotosíntesis ellos absorben CO₂ y liberan O₂ y con el carbono que fijan lo que se produce es glucosa, almidón y demás sustancias

necesarias para las plantas, y de noche, no pueden "producir ni desechar" CO₂, sin embargo, el proceso natural de respiración requieren de oxígeno y liberación el CO₂, por lo que también son fuente de liberación de dióxido de carbono durante la noche.

Aunque parezca un poco contradictorio, se considera que un árbol maduro tiene tasa cero en la captura y liberación de CO₂ y su liberación de oxígeno es menor a la de un árbol joven. Los grandes liberadores de oxígeno son los mares que aportan el 70% del oxígeno existente en el planeta, en tanto que la vegetación terrestre, principalmente árboles, liberan 30% restante. En consecuencia las plantas (y todos los seres vivos con respiración aerobia) también compiten con los humanos por el oxígeno existente en el planeta.

f) El amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales.- Durante el verano, en el Caribe y el Golfo de México se generan fenómenos relacionados con la inestabilidad atmosférica y que favorece la presencia de bajas presiones; lo cual a su vez da lugar a la formación de tormentas tropicales. Estas dependiendo de la energía acumulada pueden evolucionar para formar un ciclón o un huracán.

Quintana Roo es el estado de la República Mexicana con mayor incidencia de huracanes, por lo que la temporada de estos fenómenos meteorológicos abarca desde junio a noviembre y ocasionalmente pueden presentarse fuera de temporada. De acuerdo con los registros, septiembre es el mes en que se manifiesta la mayor actividad de este tipo de fenómenos. Así entre los meses de agosto a octubre se origina el 80% de los huracanes de la temporada, y en septiembre tiene lugar el 40% de los que alcanzan las más altas categorías y con efectos más destructivos (Morales, 1993).

La intensidad de los vientos durante un huracán varía según las condiciones climáticas que se presenten, por lo van desde los 120 a los 300 km/h, con ráfagas incluso superiores a ésta última. En lo particular, para el estado existe la posibilidad de que estos fenómenos climáticos generados principalmente en el Mar Caribe afecten la zona costera y de manera directa a los municipios de Benito Juárez, Solidaridad y Tulum, ya que estos se encuentran en su radio de acción y aun cuando la mayoría de estos no tocan tierra y pasan por el canal de Yucatán, el efecto de sus vientos y oleaje llegan a provocar intensos procesos de erosión en las costas del estado.

El caso del huracán Gilberto, que incidió sobre las costas de Quintana Roo en septiembre de 1988 con categoría 5 de la escala de Saffir-Simpson, tuvo impactos drásticos en la región, por lo cual se le consideró el huracán de mayor intensidad que ha impactado al estado de Quintana Roo durante el siglo XX. En el 2005 se manifestó el Huracán Wilma, el cual causó grandes pérdidas materiales y afectaciones severas al medio ambiente, debido a los potentes vientos y su duración ya que se mantuvo prácticamente estacionado durante más de 72 horas.

Algunos de estos fenómenos se presentan al finalizar la temporada de huracanes (noviembre), por lo que su trayectoria puede verse afectada por la incidencia de los Nortes o frentes fríos. Lo que ha ocasionado que se desvíen hacia el sur como fue el

caso del huracán Mitch (1998), por lo que en su recorrido impactó a los países centroamericanos. No obstante, en el Estado se tuvo la incidencia directa sobre la franja costera cuyos efectos fueron fuertemente significativos, debido al oleaje de tormenta que se generó.

De cualquier manera, se reconoce que la presencia de aguas cálidas ya sea en el Mar Caribe o el Golfo de México, es la fuente de energía de los huracanes. Por ello cuando tocan tierra su fortaleza comienza a decrecer y de ahí la importancia de que el territorio cuente con amplias zonas cubiertas de vegetación natural, la cual contribuye a la disipación o al menos a la pérdida del poder de destrucción de estos fenómenos.

Para el caso del proyecto "Maderos Residencial", por localizarse a más de 10 kilómetros de la costa tierra adentro se considera que la remoción de vegetación forestal en una superficie de 12.5 hectáreas de selva mediana con vegetación secundaria es poco significativa para el amortiguamiento de los fenómenos naturales de esta naturaleza, además de que el proyecto contempla destinar 1.474 hectáreas para el mantenimiento de áreas verdes con vegetación arbórea que podría contribuir a la mitigación puntual de los efectos en caso de eventos meteóricos.

g) La modulación o regulación climática.- Los espacios que cuentan con una cobertura vegetal contribuyen de manera directa a la regulación de los factores climáticos extremos. Para la zona de la ciudad, los registros refieren que se ubica dentro de una zona de clima Aw0, misma que se define como cálido subhúmedo. Dentro de este régimen y durante los meses de verano se llegan a alcanzar temperaturas extremas de hasta los 40°C, razón por la cual las áreas naturales juegan un papel preponderante para minimizar los efectos de las altas temperaturas. Debido a que se requiere la remoción de vegetación forestal para el establecimiento del proyecto, sin embargo se ha de mencionar que se mantendrá una superficie de 1.474 hectáreas de áreas verdes dentro del predio, lo que ayudará a la reducción de las altas temperaturas que se dan continuamente en la región.

El microclima de una zona de cubierta por selva mediana con vegetación secundaria promoverá la modificación de varios factores, como son:

- Incremento en la radiación solar. En las selvas tropicales la densidad de la cubierta vegetal reduce el paso de la luz y el calor, situación que será modificada por el cambio de uso del suelo. Sin embargo, estos eventos tendrán menor impacto y repercusión de lo que podría esperarse debido a que la vegetación del inmueble del proyecto se cubren de una vegetación de baja altura por lo que los árboles que se ubican por arriba de los 8 metros ayudan al amortiguamiento de la temperatura. Además como se ha mencionado se contempla mantener 9.33 % de la superficie total del predio que se destinaran como áreas verdes que a su vez ayudan a la reducción y regulación climática.
- Disminución de las temperaturas máximas en verano: En los ecosistemas mejor conservados, la cubierta vegetal representada por un dosel arbóreo intercepta el paso de los rayos solares, atenúa la fuerza del viento y retarda la irradiación del calor del

suelo. La transpiración de las plantas también resta calor al medio. Como en el caso anterior, se debería esperar que esta situación sea modificada por el cambio de uso del suelo para el desarrollo del proyecto. No obstante, de nueva cuenta estos eventos tendrán un bajo impacto, debido precisamente que el proyecto tiene contemplado mantener más del 9.33% como áreas verdes en el predio.

- La vegetación selvática reduce la fuerza del viento y, por lo tanto, disminuye la evaporación y su efecto desecador debido a los vientos secos. En estos ambientes, los árboles enfrentan unidos las inclemencias del clima, actuando en conjunto. Al igual que en los puntos arriba descritos, los elementos para evitar la evaporación se encuentran modificados, debido al escaso grado de desarrollo de la cobertura vegetal y que se extiende debido el carácter urbano de zona de interés.

Con base en las consideraciones anteriores, se observa que aun y cuando dentro de la zona urbana de la ciudad de Cancún se cuenta con algunos sectores cubiertos de vegetación de características selváticas, la modulación o regulación climática se encuentra fuertemente modificada, ya que los espacios paulatinamente se han ido transformando en vialidades cubiertas de asfalto y edificaciones de muy distintas características.

Por lo tanto al tratarse de un proyecto urbano se considera que contribuye a incrementar la mancha urbana y por lo tanto a modificar las condiciones microclimáticas del sitio. Por lo que es necesario mantener las áreas verdes y jardinadas del proyecto siempre cubiertas de vegetación para regular las condiciones de temperatura, sobre y humedad dentro del fraccionamiento con la infraestructura urbana y el equipamiento adecuado que se encuentra contemplada dentro del PDU de la Ciudad de Cancún.

h) Paisaje y Recreación.- El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas (Dunn, 1974). De acuerdo con diversos autores, el medio se hace paisaje cuando alguien lo percibe, es decir, conceptualmente existe un paisaje sólo si existen observadores.

El paisaje, como una manifestación externa y conspicua del medio, es un indicador del estado de los ecosistemas, de la salud de la vegetación, de las comunidades animales, del uso y aprovechamiento del suelo y, por tanto del estilo de desarrollo de la sociedad en una región.

De esta forma, un mismo paisaje (agente estático del binomio) puede ser entendido y calificado de formas diferentes, en función del observador (agente dinámico del binomio) y se puede hablar del paisaje geográfico, artístico, cultural, natural, urbano, etc. Por tanto, el valor del paisaje depende del sujeto observador, es decir, de su percepción, la cual está matizada por factores sociales y personales.

Según ciertos autores (Bernáldez, 1985; Kaplan, 1987) el paisaje se aprecia por su potencial en recursos (agua, comida, etc.), pero otras características (belleza, valor simbólico, etc.), son valoradas de forma desigual según características propias de los

sujetos, como son la edad, sexo, el nivel de estudios, lugar de residencia, el nivel socioeconómico e incluso aspectos relacionados con la personalidad. Así, el aprecio o preferencia por determinados paisajes frente a otros tiene como base reacciones de origen biológico, social y personal ante el carácter figurado o simbólico de determinados elementos de la escena (Bernáldez, op. cit.; Bourassa, 1990). Sin embargo, su belleza constituye uno de los servicios ambientales más evidentes para el ser humano.

De acuerdo con la SEMARNAT y Hombre Naturaleza, A.C. (2003), el servicio ambiental que aporta la belleza escénica es fundamental para el equilibrio del ser humano. Además, se vincula con la conservación de las áreas naturales –tanto las protegidas por la ley ambiental como aquellas que no lo están-, en la medida en que puede generar un encadenamiento de actividades productivas que fomenten el desarrollo comunitario sobre bases de sustentabilidad. Desde este punto de vista, el predio propuesto para el proyecto habitacional no tiene valor escénico de importancia y por tanto no tiene valor paisajístico como componente del medio ambiente.

Desde otra perspectiva, para estimar la capacidad de asimilación que tiene el paisaje de los efectos derivados del establecimiento de un proyecto se puede considerar la fragilidad del paisaje evaluándola desde dos enfoques, uno es estrictamente ecológico, contemplado en las metodologías de ordenamiento territorial y de gestión que consideran a la fragilidad del paisaje con los mismos criterios utilizados para la fragilidad ecológica, denominada fragilidad ecológica del paisaje (FEcP); y el otro, de tipo más arquitectónico, que considera la fragilidad del paisaje como la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él y se denomina como fragilidad estética del paisaje (FEsP).

La fragilidad ecológica del paisaje permite una evaluación del impacto visual y se utiliza para establecer áreas donde es necesario mantener lo más posible la estética paisajística de la zona, que desde los lugares transitados conserva un aspecto lo menos perturbado posible, y al mismo tiempo conservar las áreas de mayor interés ecológico, tanto las que se deben de mantener como tales para respetar la legislación vigente, como áreas que complementen a las primeras con efectos de amortiguamiento de las actividades antrópicas.

La fragilidad estética del paisaje se orienta a medir qué tanto se pueden absorber las obras o proyectos sin alterar la calidad paisajística. Sin embargo, este enfoque encierra la dificultad de encontrar una sistemática objetiva para medirlo, si bien casi todos los modelos coinciden en tres apartados, la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad del paisaje. Así, los factores que integran la fragilidad estética en los ambientes naturales son biofísicos (suelo, vegetación, cromatismo, entre otros), morfológicos (cuenca visual, altura relativa, entre otros) y la frecuentación humana. La fragilidad estética del paisaje puede entenderse como la capacidad de respuesta de un paisaje frente a un uso de él. En otras palabras, es el grado de deterioro de la calidad visual ante cambios en sus propiedades como forma de establecer su vulnerabilidad. Lo contrario es la capacidad de absorción visual (Escribano, *et al.*, 1991), entendida como la capacidad de recibir alteraciones sin deterioro de la calidad visual.

Entonces, a mayor fragilidad visual paisajística menor capacidad de absorción visual y viceversa. Dadas las características de ubicación del terreno que se desea desarrollar, se optó por el método de fragilidad estética del paisaje para valorar el posible efecto del desarrollo del proyecto sobre el paisaje.

La fragilidad estética del paisaje en un ambiente natural, como una selva o una laguna, pondera la altura de la vegetación y su continuidad, así como la orografía del terreno como los elementos visuales a considerar; en tanto que en un ambiente urbano, la altura de los edificios, sus formas arquitectónicas y diseños, así como su continuidad constituyen los elementos visuales de interés.

En este tenor, se considera que una selva o bosque en buen estado de conservación tienen fragilidad estética baja mientras que los cultivos o áreas abiertas como las lagunas tienen fragilidad estética alta. Ello obedece a que una obra que no rebese el dosel arbóreo sería más visible en un área abierta que en una cerrada y por tanto las primeras son más vulnerables o frágiles que las segundas. En un área urbana una calle dominada por residencias de uno o dos niveles de altura no sería más frágil estéticamente que otra que presentara edificios de ocho o más niveles, ya que la fragilidad en este caso no descansa en la amplitud de la visual, sino en la homogeneidad arquitectónica y en la armonización de las obras entre sí y el diseño urbano.

La zona donde se pretende desarrollar el proyecto se ubica de manera contigua a una zona conurbada de la ciudad de Cancún, en donde los elementos antrópicos predominan sobre los naturales siendo, estos fraccionamientos habitacionales y su equipamiento. Debemos tener presente que de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, el predio del proyecto se ubica dentro de la Unidad de Gestión Ambiental 21. En este orden de ideas, la belleza escénica a nivel natural, ya se encuentra reducida o planeada para su reducción por el desarrollo urbano de la zona.

En términos generales, se puede concluir que los principales servicios ambientales que pudieran afectarse por el cambio de uso del suelo que requiere el proyecto, si no se aplican las medidas preventivas y de mitigación propuestas son: la provisión de agua en calidad y cantidad; modulación o reguación climática, captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; y paisaje y recreación. En cuanto a los servicios ambientales relacionados con: la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida y la protección y recuperación de suelos; se considera que no se pondrían en riesgo si se ejecuta el cambio de uso del suelo para este proyecto.

XI.1 Diagnóstico ambiental

El desplante de este proyecto es de 12.5 hectáreas, en donde se pretende llevar a cabo el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, con el fin de construir un

fraccionamiento habitacional con todos los servicios básicos y el equipamiento necesario en un predio privado que se localiza dentro de la zona urbanizable de la ciudad de Cancún.

El Sistema Ambiental en donde se localiza el proyecto "Maderos Residencial" abarca una superficie total de 1,557.43 hectáreas que comprende el área de influencia directa e indirecta del proyecto y corresponde al área donde se prevé la dispersión de los impactos ambientales de este proyecto; abarcando una porción urbanizada de la ciudad de Cancún, que incluye asentamientos humanos y las reservas de crecimiento urbano que se encuentran cubiertas de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia del tipo arbustivo.

Los asentamientos humanos de este sistema ambiental se comunican con la red de vialidades, donde existen amplias perspectivas de desarrollo en el corto y mediano plazo, tal y como lo establecen los instrumentos de planeación vigentes. Es necesario reconocer también que aún existen grandes extensiones con vegetación de selva en proceso de recuperación dentro de las reservas de crecimiento urbano de la ciudad de Cancún.

La vegetación predominante en el sistema ambiental, presenta características que corresponden con una vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia. La selva mediana subperennifolia es el tipo de vegetación más extenso en el municipio, esta comunidad vegetal se desarrolla sobre suelos jóvenes ligeramente planos y con buen drenaje, presenta los individuos de mayor talla, el mayor número de especies y el mayor número de especies protegidas en comparación con los demás tipos de vegetación de este municipio.

Las características geológicas que prevalecen en este sistema ambiental lo definen 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 porción norte de Quintana Roo donde se ubica este sistema ambiental queda comprendida dentro de la Provincia Fisiográfica Plataforma de Yucatán, por lo que presenta un relieve de planicies ligeramente onduladas, con numerosas cavidades de disolución, lo que favorece el drenaje subterráneo.

Para prevenir y controlar los impactos irreversibles y/o acumulativos, que genere este proyecto por la remoción de la vegetación, se deberán respetar las disposiciones que señala el Programa de Ordenamiento Ecológico de Benito Juárez, así como los parámetros establecidos por el Programa de Desarrollo Urbano vigente. Si no se aplican las medidas de prevención y mitigación planteadas los servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo son: De esta manera, mediante el cumplimiento ambiental se garantiza que el proyecto no pone en riesgo los servicios ambientales, no compromete la biodiversidad, ni ocasionara la erosión de los suelos del área de estudio.

Por las tendencias del crecimiento urbano en el área de estudio y la necesidad de dotar de servicios públicos a la población, se considera que la construcción y operación de este proyecto es una alternativa que genera mayores beneficios a la sociedad que los que proporciona este predio baldío en la actualidad.

Las presiones previstas por la expansión de la mancha urbana nos señalan que a corto plazo se presente una tendencia de incremento en el cambio de uso del suelo dentro de este sistema ambiental hacia los usos urbanos como lo prevén los instrumentos de planeación vigentes, por lo que se espera en el corto y mediano plazo no existan las condiciones adecuadas para el desarrollo de poblaciones de flora y fauna silvestres que son sensibles a la presencia humana.

Además de que por su incorporación al desarrollo urbano contribuye al impulso del desarrollo socioeconómico sostenido de la misma y garantiza la dotación de servicios públicos. Finalmente podemos decir que la puesta en marcha del proyecto y una vez concluida la construcción del desarrollo habitacional, traerá consigo que en esta zona y sus alrededores se complemente la oferta de casas requerida para la creciente población de Cancún.

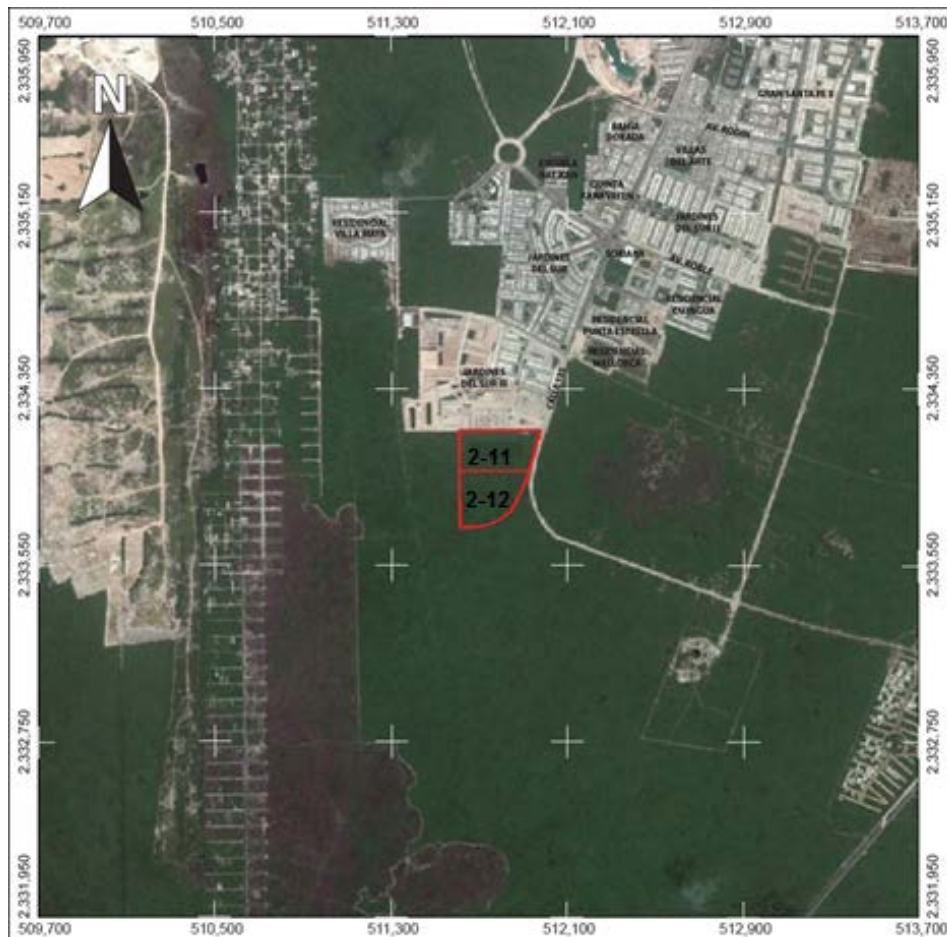


Figura 38. Localización del predio respecto a la expansión de la mancha urbana de la ciudad de Cancún.

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

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 del artículo 117 que a la letra dice: *“La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo”*.

Con base en la información técnica que se adjunta en el presente documento, se pone a consideración de la autoridad competente los argumentos que demuestran que con el desarrollo del proyecto se cumple con los criterios de excepcionalidad para la autorización del cambio de uso del suelo propuesto; debido a que no se compromete la biodiversidad, no se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que el uso alternativo del suelo que se propone es más productivo a largo plazo que la conservación del terreno baldío en las condiciones actuales.

XII.1. Justificación técnica para demostrar que no se compromete la biodiversidad.

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 ó 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 restauración de las interrelaciones funcionales originales.

Con base en los resultados encontrados tanto en el inventario forestal del sistema ambiental, así como los observados en el predio, podemos determinar que en ambos casos predomina una vegetación secundaria arbustiva derivada de selva mediana subperennifolia en proceso de degradación. Por lo tanto es importante resaltar que esta comunidad vegetal no se puede catalogar como una selva mediana subperennifolia en buen estado de conservación, ya que si tomamos en cuenta la composición de especies y la estructura de la vegetación por los parámetros reportados en este estudio (capítulos IV y V).

En cuanto a la riqueza en el predio se registraron 90 especies, de las cuales 60 especies son árboles, 13 especies son arbustivas, 6 son herbáceas, 4 especies son rastreras y

trepadoras, 3 son palmas y 4 son epifitas. Mientras que en el sistema ambiental se identificaron 102 especies vegetales, de las cuales 69 especies son árboles, 11 especies son arbustivas, 3 son palmas, 6 son herbáceas, 5 son epifitas y 8 especies son trepadoras. 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 en menor proporción se encuentran las herbáceas y trepadoras. Siendo que algunos investigadores han reportado que una selva mediana madura presenta más de 437 especies (Ibarra Manríquez *et al.* 1995).

Con el objeto de determinar si el cambio de uso del suelo que se propone compromete la biodiversidad en el sistema ambiental que fue definido, se utilizó el análisis de similitud de Sorensen para comparar la riqueza de especies entre el predio de interés y el sistema ambiental definido para el proyecto. 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 en el otro y por ende la biodiversidad no sería comprometida.

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:

$$QS = \frac{2(90)}{(102 + 90)} \times 100 = 0.94 \times 100 = 94 \%$$

El análisis indica que la similitud de la composición florística en ambos sitios es de 94%, la cual se considera como alta. En consecuencia, el argumento que se sostiene es que no se compromete la riqueza de las especies, aún cuando tenga lugar el desmonte en el área del proyecto, porque la representatividad específica está garantizada en el sistema ambiental adyacente.

En este caso, todas las especies enlistadas en el inventario del predio, se encuentran en la unidad de análisis del sistema ambiental; por lo que éste conserva la totalidad de las especies características de la vegetación del predio propuesto para un eventual cambio de uso de suelo.

Otra forma de aproximarse a la valoración de la conservación de la biodiversidad es mediante la estimación de la diversidad real (H) y la máxima posible (H_{max}) de una

comunidad hipotética con el mismo número de especies mediante el índice de Shannon-Wiener.

Para estimar la diversidad biológica, éste índice se basa en la teoría de la información y asume, que el muestreo de los individuos fue aleatorio a partir de una población indefinidamente grande y que todas las especies están representadas en la muestra.

La fórmula para determinar este índice es:

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

Donde: p_i representa la abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i .

Debemos tener en cuenta que Shannon Wiener da más peso a las especies menos abundantes y poco comunes ó raras, por lo que tiene la tendencia intrínseca a sobrevalorar este tipo de especies.

Los índices de diversidad biológica por estrato tanto en el sitio del proyecto como en el sistema ambiental de referencia indican que la diversidad real encontrada en cada uno de los estratos está muy cercana a la máxima hipotética, por lo que ambos son sitios que representan prácticamente la misma diversidad, (cuadro 67).

En el sistema ambiental se obtuvieron valores de H ligeramente superiores a los del predio, siendo en ambos casos similares los valores de los estratos arbustivo y herbáceo, mientras que el estrato arbóreo es el que presenta los valores más bajos. En el caso de los valores de H_{max} , se observa que en ambos casos el estrato arbustivo es el que presenta el valor más alto, siendo ligeramente superior en el predio. Pero los valores H_{max} de los estratos herbáceo y arbóreo son ligeramente superiores en el sistema ambiental. En cuanto a la equitabilidad el comportamiento es muy parecido en ambos casos.

Cuadro 71. Resultados del índice de diversidad de Shannon-Wiener por estratos.

Sitio	Estrato	Riqueza	H	H_{max}	Equitabilidad
Sistema Ambiental	Herbáceo	20	4.2	4.3	1.0
	Arbustivo	26	4.2	4.7	0.9
	Arbóreo	7	2.5	2.8	0.9
Área sujeta a CUSTF	Herbáceo	18	4.0	4.2	1.0
	Arbustivo	29	4.0	4.9	0.8
	Arbóreo	6	2.1	2.6	0.8

Con relación a la riqueza de las especies, se puede observar que el estrato arbustivo en ambos casos ostenta los mayores valores y la menor riqueza lo podemos encontrar en el estrato arbóreo.

Es importante resaltar que los valores obtenidos para el sistema ambiental son ligeramente más altos con relación a los valores del predio, por lo tanto las especies se encuentran ligeramente mejor distribuidas.

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 del Sistema Ambiental con el VIR del área de CUSTF ó del predio, donde se puede observar que en ambas zonas 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 en el sistema ambiental, 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 el sistema ambiental, se identifican tres grupos de especies y se pudo verificar que la mayoría de las especies registradas en el área de CUSTF se encuentran también dentro del sistema ambiental. 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 del predio.

En el segundo grupo de especies se incluyen las que se registraron en el sistema ambiental 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 del predio. Mientras que en el tercer grupo se incluyen las especies que se registraron en los sitios de muestreo del predio pero que no aparecieron en los sitios de muestreo del sistema ambiental. En este caso como medida preventiva ante posibles riesgos de afectación por la remoción de la vegetación de este predio se han seleccionado las especies con los valores de importancia relativa más bajos y se propone recolectar propágulos, reproducirlas en el vivero, para posteriormente incluirlas en el programa de reforestación de las áreas verdes.

Cuadro 72. Comparativo de los valores de importancia relativa del estrato arbóreo del predio (CUSTF) y del sistema ambiental

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	VIR SA	VIR PREDIO
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	87.2	128.4
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnik	60.3	
<i>Metopium brownei</i>	Chechen	59.2	47.7
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	34.3	46.6
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	20.8	
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	19.1	22.8
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj	19.1	
<i>Calyptranthes pallens</i>	Chacni		28.9
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox		25.6
		300.0	300.0

Cuadro 73. Comparativo de los valores de importancia relativa del estrato arbustivo del predio (CUSTF) y del sistema ambiental

NOMBRE CIENTIFICO	Nombre Comun	VIR SA	VIR PREDIO
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnik	33.7	20.6
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	29.5	32.3
<i>Nectandra coriacea</i>	Joochok ché	26.7	16.8
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj	25.1	9.2
<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	20.3	31.4
<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	17.0	13.8
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Chacyá	16.1	34.6
<i>Ficus maxima</i>	Akum	12.0	3.6
<i>Coccoloba spicata</i>	Bob	10.5	7.7
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	9.8	5.1
<i>Calyptanthes pallens</i>	Chacní	9.4	5.4
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	8.9	30.0
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	8.8	3.9
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	8.8	4.1
<i>Ficus pertusa</i>	Ju'um ch'iich'	7.4	
<i>Eupatorium daleoides</i>		6.7	4.5
<i>Croton niveus</i>		6.4	3.5
<i>Acacia collinsii</i>	Subin	6.2	
<i>Diospyros yucatanensis</i>	Uchul ché	6.1	12.9
<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayte	5.7	
<i>Zuelania guidonia</i>	Tamay	5.5	
<i>Metopium brownei</i>	Chechen	4.7	4.6
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	4.3	8.5
<i>Diospyros tetrasperma</i>	Siliil	3.5	
<i>Cupania dentata</i>	Cude	3.4	3.4
<i>Randia aculeata</i>	X-peech kitam	3.4	
<i>Guettarda combsii</i>	Tastab		9.4
<i>Eugenia axillaris</i>			5.8
<i>Simarouba amara</i>	Pasak		4.9
<i>Ficus obtusifolia</i>	Sak' awaj		4.8
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Chi' keej		4.8
<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo		3.8
<i>Mosannonna depressa</i>	Elemuy		3.5
<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi		3.5
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Chiich boob		3.4
		300.0	300.0

Cuadro 74. Comparativo de los valores de importancia relativa del estrato herbáceo del predio (CUSTF) y del sistema ambiental

Nombre científico	Nombre Común	VIR SA	VIR predio
<i>Nectandra coriacea</i>	Joochok ché	31.1	24.3
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	27.1	24.3
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj	26.3	
<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	17.1	
<i>Bauhinia jenningsii</i>	Lengua de vaca	16.3	
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranjache	16.3	
<i>Lasiacis divaricata</i>	Siit	16.3	
<i>Gymnanthes lucida</i>	Yaite	16.3	
<i>Ottoschultzia pallida</i>	Uvasché	13.1	
<i>Serjania adiantoides</i>		13.1	
<i>Parathesis cubana</i>	Plomoche	12.3	
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	11.5	15.9
<i>Eugenia axillaris</i>		11.5	14.2
<i>Smilax mollis</i>	Ts'ay keej	11.5	
<i>Psychotria nervosa</i>	X-k'anan	11.5	
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	9.9	10.1
<i>Metopium brownei</i>	Chechen	9.9	
<i>Paspalum langei</i>		9.5	
<i>Cissus gossypifolia</i>	Ta'ab kanil	9.5	
<i>Andropogon glomeratus</i>		9.1	10.1
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin		39.0
<i>Hampea trilobata</i>	Majahua		29.4
<i>Paspalum langei</i>			23.1
<i>Simarouba amara</i>	Pasak		16.7
<i>Zygia stevensonii</i>	Kakawche		16.7
<i>Croton niveus</i>			13.4
<i>Mosannonna depressa</i>	elemuy		11.7
<i>Stizophyllum riparium</i>	K'an ak'		11.7
<i>Randia aculeata</i>	X-peech kitam		10.1
<i>Cissus gossypifolia</i>	Ta'ab kanil		10.1
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnik		10.1
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits		9.2
		300.0	300.0

Por lo tanto las especies seleccionadas por presentar los valores de importancia relativa más bajos y que se registraron en los sitios de muestreo del predio pero que no se registraron en los sitios de muestreo del sistema ambiental son: Pasak (*Simarouba amara*), Sak' awaj (*Ficus obtusifolia*), Chi' keej (*Chrysophyllum mexicanum*), Guarumbo (*Cecropia peltata*), Elemuy (*Mosannonna depressa*), Tatsi (*Neea psychotrioides*) y Chiich boob (*Coccoloba diversifolia*). De las cuales se propone

recolectar propágulos para reproducir plantas que serán embolsadas en el vivero y posteriormente incluirlas en las labores de reforestación de las áreas verdes del proyecto.

Por lo tanto, la eventual realización del CUSTF implica el retiro de ejemplares de flora correspondientes a especies de amplia distribución en la zona como son: Yaaxnik (*Vitex gaumeri*), Chaca (*Bursera simaruba*), Joochok ché (*Nectandra coriácea*), Sak chakaj (*Dendropanax arboreus*), Alamo (*Ficus cotinifolia*), Majahua (*Hampea trilobata*), entre otras. La remoción de estas especies generalistas no pone en peligro a esas 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.

Las dos especies de flora que serían afectadas por el CUSTF y que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ambas bajo la categoría de amenazada: *Thrinax radiata* y *Tabebuia chrysantha*, también se observaron en el sistema ambiental. Estas especies están incluidas en el programa de rescate y reubicación de las especies de la vegetación forestal, las cuales se pretenden trasplantar dentro de las áreas verdes, jardines y parques que contempla el proyecto, toda vez que se destinará 11.8% de la superficie total del predio como áreas verdes del fraccionamiento habitacional Maderos Residencial que se pretende construir en este predio.

Con respecto a la riqueza de los grupos de vertebrados, tampoco se esperan afectaciones sustanciales derivadas del cambio de uso del suelo. En este caso se reporta para el predio un total de 15 especies de las cuales 2 son reptiles, 10 son aves y 3 mamíferos, mientras que para el sistema ambiental fueron 3 especies de reptiles 15 especies de aves y 5 de mamíferos con un total de 23 especies registradas en los transectos de muestreo.

Las afectaciones previstas para el caso de las aves se consideran mínimas ya que al presentar hábitos de vuelo en el momento del desmonte pueden desplazarse libremente fuera de la zona de aprovechamiento, sin que se vean afectadas de manera directa. En el caso de los reptiles y mamíferos, se pretende realizar labores de ahuyentamiento previo al desmonte con una cuadrilla de trabajadores para que los individuos presentes puedan desplazarse a los predios circundantes que cuentan con vegetación de selva.

En cuanto a la diversidad biológica de los diferentes grupos de fauna silvestre (vertebrados) registrados en el predio, según el índice de Shannon-Wiener obtenido son muy parecidos con los del sistema ambiental. El grupo de las aves resultó por razones obvias el grupo más diverso registrando un índice H de 2.6 y 3.7 para el sitio del predio y del sistema ambiental respectivamente, que se considera alto. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que debido a su movilidad, muchas de las especies de aves registradas sólo se observaron en tránsito o se encontraban en el predio con el propósito temporal de alimentarse.

En el caso de los réptiles; dicho índice H equivale a 1.0 y 1.5 respectivamente para el predio y el sistema ambiental, que se considera bajo, mientras que para el grupo de los mamíferos los valores del índice de diversidad H es de 1.6 y 2.0 que son ligeramente superiores al de los reptiles pero menor al de las aves por lo que se consideran intermedios.

Cuadro 75. Comparativo de riqueza por grupo de vertebrados registrados en los transectos dentro del predio y del sistema ambiental.

Parámetro	Área sujeta a CUSTF			Sistema Ambiental		
	Reptiles	Aves	Mamíferos	Reptiles	Aves	Mamíferos
Riqueza	2	10	3	3	15	5
Índice H	1	2.6	1.6	1.5	3.7	2.0
Hmax	1	3.3	1.6	1.6	3.9	2.3
Equitabilidad	1	0.8	1	0.9	0.9	0.9

La equitatividad resultó muy similar en todos los grupos. Es importante mencionar que los registros obtenidos en el presente estudio sólo reflejan una parte de las especies de vertebrados que ocurren en este sitio, toda vez que el muestreo se realizó durante un periodo en particular; sin considerar las fluctuaciones estacionales, ya que por su movilidad, sus ciclos de vida y hábitos las especies de fauna en el corto plazo limitan la posibilidad de observar un mayor número de los individuos que pueden habitar el área en otra época del año (cf. Manzanilla y Péeffaur, 2000).

En el predio se reportan dos especies de vertebrados incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la iguana gris (*Ctenosaura similis*) y el cardenal (*Cardinalis cardinalis*), las cuales recibirán atención especial y el mayor esfuerzo de protección durante la aplicación del Programa de Rescate y ahuyentamiento de Fauna Silvestre que forma parte de las medidas de mitigación del proyecto con lo que se espera evitar la captura, daño o muerte de los individuos presentes.

Cabe resaltar que por la colindancia del predio con áreas ocupadas, calles y avenidas en operación y en general por la presencia humana constante, la mayoría de los ejemplares registrados emplean el sitio del proyecto como paso, pernocta y de alimentación temporal, debido a que el predio se encuentra fuertemente presionado por el crecimiento de la mancha urbana, lo que seguramente no sucede con la misma intensidad en el sistema ambiental, puesto que éste contiene en gran parte fragmentos de mayor extensión con vegetación de selva, por lo que en las partes mas alejadas dichas especies lo habitan de forma permanente.

Todo lo anterior nos permite concluir que la biodiversidad referente a la fauna de vertebrados terrestres no se ve comprometida pues todas las especies registradas en el predio también se encuentran en el sistema ambiental.

Asimismo, en el predio se verificó la presencia de 15 especies que representan entre 1.4% reconocido para la Península y hasta 7.5% para el Estado del total de especies de vertebrados terrestres, respectivamente (Pozo 2011). Esta reducida representación proporcional se mantiene al comparar las especies de los diferentes grupos de fauna silvestre registradas en el área del proyecto, con respecto a la reconocida para la Península y el Estado de Quintana Roo (Cuadro 76).

Cuadro 76. Número de especies de vertebrados terrestres reconocida para la Península y Estado de Quintana Roo. Entre paréntesis se indica el porcentaje que representa la riqueza específica presente en el predio del proyecto.

Grupo	Península de Yucatán	Estado de Quintana Roo
Reptiles	139 (1.4%)	106 (1.8%)
Aves	528 (1.8%)	483 (2.0%)
Mamíferos terrestres	45 (6.6%)	40 (7.5%)

Nota: Para el caso de los mamíferos terrestres no se consideran a los murciélagos y a los pequeños roedores de las familias Heteromyidae y Cricetidae.

Si bien es cierto que en la superficie del proyecto existe un reducido número de especies con respecto al reconocido para toda la Península y el Estado, esto es reflejo de la relación especie-área. Por tal motivo, la valoración sobre el criterio de excepcionalidad para demostrar que no se compromete la biodiversidad por el cambio de uso de suelo propuesto dentro del predio del proyecto, se concluye que se tendrá un efecto reducido sobre la riqueza de flora y fauna, lo cual no solo se motiva con el bajo número de especies protegidas que se registraron, sino fundamentalmente en los siguientes hechos:

- a) Existen algunas especies endémicas; pero no se presentan especies restringidas; todas las especies tienen intervalos de distribución amplios, es decir, 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 inducidos.
- b) La superficie que eventualmente será sometida a cambio de uso del suelo para este proyecto es de 12.5 hectáreas, la cuál representa una fracción insignificante del total de las selvas altas y medianas subperennifolias del Estado (estimadas en 2, 891,578.75 hectáreas).
- c) 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 relictos y que tampoco se trata de vegetación poco representada en el Estado como el popal, manglar y la sabana con pino caribeño (Ek-Díaz 2011; Thomassiny y Chan 2011).

Por lo anterior podemos concluir que con la implementación del proyecto no se compromete la biodiversidad, ya que en la superficie de este municipio donde se han realizado levantamientos del inventario forestal estatal se encontraron condiciones predominantes de la vegetación similares a las encontradas en este predio y la

totalidad de las especies reportadas en el predio, se registraron también en el sistema ambiental, así mismo están presentes en otras áreas de la región y del estado, donde se tienen mejores condiciones de conservación. Es importante tener presente que el Inventario Estatal Forestal y de Suelos (2013) indica que para el estado de Quintana Roo existen en total 2, 891,578.75 hectáreas de selvas que representan el 64.9% de la totalidad de la superficie estatal; por lo que al considerar que el impacto del proyecto es puntual en 12.5 hectáreas, podemos concluir que no se pondría en riesgo la biodiversidad de la zona.

XII.2.- Para demostrar que no se provocará la erosión de los suelos

Para demostrar que no se provocará la erosión de los suelos, se considera lo señalado en el capítulo 4 del presente documento, en donde se describe el tipo de suelo presente en la cuenca hidrológica forestal del área del proyecto y el correspondiente al sitio del presente estudio, que de acuerdo con la misma se tiene que el tipo de suelo corresponde a Litosol con Rendzina de clase textural media (I+E/2); así mismo se toma en consideración que el Estado de Quintana Roo presenta un relieve casi plano pero ondulado con escasas pendientes pronunciadas, dando como resultado una erosionabilidad muy escasa.

La superficie que se solicita para cambio de uso del suelo para el proyecto "Maderos Residencial" es de 12.5 hectáreas. Si bien, la remoción de la vegetación forestal y el despalme de esta superficie implica una afectación puntual a los componentes de la flora y el suelo en la superficie que se solicita, en términos de erosión, su impacto no es significativo, toda vez que el desarrollo de este proyecto representa una disminución del suelo forestal para convertirse en suelo útil con fines urbanos en el que las modificaciones de la capa superficial son para lograr su nivelación compactación y control del drenaje dentro de un fraccionamiento habitacional.

Con la finalidad de demostrar que la remoción de la vegetación no provocará la erosión de los suelos de manera significativa en el predio del proyecto, a continuación mediante el modelo de ECUACIÓN UNIVERSAL DE PÉRDIDA DE SUELOS se presentan los resultados estimados. En este sentido se puede decir que el proyecto afectará una superficie de 12.5 hectáreas de terreno considerado en los instrumentos de planeación como urbanizable. Como se ha mencionado para la estimación de la pérdida de suelo que ocurrirá en la superficie de cambio de uso de suelo propuesta y considerando que se trata de un caso hipotético como analogía a continuación se presenta el desarrollo del método empleado y sus resultados.

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

$$E = R K L S C P$$

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 aproximadamente 1012.87 mm que multiplicado por las ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia en el estado de Quintana Roo de acuerdo al mapa y tabla proporcionada por el autor donde existen 14 regiones. La región bajo estudio se asocia bajo un número de la región y se consulta una ecuación cuadrática donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el valor de R.

Cuadro 77. Ecuaciones de erosividad por regiones.

Región	Ecuación	R ²
I	R = 1.2078P + 0.002276P²	0.92
II	R = 3.4555P + 0.006470P²	0.93
III	R = 3.6752P - 0.001720P²	0.94
IV	R = 2.8559P + 0.002983P²	0.92
V	R = 3.4880P - 0.00088P²	0.94
VI	R = 6.6847P + 0.001680P²	0.90
VII	R = -0.0334P + 0.006661P²	0.98
VIII	R = 1.9967P + 0.003270P²	0.98
IX	R = 7.0458P - 0.002096P²	0.97
X	R = 6.8938P + 0.000442P²	0.95
XI	R = 3.7745P + 0.004540P²	0.98
XII	R = 2.4619P + 0.006067P²	0.96
XIII	R = 10.7427P - 0.00108P²	0.97
XIV	R = 1.5005P + 0.002640P²	0.95

De acuerdo con los datos señalados se tiene que el predio del proyecto se ubica dentro de la región XI y por lo tanto, le aplica la ecuación $R = 3.7745 (P) + 0.004540 (P)^2$.

Por lo tanto considerando que la precipitación media anual de la zona donde se ubica el predio y por ende la superficie de cambio de uso de suelo como se ha mencionado es de 1012.87 mm, sustituyendo estos valores en la ecuación obtenemos los siguientes resultados:

$$R = 3.7745 (1012.87) + 0.004540 (1012.87)^2$$

$$R = 8480.68 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

La erosionabilidad del suelo (K) se estima a partir de la textura de los suelos presentes y la cantidad de materia orgánica.

Con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estima el valor de erosionabilidad (K). (Morgan 1986).

Cuadro 78. Valores de K de erosinabilidad de los suelos según textura y % de materia orgánica.

Textura	% de materia orgánica		
	0.0 – 0.5	0.5 - 2.0	2.0 – 4.0
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.010
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena migajosa	0.012	0.010	0.008
Arena fina migajosa	0.024	0.020	0.016
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.030
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenosa fina	0.035	0.030	0.024
Migajón arenosa muy fina	0.047	0.041	0.033
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Limo	0.060	0.052	0.042
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.032	0.026
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arcilla	0.013 - .029		

Mediante el análisis de la carta edafológica del INEGI, se advierte que el predio se encuentra dentro de las unidades edafológicas Litosol más rendzina en clase textural media.

Derivado de lo anterior tenemos que el suelo presente en la superficie de cambio de uso de suelo es de textura migajón arenoso y el contenido de materia orgánica del 2.0%, por lo tanto el valor de K estimado de 0.019 de acuerdo al cuadro presentado anteriormente.

K= 0.019

La longitud y grado de pendiente. 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 11 msnm

La altura de la parte baja del terreno es de 10 msnm

La longitud promedio del terreno analizado es de 300 m.

Entonces tenemos:

$$S = 11 - 10 / 300$$

$$S = 1 / 300$$

$$S = 0.0033 (100)$$

$$S = 0.33 \%$$

Al conocer la pendiente y la longitud de la pendiente, entonces el factor, Ls se calcula como sigue:

$$LS: (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965 (s) + 0.00138 (s)^2)$$

λ = Longitud de la pendiente

S= Pendiente media del terreno

M= Parámetro cuyo valor es 0.5

De acuerdo con los resultados obtenidos y sustituyendo los valores en la fórmula tenemos:

$$LS = (300)^{0.5} (0.0138 + 0.00965 (0.33) + 0.00138 (0.33)^2)$$

$$LS = (17.32) (0.01713)$$

$$LS = 0.29$$

Por consiguiente la erosión potencial es:

$$E = R * K * LS$$

$$E = 8480.68 * 0.019 * 0.29$$

E= 46.72 ton/ha/año en suelo sin vegetación y sin prácticas de conservación del suelo y del agua, lo que significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de 4.6 mm, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo.

Que multiplicado por un factor de vegetación C de 0.001, (bosque con cobertura vegetal).

$$E = 46.72 * \text{factor de vegetación}$$

$$E = 46.72 * .001$$

$$E = 0.046 \text{ toneladas/ha/año.}$$

De acuerdo con los cálculos realizados en los apartados anteriores, la erosión neta para el predio sería de 46.72 ton/ha/año en suelo sin vegetación y sin prácticas de conservación del suelo y del agua, lo que significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de 4.6 mm, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo. Mientras que con vegetación la erosión potencial sería de 0.046 toneladas/ha/año, lo que significa que anualmente se pierde una lámina de suelo de 0.46 mm. Resultando una erosión neta ya que es inferior a la erosión máxima permisible que en algunas regiones de México es de 10 ton/ha año

Sin embargo para darle sentido a lo anterior, tenemos que la pérdida de suelo por erosión con la eliminación de la vegetación por el cambio de uso de suelo sin prácticas de conservación sería significativa en el caso de que estuviera expuesto durante todo el año a las condiciones del clima (viento y lluvia), por lo que se tendría una pérdida de 46.72 ton/ha/año. Tal como se ha mencionado esta pérdida de suelo sería 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 del proceso constructivo, entonces tenemos que la pérdida efectiva es de aproximadamente 3.84 ton/ha/año ($46.72 * 30 / 365$), lo cual se considera poco significativo ya que esta medida reduce la erosión del suelo, inferior a la erosión máxima permisible que en algunas regiones de México es de 10 ton/ha año. Asimismo, se considera realizar los trabajos durante el periodo de secas, esto para reducir aún más la erosión del suelo por arrastre del agua de lluvia, así como llevar a cabo de forma inmediata el sellado de la superficie removida.

Para agregar argumentos que demuestran que no se provocará la erosión de los suelos debido al cambio de uso del suelo propuesto para el proyecto Maderos Residencial a continuación se presentan 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 del cuadro 79 y en las siguientes imágenes.

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 debido 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.

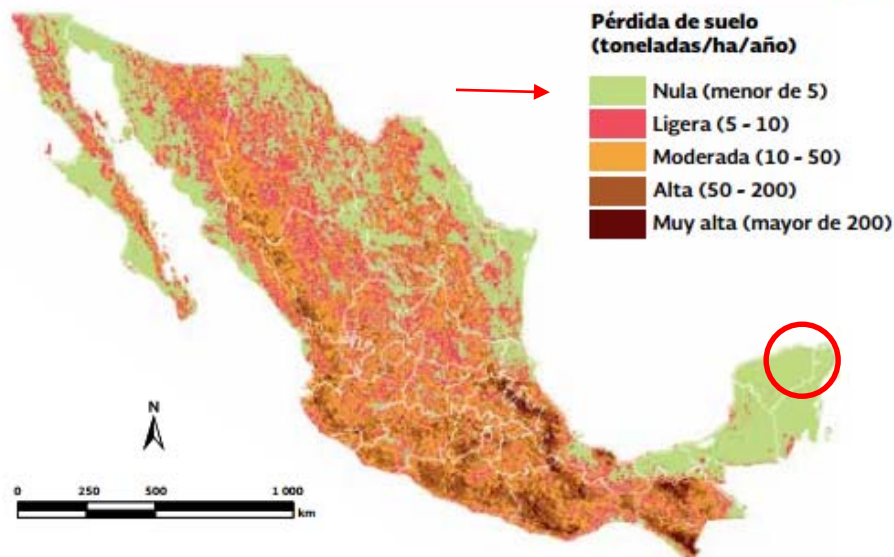
Cuadro 79. Degradación de suelos en Quintana Roo: extraída de la superficie afectada por procesos, por entidad federativa, según niveles de degradación, 2002 (hectáreas)

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.

Erosión hídrica potencial de suelos según nivel, 2002

Mapa 3.2



Fuente:
 Elaboración propia con datos de:
 Semarnat y UACh. Evaluación de la pérdida de suelos por erosión hídrica y eólica en la República Mexicana, escala 1: 1 000 000. Memoria 2001-2002. México. 2003.

Figura 39. Erosión Hídrica Potencial de suelos

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.

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 40).

Erosión eólica potencial de suelos según nivel, 2002

Mapa 3.3

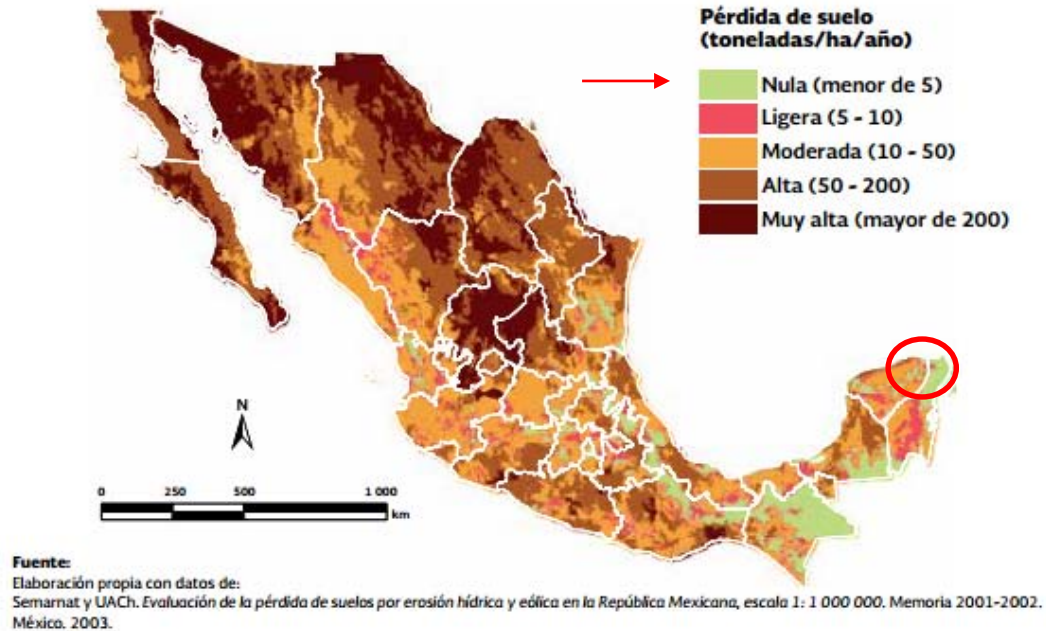


Figura 40. Erosión eólica Potencial de suelos

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.

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 12.5 hectáreas no aumentará la erosión del suelo, debido a que de forma natural es muy baja en todo el Sistema Ambiental, ya que no existen pendientes continuas mayores al 5% tanto en el predio como en el sistema ambiental y en la zona norte de la entidad; donde por las características de un terreno ondulado los escurrimientos son de muy corto recorrido. Asimismo, conforme se avance en las

siguientes etapas del proyecto (desmote, despalle y construcción) se contará con una serie de medidas de prevención y mitigación de los procesos erosivos.

A continuación se plantean las medidas de prevención y mitigación propuestas para atenuar los posibles impactos que pudieran provocar la erosión del suelo entre los que se encuentran:

- 1.- Se realizará el rescate de la tierra vegetal para evitar la extracción de este material en otros sitios y la recuperación del material de despalle.
- 2.- El desmote 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 erosión.
- 3.- Se protegerá el suelo a través de humedecimiento constante según se requiera, dentro de las áreas desmontadas para evitar la suspensión de sedimentos (polvos).
- 4.- Se utilizará la tierra vegetal en el embolsado de las plantas en el vivero temporal y la restante será incorporada en las áreas verdes del proyecto como parte de proceso de acondicionamiento del suelo.
- 5.- En las áreas verdes del proyecto, se realizará la distribución de una capa del material triturado proveniente de los residuos vegetales del desmote para prevenir efectos erosivos del suelo en las porciones descubiertas y propiciar la reforestación.

XII.3.- Para demostrar que no se provocará el deterioro de la calidad del agua y la disminución en su captación.

En relación con los argumentos que demuestran que no se provocará el deterioro de la calidad del agua y la disminución en su captación, se considera que con el desarrollo del proyecto Maderos Residencial, este recurso no se verá afectado negativamente, ya que no se pretende extraer agua subterránea, ni superficial; el agua que se requiere para la construcción será adquirida de terceros, a través del abastecimiento municipal. Asimismo, se reconoce que mediante la ejecución de las medidas de prevención y mitigación propuestas se podrá garantizar la continuidad de los procesos de infiltración del agua lluvia al subsuelo en las áreas verdes, la captación pluvial a través de los pozos de absorción autorizados en las superficies impermeables y mediante las prácticas de prevención de la contaminación.

La zona del proyecto se ubica en la región hidrológica Yucatán Norte y particularmente en la Cuenca Quintana Roo (32-A). Dicha cuenca ocupa el 31% del Estado, tiene una precipitación de 800 a 1500 mm, 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 geohidrológica está formada por material consolidado con rendimiento alto mayor a 40 litros por segundo (lps) y es la más extensa en Quintana Roo con el 76% de la superficie Estatal (Herrera y Heredia 2011).

La capacidad de infiltración de un suelo se relaciona con la cantidad de lluvia que puede absorber en unidad de tiempo, por lo que depende 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 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).

Es por esto, que a continuación se presenta la metodología empleada y el resultado de la estimación de la infiltración en este predio con vegetación así como de la superficie donde se pretende el cambio de uso de suelo (12.50 ha) para calcular el volumen del agua pluvial que se dejará de infiltrar por la remoción de la vegetación.

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%". Asimismo, el predio será considerado con un uso de "Bosque, cubierto en más del 75%".

A cada uno de ellos le corresponde un valor k , cuyo valor se obtiene aplicando las ecuaciones siguientes:

Se aplica esta ecuación debido a que el valor de k es menor que 0.15.

$$C_e = K * \frac{(P - 250)}{2000}$$

Donde:

C_e = Coeficiente de escurrimiento

k = Constante de tipo y uso de suelo

P = Precipitación anual en mm

Donde:

Se aplica esta ecuación debido a que el valor de k es mayor que 0.15.

$$C_e = K * \frac{(P - 250)}{2000} + \frac{(K - 0.15)}{1.5}$$

Donde:

C_e = Coeficiente de escurrimiento

k = Constante de tipo y uso de suelo

P = Precipitación anual en mm

Además de que se debe mencionar que también sólo es válida para valores de precipitación anual entre 350 y 2,150 mm anuales.

Para el caso particular del proyecto, se tienen los siguientes datos:

P = Precipitación en el sitio, la reportada por la Estación meteorológica Cancún con un valor de 1,012.87 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:

Cobertura del bosque	Tipo de suelo		
	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;

Zona Urbana = 0.26

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%

$$C_e = 0.07 * \frac{(1012.87 - 250)}{2000} = 0.07 * 0.38143 = 0.0267004$$

2) Zonas urbanas%

$$C_e = 0.26 * \frac{(1012.87 - 250)}{2000} + \frac{(0.26 - 0.15)}{1.5} = 0.26 * 0.38143 + 0.07333 = 0.1725018$$

El volumen medio anual de escurrimiento natural se estima a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen anual de escurrimiento natural Millones de metros cúbicos} = \left(\text{Precipitación anual de la cuenca m} \right) * \left(\text{Área de afectación Km}^2 \right) * \left(\text{Coeficiente de escurrimiento} \right)$$

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%

$$Vol_{ESC} = 1.0128 * 0.1250 * 0.0267004 = 0.0033802 \text{ Mm}^3$$

2) Zonas urbanas

$$Vol_{ESC} = 1.0128 * 0.1250 * 0.1725018 = 0.0218387 \text{ Mm}^3$$

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):

$$I = P - Vol/ESC$$

Donde:

- I: Volumen estimado de infiltración en el área de interés (m³)
- P: Precipitación media anual en el área de interés (m³),
Dónde: P = Precipitación anual (m) * Superficie del área de interés (km²)
- E: Volumen estimado de escurrimiento en el área de interés (m³)

Con lo que el escurrimiento y la infiltración se obtienen de la siguiente forma:

- 1) Bosque cubierto más del 75%.

$$\text{Infiltración} = 0.140171 - 0.0033802 = 0.136790 = 136,790 \text{ m}^3$$

- 2) Zonas urbanas.

$$\text{Infiltración} = 0.140171 - 0.0218387 = 0.118332 = 118,332 \text{ m}^3$$

Con los resultados obtenidos, el proyecto y su cambio de uso de suelo en 12.50 hectáreas en donde se retirará la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia y se desplantará el proyecto, en dicha superficie actualmente cubierta de vegetación se puede captar un volumen de 136,790 m³/año, los cuales se infiltran al suelo y subsuelo.

Al convertirse el predio en una zona urbana debido a la implementación del proyecto, esto provocará su disminución en la captación del volumen de agua pluvial a 118,332 m³/año, 18,458 m³ anuales menos de lo que teóricamente se captaría con la cobertura de la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

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 (vialidades y casas), estas se podrán dirigir estratégicamente sobre las áreas verdes y pozos de absorción que servirán como captadores de agua aumentando la recarga de agua de lluvia al subsuelo.

Dentro de las 12.50 hectáreas que se solicitan para el cambio de uso de suelo, habrán de destinarse como áreas verdes de este proyecto una superficie total de 14,763.49 m² (1.476 has) donde se pretende proteger los ejemplares arbóreos que no interfieran con el proyecto y donde se pretende reubicar las plantas que se rescaten de las áreas de desmonte. Estas áreas verdes serán permeables por lo que su mantenimiento permitirá la infiltración del agua pluvial en el 11.8% de la superficie total de este predio.

No obstante que para el desarrollo del proyecto Maderos Residencial se requiere el cambio de uso de suelo en 12.5 hectáreas en donde se pretende realizar labores de 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 muy bajos (cifras que resultan prácticamente

imperceptibles) en relación con los volúmenes que se continuarán captando en toda la Península de Yucatán, la región hidrológica Yucatán Norte y la cuenca de Quintana Roo 32-A.

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:

En la Península de Yucatán se cuenta con 7,294m³/hab/año de "agua renovable" en tanto que a nivel nacional la media es de 4,263 m³/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 Hm³/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.

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 41. 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.

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	2 392
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 42. Acuíferos en las Regiones Hidrológicas Administrativas. Fuente: Conagua. Subdirección General Técnica, 2010.

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 grandes acuíferos de los cuales ninguno está sobreexplotado y uno de ellos tiene aguas subterráneas salobres (corresponde al acuífero de Xpujil, en Campeche).

En el municipio de Benito Juárez, 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.

Al considerar el escenario con el proyecto y su cambio de uso de suelo en 12.5 hectáreas en donde se pretende retirar la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia para desplantar el proyecto, en dicha superficie actualmente cubierta de vegetación existe una infiltración del agua pluvial que resulta disminuida al eliminar la cubierta vegetal, lo anterior debido al incremento en la evaporación que ocurriría cuando el agua de lluvia caiga sobre el desarrollo habitacional.

Sin embargo es importante resaltar que al aprovechar la topografía del terreno donde se localiza el proyecto, se pretende que una parte del agua captada sobre la superficie construida (vialidades y casas), estas se podrán dirigir estratégicamente sobre las áreas verdes y los pozos de absorción que servirán como captadores de agua aumentando la recarga de agua de lluvia al subsuelo. Bajo esta perspectiva, aun cuando el proyecto modifica el proceso de infiltración del agua pluvial no se afectará de manera significativa la captación del agua pluvial en la zona. Por lo que la información generada permite concluir que la ejecución del proyecto no comprometerá la cantidad del agua con respecto al predio, del sistema ambiental y de la cuenca

De manera adicional, como se ha señalado anteriormente el proyecto mantendrá 1.474 hectáreas como áreas verdes que representan el 11.8% de la superficie total del predio, lo que contribuirá a la recarga natural del acuífero, además a largo plazo se pretende mantener como áreas permeables el 40.6% del predio, por lo que no se limitará la capacidad y calidad de infiltración del agua pluvial si se ejecutan todas las medidas de prevención de la contaminación planteadas por este proyecto. De acuerdo con lo anterior se garantiza la continuidad de los procesos de infiltración del agua de lluvia al subsuelo en las áreas verdes permeables y de manera adicional se contará con una red de pozos de absorción suficiente para evitar inundaciones dentro del fraccionamiento, por lo que al llevar a cabo la ejecución del proyecto no se afectará la cantidad del agua pluvial que será captada.

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, en referencia a lo señalado en el capítulo X del apartado de 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 el sistema ambiental y en la zona norte de Quintana Roo en general, 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 karsticidad 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 del agua.

1. Considerando el adecuado manejo de la superficie de las áreas verdes de este proyecto y en general de las áreas permeables se podría reducir el número de pozos de absorción indispensables para prevenir riesgos de inundación ante eventos meteorológicos con alta concentración de la precipitación.
2. 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 usos de suelo conforme al programa de manejo de residuos.

3. 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 20 trabajadores, mismos que se les dará mantenimiento continuo, además se realizará de manera adecuada la disposición final de dichas aguas.
4. 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.

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 la ejecución del proyecto no comprometerá la cantidad ni la calidad del agua con respecto al predio y la cuenca.

XII.4.- Justificación del uso alternativo propuesto, el cual debera ser más productivo a largo plazo

De acuerdo con la información presentada en el presente estudio, la estimación del valor económico total de los recursos biológicos de la superficie de cambio de uso de suelo, considerando los valores de uso (directo e indirecto), así como los de "no uso" (opción, legado y existencia), asciende a la cantidad estimada de \$ 751,088.01 (setecientos cincuenta y un mil ochenta y ocho pesos 01/100 M.N.) tal como se desglosa en el capítulo XV.

Por otra parte, el monto de la inversión programada para la ejecución de las etapas de cambio de uso del suelo del proyecto propuesto es de \$ 50, 000,000.00 (cincuenta millones de pesos 00/100 M.N.). Considerando las cifras señaladas anteriormente, tenemos que el monto de inversión del proyecto en 2 años es superior al valor económico total de los recursos biológicos de la superficie de CUSTF por un periodo similar, lo que asegura que el cambio de uso de suelo propuesto será más productivo.

Ahora bien, como referencia si al monto de inversión inicial le sumamos el costo del proceso constructivo de la obra (etapa que no se somete a evaluación), en la que se requiere una inversión de \$200, 000,000.00 (son doscientos millones de pesos 00/100 M.N.). Estos montos son sin considerar los beneficios sociales y económicos que se generarán durante la etapa de operación del fraccionamiento con la utilización de 750 viviendas por igual número de familias que resultarán beneficiadas.

Entonces tenemos como resultado que el proyecto tendrá una inversión total de aproximadamente \$ 250, 000,000.00 (son doscientos cincuenta millones de pesos 00/100 M.N.). en estas etapas serán requeridos de la participación directa de aproximadamente 60 personas de la región por concepto de empleos temporales para las actividades relacionadas con el cambio de uso del suelo, así como diversos empleos indirectos en la zona estimado en aproximadamente 100 empleos temporales durante las etapas de preparación y construcción de las obras.

En este sentido, podemos concluir categóricamente que el cambio de uso de suelo propuesto, es más productivo a largo plazo, que si se mantuviera dicho predio en sus condiciones actuales. Por lo tanto, no tienen el valor potencial que permita rebasar la relación beneficio-uso, comparado con la derrama económica que ocasionaría realizar el proyecto. En consecuencia es evidente que el uso propuesto para el predio del proyecto resulta más apto que el del uso forestal.

La inversión proyectada para este proyecto no sólo incluye el punto de vista económico, 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 del territorio (dado que este proyecto asignará recursos para la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales previstos), se realice con pleno respeto a la normativa vigente.

Por lo que se considera que el supuesto establecido en el Artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable relativo a que los usos alternativos del suelo propuestos serán más productivos a largo plazo, es admisible.

XII. 5.- Justificación de los factores socio-económicos

La sustentabilidad urbana hace referencia a las condiciones de integración y articulación de proyectos que permiten la funcionalidad de una ciudad, lo que a su vez refleja y determina la calidad de vida de sus habitantes, ya que está estrechamente relacionada con los riesgos para el medio ambiente, así como la salud y calidad de vida de sus pobladores. Esa funcionalidad se expresa en las realidades materiales que ofrece el medio urbano, como la dotación y calidad de servicios públicos básicos, el equipamiento urbano, las vialidades, los espacios públicos y un ambiente limpio y sano.

Es importante mencionar que el predio del proyecto se ubica en una zona con alto potencial para el desarrollo urbano de la ciudad de Cancún, en particular se ubica dentro de una zona regulada por el PDU-CPC; y de acuerdo con dicho instrumento normativo, en el predio del proyecto se puede llevar a cabo un fraccionamiento mixto a través de viviendas unifamiliares o multifamiliares, comercios, vialidades, etc., según los usos de suelo aplicables.

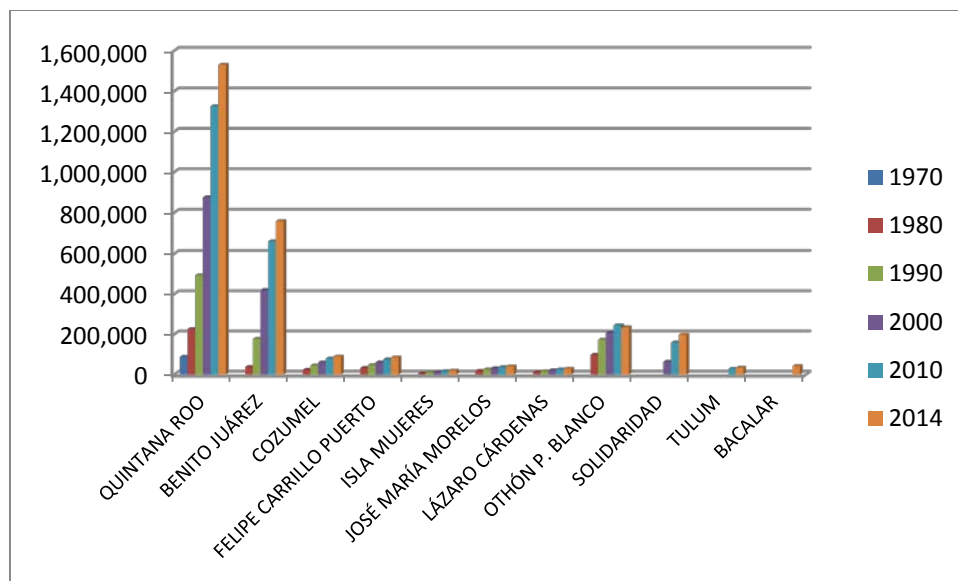


Figura 43. Crecimiento poblacional del estado de Quintana Roo.

En solo 44 años, la población del estado de Quintana Roo se ha incrementado en 17 veces, pasando de 88,150 habitantes en 1970 a 1'529,877 en 2014. El mayor crecimiento se presentó en el municipio de Benito Juárez. De esta misma forma, la ciudad de Cancún ha sido el principal motor del este crecimiento demográfico al incrementar su población 3.7 veces de 1990 a 2010, si bien Playa del Carmen y Tulum han crecido aún más, si bien su población e infraestructura urbana es mucho menor.

Cuadro 80. Tasa de crecimiento entre los quinquenios de 1990-2010 en las principales poblaciones del estado de Quintana Roo.

	Tasa de crecimiento entre Quinquenios				Multiplicador
	2005-2010	2000-2005	1995-2000	1990-1995	1990 a 2010
Quintana Roo	3.10	5.21	4.36	7.10	2.7
Cozumel	1.57	3.74	4.27	6.90	2.3
Felipe Carrillo Puerto	3.58	2.98	2.43	5.14	2.0
Isla Mujeres	2.52	2.12	3.72	4.31	1.9
Chetumal	2.00	2.36	1.09	4.03	1.6
Cancún	3.53	5.64	5.80	11.44	3.7
José María Morelos	2.39	1.97	1.96	5.58	1.8
Kantunilkin	2.27	1.98	2.64	2.22	1.6
Playa del Carmen	8.02	16.67	18.13	34.77	48.4
Tulum	4.19	15.74	12.51	10.69	8.6

Partiendo del hecho de que en el Municipio de Benito Juárez y en particular la ciudad de Cancún, ha rebasado los límites de crecimiento económico y demográfico pronosticados en los Planes Directores anteriores, así como en su Programa original de Desarrollo. Esta situación ha motivado el surgimiento de asentamientos irregulares, así como la apertura improvisada de nuevas zonas urbanas, sin la debida integración a la estructura urbana y al sistema vial y de transporte. En la mayoría de los casos, tampoco se han establecido los derechos de vía adecuados para la infraestructura requerida.

Particularmente, en el área materia del Programa de Desarrollo Urbano donde se circunscribe el predio del proyecto, está llamada a formar parte del área urbana en un plazo relativamente corto debido a su falta de aptitud para el desarrollo agrícola y/o forestal, además de que goza de una localización estratégica, lo que ha originado que ya desde ahora, se encuentra sujeta a presiones de crecimiento.

En base a lo anterior, se hace necesario agilizar el cambio de uso de suelo propuesto, ya que este desarrollo habitacional contribuirá a reducir, si bien en menor escala, la demanda actual de vivienda en la zona donde se circunscribe, así como en la ciudad de Cancún; por lo tanto, aportará un gran beneficio a la sociedad al proporcionar viviendas para su bienestar y desarrollo familiar.

De forma complementaria, resulta importante mencionar que todo desarrollo habitacional, también implica la creación de áreas verdes ajardinadas, parques, vialidades, así como áreas de recreo y esparcimiento para la gente que habitará en el fraccionamiento y también de aquellos que viven en los desarrollos aledaños; lo que proveerá de bienestar social para la comunidad que reside en la ciudad de Cancún.

Por último, no hay que dejar de mencionar la oferta de empleo se mejora ya que para este proyecto se requiere de la participación directa de aproximadamente 60 personas de la región por concepto de empleos temporales para las actividades relacionadas

con el cambio de uso del suelo, así como diversos empleos indirectos en la zona estimado en aproximadamente 100 empleos temporales durante las etapas de preparación y construcción de las obras

Estas cifras permiten asumir, que el proyecto tendrá un alto impacto social, puesto que también generará ingresos económicos durante la operación del fraccionamiento para los trabajadores de la localidad que se dedican al comercio y la prestación de servicios, a través de la cadena de oferta de empleos que se podrá generar.

Debido a que el proyecto se ajusta a los lineamientos ambientales y urbanos impuestos en los instrumentos de planeación vigentes, se puede concluir que el cambio de uso de suelo que se propone, no rebasa los umbrales del aprovechamiento sustentable de la ciudad de Cancún y el Municipio Benito Juárez y en consecuencia, el proyecto es congruente con las políticas ambiental y urbana, lo que permite aseverar que es viable.

XIII. DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DE LA PERSONA QUE HAYA FORMULADO EL ESTUDIO Y EN SU CASO DEL RESPONSABLE DE DIRIGIR LA EJECUCIÓN.

La persona responsable de la formulación del presente Documento Técnico Unificado Modalidad A, para el trámite de cambio de uso de suelo forestal es el M. en C. Julio Rafael Castillo Espadas, Prestador de Servicios Técnicos Forestales persona Física, con inscripción al Registro Forestal Nacional en el Libro QROO, Tipo UI, Volumen 2, Número 21; Año 12, (anexo 8) con Registro Federal de Causantes CAEJ 601220 LI1; y cédula profesional 2833250,

Asimismo, es responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo forestal en su parte técnica, hasta que el representante legal, el promovente o el prestador de servicios técnicos forestales notifiquen lo contrario a la autoridad, en observancia al artículo 83 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Atentamente

M. en C. Julio Rafael Castillo Espadas.

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

El presente estudio que se pone a consideración de la Delegación Federal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el Estado de Quintana Roo, corresponde al **Documento Técnico Unificado Modalidad A para la solicitud de la autorización del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales en materia de impacto ambiental y forestal, para una superficie de 125,000.00 m² con el fin de poder desarrollar el proyecto "Maderos Residencial" (Fig. 44).**

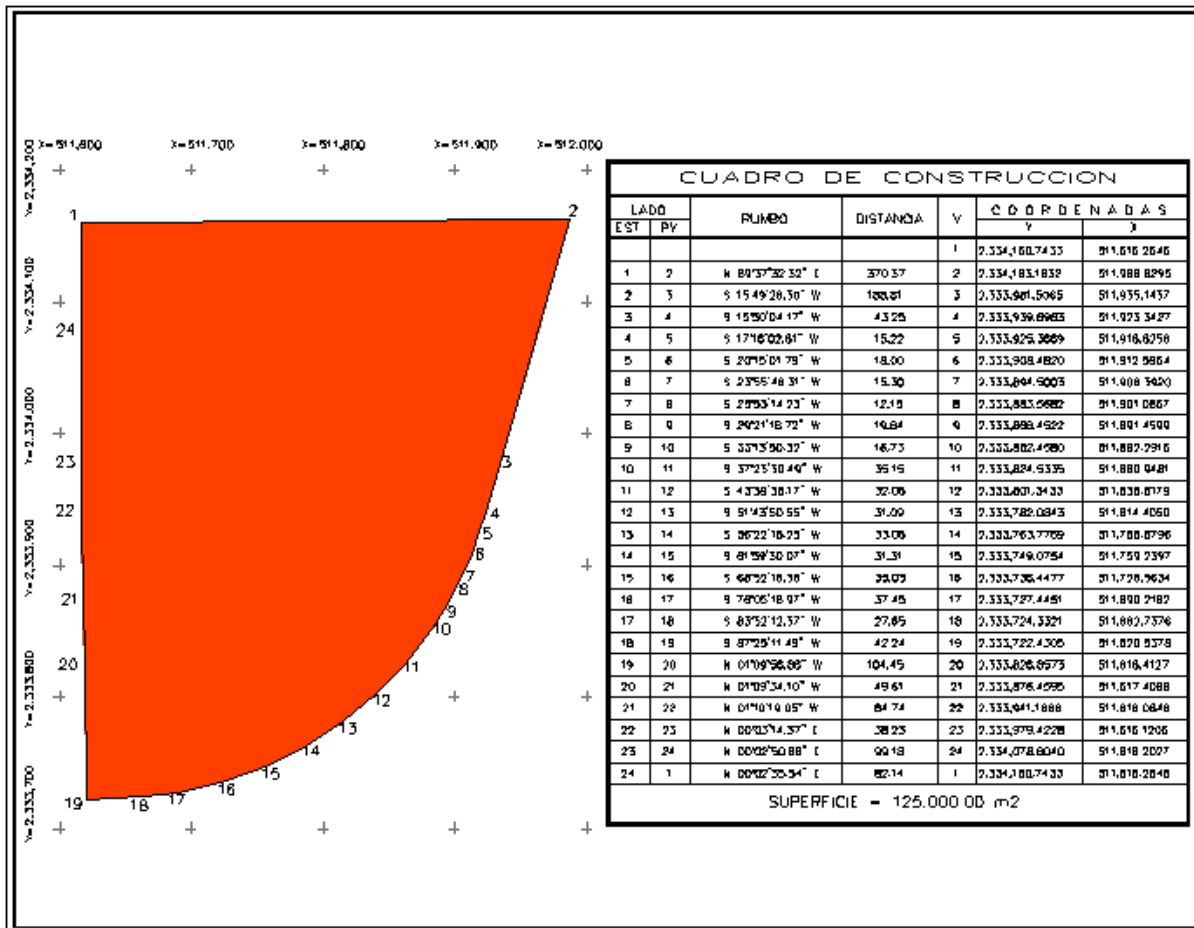


Figura 44. Superficie de CUSTF del proyecto "Maderos Residencial".

Lo anterior en apego a la Fracción Quinta del "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 materia forestal que se indican y se asignan atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan" publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 2010, la cual establece que "las Delegaciones

Federales de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales resolverán el trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, en sus modalidades A y B, cuando los solicitantes sean particulares".

Así mismo, la integración del presente Documento Técnico Unificado se basa en lo manifestado en la Fracción Sexta del acuerdo citado, que a la letra dice:

SEXTO. El documento técnico unificado correspondiente al trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal modalidad A, contendrá la información indicada en los artículos 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 121 de su Reglamento, así como la señalada en el artículo 12, fracciones I, III, V y VIII, del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

XIV.1. Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POET)

XIV.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez

El sitio del proyecto se encuentra dentro del ámbito de aplicación del **Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez**, Quintana Roo (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo del 27 de febrero de 2014) (Fig. 45).

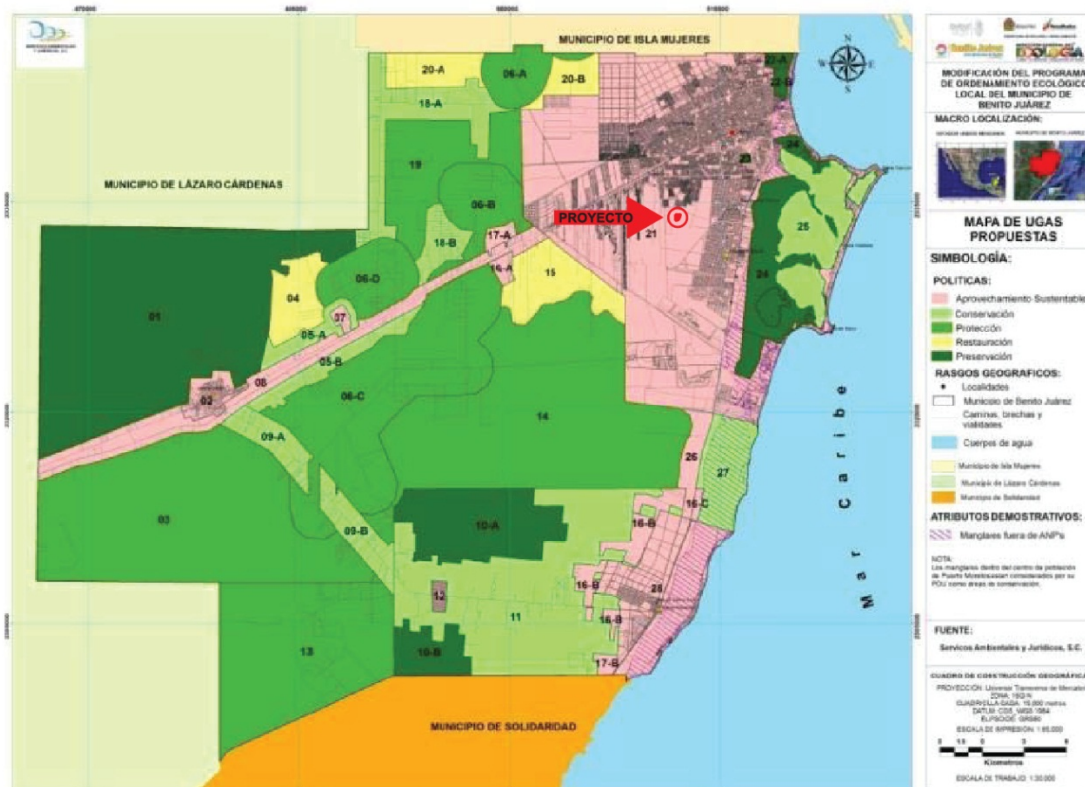
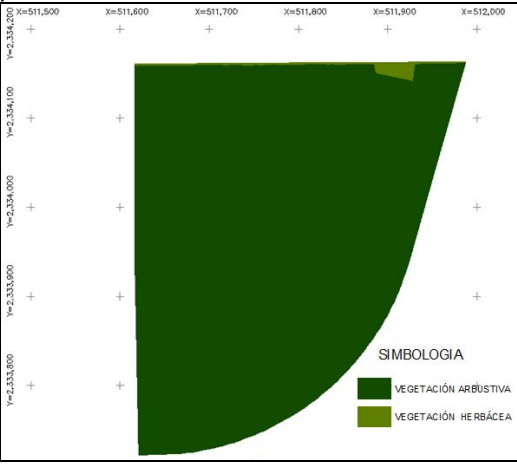


Figura 45. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.

En el **Cuadro 81**, se presenta la vinculación de los criterios ecológicos de aplicación general, que son de observancia en todo el territorio municipal de Benito Juárez, independientemente de la unidad de gestión ambiental en la que se ubique el proyecto o actividad.

Cuadro 81. Criterios ecológicos generales del POEL del Municipio de B.J.

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES	VINCULACIÓN AL PROYECTO
CG-01	En el tratamiento de plagas y enfermedades de plantas en cultivos, jardines, áreas de reforestación y de manejo de la vegetación nativa deben emplearse productos que afecten específicamente la plaga o enfermedad que se desea controlar, así como los fertilizantes que sean preferentemente orgánicos y que estén publicados en el catálogo vigente por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	No se contempla el uso de agroquímicos durante la implementación del CUSTF del proyecto. Sin embargo, en caso de llegarse a requerir tratamiento de plagas y enfermedades en la vegetación o plantas rescatadas que se encuentren en mantenimiento en el vivero, se emplearán únicamente los autorizados por la CICOPLAFEST.
CG-02	Los proyectos que en cualquier etapa empleen agroquímicos de manera rutinaria e intensiva, deberán elaborar un programa de monitoreo de la calidad del agua del subsuelo a fin de detectar, prevenir y, en su caso, corregir la contaminación del recurso. Los resultados del Monitoreo se incorporarán a la bitácora ambiental.	No se contempla el uso de agroquímicos de manera rutinaria o intensiva durante la implementación del proyecto en sus diferentes etapas. Sin embargo, en caso de llegarse a requerir tratamiento de plagas y enfermedades en la vegetación o plantas rescatadas que se encuentren en mantenimiento en el vivero, se emplearán únicamente los autorizados por la CICOPLAFEST y se llevará un registro.
CG-03	Con la finalidad de restaurar la cobertura vegetal que favorece la captación de agua y la conservación de los suelos, la superficie del predio sin vegetación que no haya sido autorizada para su aprovechamiento, debe ser reforestada con especies nativas propias del hábitat que haya sido afectado.	El sitio del proyecto se encuentra cubierto en su totalidad con vegetación secundaria arbustiva (VSa/SMQ) y herbácea (VSh/SMQ) derivadas de Selva Mediana Subperennifolia, por lo que no requiere restaurar la cobertura vegetal. Sin embargo, para favorecer la captación de agua se destinará como área permeable el 40.6% de la superficie total del predio, en cumplimiento a lo establecido por el artículo 132 de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo. Asimismo, para favorecer la conservación de los suelos se destinará como áreas verdes el 11.8% de la superficie total del predio.
CG-04	En los nuevos proyectos de desarrollo urbano, agropecuario, suburbano, turístico e industrial se deberá separar el drenaje	El proyecto, en su etapa de construcción y operación, acatará fielmente esta disposición toda vez que las redes

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	<p>pluvial del drenaje sanitario. El drenaje pluvial de techos, previo al paso a través de un decantador para separar sólidos no disueltos, podrá ser empleado para la captación en cisternas, dispuesto en áreas con jardines o en las áreas con vegetación nativa remanente de cada proyecto. El drenaje pluvial de estacionamientos públicos y privados así como de talleres mecánicos deberá contar con sistemas de retención de grasas y aceites.</p>	<p>sanitarias y de aguas pluviales se manejarán por separado.</p> <p>El agua de lluvia será infiltrada al subsuelo mediante el empleo de pozos de absorción, y las aguas residuales generadas por los usuarios del proyecto (negras y grises) serán canalizadas a la planta de tratamiento de aguas residuales municipal a través del sistema de drenaje y alcantarillado.</p>
<p>CG-05</p>	<p>Para permitir la adecuada recarga del acuífero, todos los proyectos deben acatar lo dispuesto en el artículo 132 de la LEEPAQROO o la disposición jurídica que la sustituya.</p>	<p>Dado que el sitio del proyecto "Maderos Residencial" cuenta con una superficie total de 125,000.00 m² (12.50 Has), tiene la obligación de proporcionar como área permeable el 40%.</p> <p>El proyecto da cabal cumplimiento a las superficies permeables requeridas, dado que pretende destinar como área permeable el 40.6% de la superficie total del sitio del proyecto.</p>
<p>CG-06</p>	<p>Con la finalidad de evitar la fragmentación de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones se deberán agrupar las áreas de aprovechamiento preferentemente en áreas "sin vegetación aparente" y mantener la continuidad de las áreas con vegetación natural. Para lo cual, el promovente deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de la infraestructura planteada por el proyecto, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.</p>	<p>El sitio del proyecto presenta una distribución casi homogénea de vegetación secundaria arbustiva (Vsa/SMQ) dado que representa el 98.81% de la superficie total del predio. Por lo tanto, el sitio del proyecto no cuenta con áreas "sin vegetación aparente" que se deban aprovechar preferentemente.</p> 
<p>CG-07</p>	<p>En los proyectos en donde se pretenda llevar a cabo la construcción de caminos, bardas o cualquier otro tipo de construcción que pudiera interrumpir la conectividad ecosistémica deberán implementar pasos de fauna menor (pasos inferiores) a cada 50 metros, con excepción de áreas urbanas.</p>	<p>Dado que el sitio del proyecto se localiza en un área urbana, no requiere de la instalación de los pasos de fauna citados en el presente criterio.</p>

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES	VINCULACIÓN AL PROYECTO
CG-08	Los humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes, cuerpos de agua superficiales, presentes en los predios deberán ser incorporados a las áreas de conservación.	En el sitio del proyecto no se registra la presencia de humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes o cuerpos de agua superficiales.
CG-09	Salvo en las UGAs urbanas, los desarrollos deberán ocupar el porcentaje de aprovechamiento o desmonte correspondiente para la UGA en la que se encuentre, y ubicarse en la parte central del predio, en forma perpendicular a la carretera principal. Las áreas que no sean intervenidas no podrán ser cercadas o bardeadas y deberán ubicarse preferentemente a lo largo del perímetro del predio en condiciones naturales y no podrán ser desarrolladas en futuras ampliaciones.	El sitio del proyecto se localiza en la UGA-21 denominada "Zona Urbana de Cancún" con una política de Aprovechamiento Sustentable. De acuerdo con los lineamientos ambientales de la presente UGA para el desarrollo de proyectos, los parámetros de aprovechamiento, y usos compatibles e incompatibles, estarán sujetos a lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030).
CG-10	Sólo se permite la apertura de nuevos caminos de acceso para actividades relacionadas a los usos compatibles, así como aquellos relacionados con el establecimiento de redes de distribución de servicios básicos necesarios para la población.	Por la ubicación del proyecto, al final de la Av. 135, no se requiere de la apertura de nuevos caminos de acceso. Asimismo, para el sitio del proyecto, de acuerdo con la Estructura Vial contemplada en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún 2014-2030, ya se tienen definidas las vías de acceso.
CG-11	El porcentaje de desmonte que se autorice en cada predio, deberá estar acorde a cada uso compatible y no deberá exceder el porcentaje establecido en el lineamiento ecológico de la UGA, aplicando el principio de equidad y proporcionalidad.	El sitio del proyecto se localiza en la UGA-21 denominada "Zona Urbana de Cancún" con una política de Aprovechamiento Sustentable. De acuerdo con los lineamientos ambientales de la presente UGA para el desarrollo de proyectos, los parámetros de aprovechamiento, y usos compatibles e incompatibles, estarán sujetos a lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030).
CG-12	En el caso de desarrollarse varios usos de suelo compatibles en el mismo predio, los porcentajes de desmonte asignados a cada uno de ellos solo serán acumulables hasta alcanzar el porcentaje definido en el lineamiento ecológico.	El sitio del proyecto se localiza en la UGA-21 denominada "Zona Urbana de Cancún" con una política de Aprovechamiento Sustentable. De acuerdo con los lineamientos ambientales de la presente UGA para el desarrollo de proyectos, los parámetros de aprovechamiento, y usos compatibles e incompatibles, estarán sujetos a lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030).
CG-13	En la superficie de aprovechamiento autorizada previo al desarrollo de cualquier obra o actividad, se deberá de ejecutar un programa de rescate de flora y fauna.	El desarrollo del proyecto implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Especies de la Vegetación Forestal, así

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES	VINCULACIÓN AL PROYECTO
		<p>como, un Programa de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna, que se agregan como anexos del presente DTU-A.</p> <p>Dichos programas se elaboraron conforme a los lineamientos establecidos para tal efecto por la LGDFS.</p>
CG-14	<p>En los predios donde no exista cobertura arbórea, o en el caso que exista una superficie mayor desmontada a la señalada para la unidad de gestión ambiental ya sea por causas naturales y/o usos previos, el proyecto sólo podrá ocupar la superficie máxima de aprovechamiento que se indica para la unidad de gestión ambiental y la actividad compatible que pretenda desarrollarse.</p>	<p>El sitio del proyecto se encuentra cubierto en su totalidad con vegetación secundaria arbustiva (VSa/SMQ) y herbácea (VSh/SMQ) derivadas de Selva Mediana Subperennifolia, por lo que no requiere restaurar la cobertura vegetal, y su aprovechamiento es acorde a lo establecido en el PDU del Centro de Población de Cancún (2014-2030) que permite el aprovechamiento integral del predio, de acuerdo con los parámetros urbanos aplicables por el tipo de uso de suelo.</p>
CG-15	<p>En los ecosistemas forestales deberán eliminarse los ejemplares de especies exóticas considerados como invasoras por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) que representen un riesgo de afectación o desplazamiento de especies silvestres. El material vegetal deberá ser eliminado mediante procedimientos que no permitan su regeneración y/o propagación.</p>	<p>Este criterio de procedimiento será acatado por la promovente del proyecto. En caso de llegar a encontrar especies exóticas consideradas como invasoras por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) que representen un riesgo de afectación o desplazamiento de especies silvestres, serán eliminadas de acuerdo a lo citado en el presente criterio.</p>
CG-16	<p>La introducción y manejo de palma de coco (<i>Cocos nucifera</i>) debe restringirse a las variedades que sean resistentes a la enfermedad conocida como "amarillamiento letal del cocotero".</p>	<p>En caso de contemplar la introducción de palma de coco al sitio del proyecto, se restringirá a las variedades que sean resistentes a la enfermedad conocida como "amarillamiento letal del cocotero".</p>
CG-17	<p>Se permite el manejo de especies exóticas, cuando: 1. La especie no esté catalogada como especie invasora por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad o la SAGARPA. 2. La actividad no se proyecte en cuerpos naturales de agua. 3. El manejo de fauna, en caso de utilizar encierros, se debe realizar el tratamiento secundario por medio de biodigestores autorizados por la autoridad competente en la materia de aquellas aguas provenientes de la limpieza de los sitios de confinamiento. 4. Se garantice el confinamiento de los ejemplares y se impida su dispersión o distribución al medio natural. 5. Deberán estar dentro de una Unidad de Manejo Ambiental o PIMVS.</p>	<p>El proyecto no contempla el manejo de especies de flora y fauna exóticas.</p>

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES	VINCULACIÓN AL PROYECTO
CG-18	No se permite la acuicultura en cuerpos de agua en condiciones naturales, ni en cuerpos de agua artificiales con riesgo de afectación a especies nativas.	El proyecto no contempla actividades de acuicultura.
CG-19	Todos los caminos abiertos que estén en propiedad privada, deberán contar con acceso controlado, a fin de evitar posibles afectaciones a los recursos naturales existentes.	De acuerdo a las características del proyecto como un Desarrollo Habitacional cuenta con avenidas de acceso mismas que cuentan con control de vigilancia para controlar el acceso al sitio del proyecto.
CG-20	Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua deberán mantener inalterada su estructura geológica y mantener el estrato arbóreo, asegurando que la superficie establecida para su uso garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.	En el sitio del proyecto no se registra la presencia de cenotes, rejolladas inundables o cuerpos de agua.
CG-21	Donde se encuentren vestigios arqueológicos, deberá reportarse dicha presencia al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y contar con su correspondiente autorización para la construcción de la obra o realización de actividades.	En el sitio del proyecto no se registra la presencia de vestigios arqueológicos.
CG-22	El derecho de vía de los tendidos de energía eléctrica de alta tensión sólo podrá ser utilizado conforme a la normatividad aplicable, y en apego a ella no podrá ser utilizado para asentamientos humanos.	En el sitio del proyecto no se registra la presencia de tendidos de energía eléctrica de alta tensión.
CG-23	La instalación de infraestructura de energía eléctrica de baja tensión y de comunicación deberá ser subterránea en el interior de los predios, para evitar la contaminación visual del paisaje y afectaciones a la misma por eventos meteorológicos extremos y para minimizar la fragmentación de ecosistemas.	Para evitar la contaminación visual del paisaje y afectaciones a la misma por eventos meteorológicos extremos, durante la etapa de construcción del proyecto, la instalación de infraestructura de energía eléctrica de baja tensión y de comunicación será subterránea.
CG-24	Los taludes de los caminos y carreteras deberán ser reforestados con plantas de cobertura y herbáceas que limiten los procesos de erosión.	El proyecto no contempla la construcción de caminos o carreteras que requieran reforestación en sus taludes.
CG-25	En ningún caso la estructura o cimentación de la construcción deberá interrumpir la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea.	El CUSTF de interés del presente proyecto no interrumpirá la hidrodinámica natural superficial o subterránea del sitio del proyecto.
CG-26	De acuerdo a lo que establece el Reglamento Municipal de Construcción, los campamentos de construcción o de apoyo y todas las obras en general deben: A. Contar con al menos una letrina por cada 20 trabajadores. B. Áreas específicas y delimitadas para la pernocta y/o para la	Por su ubicación al sur del área urbana de la Ciudad de Cancún, el proyecto no contempla la instalación de campamentos de construcción.

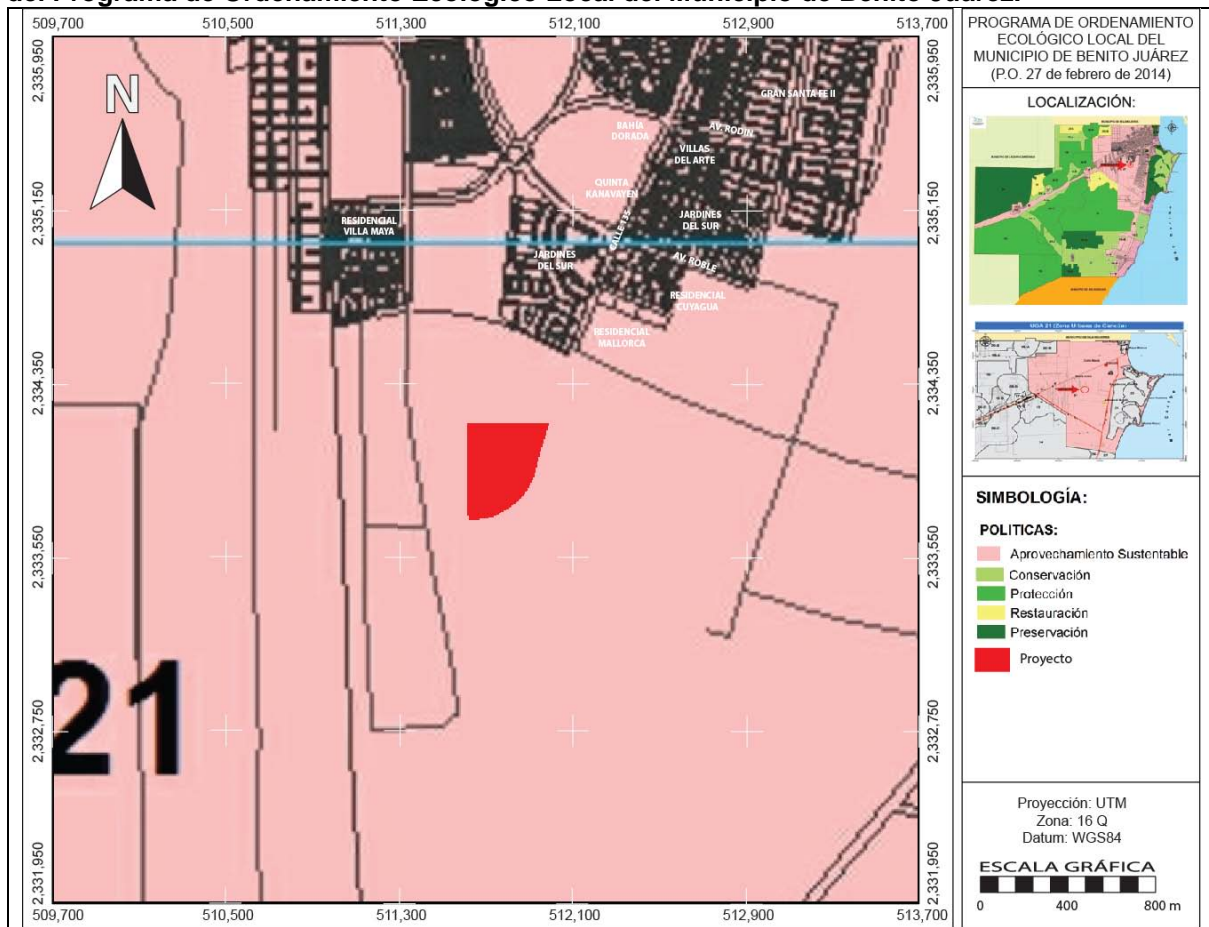
CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	elaboración y consumo de alimentos, con condiciones higiénicas adecuadas. C. Establecer las medidas necesarias para almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos sólidos generados. D. Establecer medidas para el correcto manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos peligrosos.	
CG-27	En el diseño y construcción de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos se deberán colocar en las celdas para residuos y en el estanque de lixiviados, una geomembrana de polietileno de alta densidad o similar, con espesor mínimo de .5 mm. Previo a la colocación de la capa protectora de la geomembrana se deberá acreditar la aprobación de las pruebas de hermeticidad de las uniones de la geomembrana por parte de la autoridad que supervise su construcción.	El proyecto no contempla la construcción de un sitio de disposición final de Residuos Sólidos Urbano.
CG-28	La disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o dragados sólo podrá realizarse en sitios autorizados por la autoridad competente, siempre y cuando no contengan residuos sólidos urbanos, así como aquellos que puedan ser catalogados como peligrosos por la normatividad vigente.	Los materiales derivados de las obras y excavaciones, serán dispuestos en los sitios autorizados por las autoridades correspondientes.
CG-29	La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.	Los residuos sólidos municipales serán recolectados por el servicio público municipal con cierta periodicidad y tendrán como destino el relleno sanitario municipal.
CG-30	Los desechos biológicos infecciosos no podrán disponerse en el relleno sanitario y/o en depósitos temporales de servicio municipal.	El proyecto no contempla la generación de desechos biológicos infecciosos.
CG-31	Los sitios de disposición final de RSU deberán contar con un banco de material pétreo autorizado dentro del área proyectada, mismo que se deberá ubicar aguas arriba de las celdas de almacenamiento y que deberá proveer diariamente del material de cobertura.	El proyecto no contempla la construcción de un sitio de disposición final de Residuos Sólidos Urbano.
CG-32	Se prohíbe la quema de basura, así como su entierro o disposición a cielo abierto.	El proyecto no contempla la quema de basura. Los residuos sólidos municipales serán recolectados por el servicio público municipal con cierta periodicidad y tendrán como destino el relleno sanitario municipal.

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES	VINCULACIÓN AL PROYECTO
CG-33	Todos los proyectos deberán contar con áreas específicas para el acopio temporal de los residuos sólidos. En el caso de utilizar el municipal de colecta, dichas áreas deben ser accesibles a la operación del servicio.	El proyecto acatará este criterio ya que contará con sitios específicos de concentración de desechos para posteriormente ser trasladados a lugares autorizados.
CG-34	El material pétreo, sascab, piedra caliza, tierra negra, tierra de despalme, madera, materiales vegetales y/o arena, que se utilice en la construcción de un proyecto deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados.	El proyecto acatará esta disposición toda vez que utilizará materiales pétreos provenientes de bancos de préstamo y materiales debidamente autorizados por la autoridad ambiental correspondiente.
CG-35	En la superficie en la que por excepción la autoridad competente autorice la remoción de la vegetación, también se podrá retirar el suelo, subsuelo y las rocas para nivelar el terreno e instalar los cimientos de las edificaciones e infraestructura, siempre y cuando no se afecten los ríos subterráneos que pudieran estar presentes en los predios que serán intervenidos.	Durante la implementación del proyecto, en caso de que sea requerido, se retirará el suelo, subsuelo y las rocas para nivelar el terreno e instalar los cimientos de las edificaciones e infraestructura, siempre y cuando no se afecten los ríos subterráneos que pudieran estar presentes en los predios que serán intervenidos.
CG-36	Los desechos orgánicos derivados de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales deberán aprovecharse en primera instancia para la recuperación de suelos, y/o fertilización orgánica de cultivos y áreas verdes, previo composteo y estabilización y ser dispuestos donde lo indique la autoridad competente en la materia.	Por las características del proyecto Desarrollo Habitacional, no contempla la generación de desechos orgánicos derivados de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales.
CG-37	Todos los proyectos que impliquen la remoción de la vegetación y el despalme del suelo deberán realizar acciones para la recuperación de la tierra, realizando su separación de los residuos vegetales y pétreos, con la finalidad de que sea utilizada para acciones de reforestación dentro del mismo proyecto o donde lo disponga la autoridad competente en la materia, dentro del territorio municipal.	El proyecto llevará a cabo la recuperación de la tierra del despalme para utilizarla en las actividades de reforestación del proyecto.
CG-38	No se permite la transferencia de densidades de cuartos de hotel, residencias campestres, cabañas rurales y/o cabañas ecoturísticas de una unidad de gestión ambiental a otra.	El proyecto no contempla la transferencia de densidades establecidas en el presente criterio.
CG-39	El porcentaje de desmonte permitido en cada UGA que impliquen el cambio de uso de suelo de la vegetación forestal, solo podrá realizarse cuando la autoridad competente expida por excepción las autorizaciones de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales.	El presente estudio que se pone a consideración de la Delegación Federal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el Estado de Quintana Roo, corresponde al DTU-A para la solicitud de la autorización del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos forestales en materia de impacto ambiental y forestal,

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES	VINCULACIÓN AL PROYECTO
		para una superficie de 125,000.00 m ² con el fin de poder desarrollar el proyecto "Maderos Residencial".

De acuerdo con la sobreposición del sitio del proyecto sobre el POEL del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, se aprecia que este predio se localiza dentro de la Unidad de Gestión Ambiental **UGA-21** denominada "Zona Urbana de Cancún" con una Política Ambiental de Aprovechamiento Sustentable (**Cuadro 82**).

Cuadro 82. Lineamientos ambientales para el desarrollo de proyectos de acuerdo con la UGA-21 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.



Superficie: 34,937.17ha **Política:** Aprovechamiento Sustentable

Criterios de Delimitación: Esta UGA se delimitó con base en la poligonal del Centro de Población establecida en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable del Municipio de Benito Juárez (PMDUS BJ), el cual ha sido aprobado por el H. Cabildo Municipal y publicado en la Gaceta Municipal el 26 de diciembre de 2012 y en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 8 de marzo de 2013.

Condiciones de la Vegetación y Uso de Suelo:

CLAVE	CONDICIONES DE LA VEGETACION	HECTAREAS	%
ZU	Zona Urbana	10,622.07	30.40

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A
 PROYECTO: "MADEROS RESIDENCIAL"

VS2	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia en recuperación	9,666.56	27.67
VSa	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia	5,241.10	15.00
VSA	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia en buen estado	2,647.59	7.58
SV	Sin Vegetación Aparente	2,302.20	6.59
AH	Asentamiento Humano	2,108.27	6.03
Ma	Manglar	1,023.16	2.93
SBS	Selva Baja Subcaducifolia	693.00	1.98
GR	Mangle Chaparro y gramínoideas	363.84	1.04
CA	Cuerpo de Agua	156.52	0.45
TU	Tular	76.68	0.22
MT	Matorral Costero	36.18	0.10
	TOTAL	34,937.17	100.00
% de UGA que posee vegetación en buen estado de conservación: 10.92 %		Superficie de la UGA con importancia para la recarga de acuíferos: 56.54 %	
Objetivo de la UGA: Regular el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en las zonas de reserva para el crecimiento urbano, dentro de los límites del centro de población, con el fin de mantener los ecosistemas relevantes y en el mejor estado posible, así como los bienes y servicios ambientales que provee la zona, previo al desarrollo urbano futuro.			
Problemática General: Presión de los recursos naturales por incremento de asentamientos irregulares; Expansión de la mancha urbana fuera de los centros de población; Presión y riesgo de contaminación al acuífero por la expansión urbana y falta de servicios básicos; Incremento en la incidencia y de Incendios Forestales; Carencia de servicios de recolección y disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos; Incompatibilidad entre instrumentos de planeación urbana y ambiental; Necesidades de infraestructura en zonas urbanas de Cancún; Cambios de Uso de Suelo no autorizados.			
Poblados o sitios importantes en esta UGA (habitantes): Según INEGI (2010), esta UGA cuenta con 29 localidades, siendo las dos principales Cancún y Alfredo V. Bonfil. La población total de la UGA es de 643,577 habitantes, aunque fuentes paralelas indican que la población total de la ciudad es de poco más de 800,000 habitantes. La red carretera abarca un total de 462.52 km, en su mayoría de caminos pavimentados.			
Lineamientos Ecológicos: -Se contiene el crecimiento urbano dentro de los límites del centro de población, propiciando una ocupación compacta y eficiente del suelo urbano de tal manera que las reservas de crecimiento se ocupen hasta obtener niveles de saturación mayores al 70% de acuerdo a los plazos establecidos en el programa de desarrollo urbano de la ciudad de Cancún, para disminuir la tasa de deterioro de los recursos naturales. -Las autoridades competentes deben propiciar que el crecimiento urbano sea ordenado y compacto y estableciendo al menos 12 m ² de áreas verdes accesibles por habitante, acorde a la normatividad vigente en la materia. -Las autoridades competentes deben propiciar el tratamiento del 100 % de las aguas residuales domésticas, así como la gestión integral de la totalidad de los residuos sólidos generados en esta localidad.			
Recursos y Procesos Prioritarios: Suelo, Cobertura vegetal			
Parámetros de aprovechamiento: Sujeto a lo establecido en su Programa de Desarrollo Urbano vigente.			
Usos Compatibles: Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente.			
Usos Incompatibles: Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente.			

En la **UGA-21** se identifican 59 criterios ecológicos de aplicación específica (**Cuadro 83**), y se presenta la vinculación del cumplimiento de cada uno de los criterios asignados a esta unidad de gestión ambiental por parte del proyecto Maderos Residencial.

Cuadro 83. Criterios de regulación ecológica específicas aplicables a la UGA-21 y vinculación del cumplimiento por parte del proyecto Maderos Residencial.

Recursos y procesos prioritarios	Clave	Criterios de Regulación Ecológica											
Agua	URB	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
		13	14	15	16	17							
Suelo y Subsuelo		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
Flora y Fauna		30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
		43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Paisaje		55	56	57	58	59							
CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA					VINCULACIÓN AL PROYECTO							
Recurso Agua.													
URB-01	En tanto no existan sistemas municipales para la conducción y tratamiento de las aguas residuales municipales, los promoventes de nuevos proyectos, de hoteles, fraccionamientos, condominios, industrias y similares, deberán instalar y operar por su propia cuenta, sistemas de tratamiento y reciclaje de las aguas residuales, ya sean individuales o comunales, para satisfacer las condiciones particulares que determinen las autoridades competentes y las normas oficiales mexicanas aplicables en la materia.					El sitio del proyecto cuenta con servicio de agua potable y alcantarillado, que actualmente da servicio a los desarrollos habitacionales colindantes como son Jardines del Sur III, Residencial Mallorca, Residencial Villa Maya, Residencial Cuyagua, entre otros.							
URB-02	A fin de evitar la contaminación ambiental y/o riesgos a la salud pública y sólo en aquellos casos excepcionales en que el tendido de redes hidrosanitarias no exista, así como las condiciones financieras, socioeconómicas y/o topográficas necesarias para la introducción del servicio lo ameriten y justifiquen, la autoridad competente en la materia podrá autorizar a persona físicas el empleo de biodigestores para que en sus domicilios particulares se realice de manera permanente un tratamiento de aguas negras domiciliarias. Estos sistemas deberán estar aprobados por la autoridad ambiental competente.					El sitio del proyecto cuenta con servicio de agua potable y alcantarillado, que actualmente da servicio a los desarrollos habitacionales colindantes como son Jardines del Sur III, Residencial Mallorca, Residencial Villa Maya, Residencial Cuyagua, entre otros.							
URB-03	En zonas que ya cuenten con el servicio de drenaje sanitario el usuario estará obligado a conectarse a dicho servicio. En caso de que a partir de un dictamen técnico del organismo operador resulte no ser factible tal conexión, se podrán utilizar sistemas de tratamiento debidamente certificados y contar con la autorización para la descargas por la CONAGUA.					El sitio del proyecto cuenta con servicio de agua potable y alcantarillado, que actualmente da servicio a los desarrollos habitacionales colindantes como son Jardines del Sur III, Residencial Mallorca, Residencial Villa Maya, Residencial Cuyagua, entre otros.							

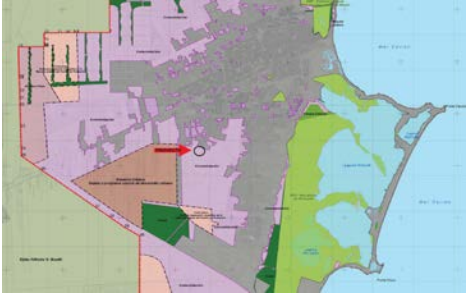
CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
URB-04	Los sistemas de producción agrícola intensiva (invernaderos, hidroponía y viveros) que se establezcan dentro de los centros de población deben reducir la pérdida del agua de riego, limitar la aplicación de agroquímicos y evitar la contaminación de los mantos freáticos.	El proyecto por ser un Desarrollo Habitacional, no contempla actividades de producción agrícola intensiva.
URB-05	En el caso de los campos de golf o usos de suelo similares que requieran la aplicación de riegos con agroquímicos y/o aguas residuales tratadas, deberán contar con la infraestructura necesaria para optimización y reciclaje del agua. Evitando en todo la contaminación al suelo, cuerpos de agua, y mantos freáticos.	El proyecto no contempla la construcción de campos de golf.
URB-06	Los proyectos de campos deportivos y/o de golf, así como las áreas jardinadas de los desarrollos turísticos deberán minimizar el uso de fertilizantes y/o pesticidas químicos para evitar riesgos de contaminación.	No se contempla el uso de agroquímicos durante la implementación del proyecto. Sin embargo, en caso de llegar a requerir tratamiento de plagas y enfermedades en el vivero o áreas verdes, se emplearán únicamente los autorizados por la CICOPLAFEST.
URB-07	No se permite la disposición de aguas residuales sin previo tratamiento hacia los cuerpos de agua, zonas inundables y/o al suelo y subsuelo, por lo que se promoverá que se establezca un sistema integral de drenaje y tratamiento de aguas residuales.	El sitio del proyecto cuenta con servicio de agua potable y alcantarillado, que actualmente da servicio a los desarrollos habitacionales colindantes como son Jardines del Sur III, Residencial Mallorca, Residencial Villa Maya, Residencial Cuyagua, entre otros.
URB-08	En las zonas urbanas y sus reservas del Municipio de Benito Juárez se deberán establecer espacios jardinados que incorporen elementos arbóreos y arbustivos de especies nativas.	El proyecto destinará como áreas verdes el 11.8% de la superficie total del predio, en el cual se incorporarán elementos arbóreos y arbustivos de especies nativas.
URB-09	Para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en las zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, deben existir parques y espacios recreativos que cuenten con elementos arbóreos y arbustivos y cuya separación no será mayor a un km entre dichos parques.	El proyecto da cabal cumplimiento a lo citado en el presente criterio, dado que cuenta con un parque al centro del proyecto y cuenta con las siguientes medidas y colindancias: • Norte: 370.37 metros con SM 333, Mz 01, Lote 2-01; • Sur: 42.23 + 262.64 metros con Av. 135 en línea recta y curva; • Este: 97.02 + 232.06 metros con Av. 135 con línea recta y curva; y • Oeste: 219.56 + 218.80 metros con SM 333, Mz 01, Lote 2-01. Por lo antes mencionado, la distancia máxima a las áreas verdes es de 200 metros.
URB-10	Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua presentes en los centros de población deben formar parte de las	En el sitio del proyecto no se registra la presencia de las geoformas establecidas en el presente criterio.

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	áreas verdes, asegurando que la superficie establecida para tal destino del suelo garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.	
URB-11	Para el ahorro del recurso agua, las nuevas construcciones deberán implementar tecnologías que aseguren el ahorro y uso eficiente del agua.	Este criterio será acatado por la promovente durante la construcción de las viviendas. Esas viviendas contarán con tecnologías que aseguren el ahorro y uso eficiente del agua.
URB-12	En las plantas de tratamiento de aguas residuales y de desactivación de lodos deberán implementarse procesos para la disminución de olores y establecer franjas de vegetación arbórea de al menos 15 m de ancho que presten el servicio de barreras dispersantes de malos olores dentro del predio que se encuentren dichas instalaciones.	El proyecto no contempla la instalación de la infraestructura citada en el presente criterio. Las aguas residuales generadas por los usuarios del proyecto (negras y grises) serán canalizadas a la planta de tratamiento de aguas residuales municipal a través del sistema de drenaje y alcantarillado.
URB-13	La canalización del drenaje pluvial hacia espacios verdes, cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, debe realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos, u otros que garanticen la retención de sedimentos y contaminantes. Dicha canalización deberá ser autorizada por la Comisión Nacional del Agua.	El agua de lluvia será infiltrada al subsuelo mediante el empleo de pozos de absorción.
URB-14	Los crematorios deberán realizar un monitoreo y control de sus emisiones a la atmósfera.	El proyecto no contempla la instalación de la infraestructura citada en el presente criterio.
URB-15	Los cementerios deberán impermeabilizar paredes y piso de las fosas, con el fin de evitar contaminación al suelo, subsuelo y manto freático.	El proyecto no contempla la instalación de la infraestructura citada en el presente criterio.
URB-16	Los proyectos en la franja costera dentro de las UGA urbanas deberán tomar en cuenta la existencia de las bocas de tormenta que de manera temporal desaguan las zonas sujetas a inundación durante la ocurrencia de lluvias extraordinarias o eventos ciclónicos. Por ser tales sitios zonas de riesgo, en los espacios públicos y privados se deben de realizar obras de ingeniería permanentes que en una franja que no será menor de 20 m conduzcan y permitan el libre flujo que de manera natural se establezca para el desagüe.	El proyecto no colinda con la franja costera.
URB-17	Serán susceptible de aprovechamiento los recursos biológicos forestales, tales como semilla, que generen los arboles urbanos, con fines de propagación por parte de	El proyecto no contempla el aprovechamiento los recursos biológicos forestales según lo establecido en el presente criterio.

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	particulares, mediante la autorización de colecta de recursos biológicos forestales.	
URB-18	Adicional a los sitios de disposición final autorizados de RSU, se debe contar con un área de acopio y retención de Residuos Especiales, en caso de contingencia, a fin de evitar que se introduzcan en la(s) celda(s).	El proyecto no contempla la construcción de un sitio de disposición final de RSU.
Recurso Suelo y subsuelo		
URB-19	La autorización emitida por la autoridad competente para la explotación de bancos de materiales pétreos deberá sustentarse en los resultados provenientes de estudios de mecánica de suelos y geohidrológicos que aseguren que no existan afectaciones irreversibles al recurso agua, aun en los casos de afloramiento del acuífero para extracción debajo del manto freático. Estos estudios deberán establecer claramente cuáles serán las medidas de mitigación aplicables al proyecto y los parámetros y periodicidad para realizar el monitoreo que tendrá que realizarse durante todas las etapas del proyecto, incluyendo las actividades de la etapa de abandono.	El proyecto utilizará materiales pétreos provenientes de bancos de préstamo y materiales debidamente autorizados por la autoridad ambiental correspondiente.
URB-20	Con el objeto de integrar cenotes, rejolladas, cuevas y cavernas a las áreas públicas urbanas, se permite realizar un aclareo, poda y modificación de vegetación rastrera y arbustiva presente, respetando en todo momento los elementos arbóreos y vegetación de relevancia ecológica, así como la estructura geológica de estas formaciones.	En el sitio del proyecto no se registra la presencia de las geoformas establecidas en el presente criterio
URB-21	Los bancos de materiales autorizados deben respetar una zona de amortiguamiento que consiste en una barrera vegetal alrededor del mismo, conforme lo señala el Decreto 36, del Gobierno del Estado; y/o la disposición jurídica que la sustituya.	El proyecto utilizará materiales pétreos provenientes de bancos de préstamo y materiales debidamente autorizados por la autoridad ambiental correspondiente.
URB-22	Para evitar la contaminación del suelo y subsuelo, en las actividades de extracción y exploración de materiales pétreos deberán realizarse acciones de acopio, separación, utilización y disposición final de cualquier tipo de residuos generados, en el marco de lo que establezcan las disposiciones jurídicas aplicables.	El proyecto utilizará materiales pétreos provenientes de bancos de préstamo y materiales debidamente autorizados por la autoridad ambiental correspondiente.
URB-23	Para reincorporar las superficies afectadas por extracción de materiales pétreos a las actividades económicas del municipio, deberá realizarse la rehabilitación de	El proyecto utilizará materiales pétreos provenientes de los establecimientos debidamente autorizados por la autoridad ambiental correspondiente.

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	dichas superficie en congruencia con los usos que prevean los instrumentos de planeación vigentes para la zona.	
URB-24	Los generadores de Residuos de Manejo Especial y los Grandes Generadores de Residuos Sólidos Urbanos deberán contar con un plan de manejo de los mismos, en apego a la normatividad vigente en la materia.	El proyecto cuenta con un Programa de Vigilancia Ambiental, el cual integra el Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos.
URB-25	Para el caso de fraccionamientos habitacionales, el fraccionador deberá construir a su cargo y entregar al Ayuntamiento por cada 1000 viviendas previstas en el proyecto de fraccionamiento, parque o parques públicos recreativos con sus correspondientes áreas jardinadas y arboladas con una superficie mínima de 5,000 metros cuadrados, mismos que podrán ser relacionados a las áreas de donación establecidas en la legislación vigente en la materia. Tratándose de fracciones en el número de viviendas previstas en el fraccionamiento, las obras de equipamiento urbano serán proporcionales, pudiéndose construir incluso en predios distintos al fraccionamiento.	El proyecto contempla la construcción de 750 viviendas y cuenta con 14,735.40 m ² de áreas verdes, con lo que se cumple lo establecido en el presente criterio.
URB-26	En las etapas de crecimiento de la mancha urbana considerada por el PDU, para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en la zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, favorecer la función de barrera contra ruido, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, los fraccionamientos deben incorporar áreas verdes que contribuyan al Sistema Municipal de Parques, de conformidad con la normatividad vigente en la materia .	Para favorecer la captación de agua destinará como área permeable el 40.6% de la superficie total del predio, en cumplimiento a lo establecido por el artículo 132 de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo. Asimismo, para favorecer la conservación de los suelos se destinará como áreas verdes y jardinadas el 11.8% de la superficie total del predio.
URB-27	La superficie ocupada por equipamiento en las áreas verdes no deberá exceder de un 30% del total de la superficie cada una de ellas.	El proyecto contemplará el cumplimiento de lo establecido en el presente criterio.
URB-28	Para evitar las afectaciones por inundaciones, se prohíbe el establecimiento de fraccionamientos habitacionales así como de infraestructura urbana dentro del espacio excavado de las sascaberas en desuso y en zonas en donde los estudios indiquen que existe el	En el sitio del proyecto no se registra la presencia de sascaberas en desuso o zonas con riesgo de inundación.

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	riesgo de inundación (de acuerdo al Atlas de Riesgos del municipio y/o del estado).	
URB-29	En la construcción de fraccionamientos dentro de las áreas urbanas, se permite la utilización del material pétreo que se obtenga de los cortes de nivelación dentro del predio. El excedente de los materiales extraídos que no sean utilizados deberá disponerse en la forma indicada por la autoridad competente en la materia.	El proyecto contempla la utilización del material pétreo que se obtenga de los cortes de nivelación dentro del predio. El excedente de los materiales extraídos que no sean utilizados deberá disponerse en la forma indicada por la autoridad competente en la materia. en cumplimiento de lo establecido en el presente criterio.
Recurso Flora y Fauna		
URB-30	En zonas inundables, se deben mantener las condiciones naturales de los ecosistemas y garantizar la conservación de las poblaciones silvestres que la habitan. Por lo que las actividades recreativas de contemplación deben ser promovidas y las actividades de aprovechamiento extractivo y de construcción deben ser condicionadas.	En el sitio del proyecto no se registra la presencia de zonas inundables.
URB-31	Las áreas destinadas a la conservación de la biodiversidad y/o del agua que colinden con las áreas definidas para los asentamientos humanos, deberán ser los sitios prioritarios para ubicar los ejemplares de plantas y animales que sean rescatados en el proceso de eliminación de la vegetación.	El sitio del proyecto no colinda con áreas destinadas a la conservación de la biodiversidad y/o del agua. Se encuentra inmerso dentro de la UGA 21, en la reserva urbana de crecimiento al sur de la Ciudad de Cancún.
URB-32	Deberá preverse un mínimo de 50% de la superficie de los espacios públicos jardinados para que tengan vegetación natural de la zona y mantener todos los árboles nativos que cuenten con DAP mayores de 15 cm, en buen estado fitosanitario y que no representen riesgo de accidentes para los usuarios.	Para la conformación de los parques y áreas verdes se contempla que tengan vegetación natural de la zona y mantengan todos los árboles nativos que cuenten con DAP mayores de 15 cm, en buen estado fitosanitario y que no representen riesgo de accidentes para los usuarios.
URB-33	Deberán establecerse zonas de amortiguamiento de al menos 50 m alrededor de las zonas industriales y centrales de abastos que se desarrollen en las reservas urbanas. Estas zonas de amortiguamiento deberán ser dotados de infraestructura de parque público.	El proyecto no contempla el establecimiento de zonas industriales o centrales de abasto.
URB-34	En los programas de rescate de fauna silvestre que deben elaborarse y ejecutarse con motivo de la eliminación de la cobertura vegetal de un predio, se deberá incluir el sitio de reubicación de los ejemplares, aprobado por la autoridad ambiental competente.	El proyecto cuenta con un Programa de Vigilancia Ambiental, el cual integra el Programa de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna.
URB-35	No se permite introducir o liberar fauna exótica en parques y/o áreas de reservas urbanas.	No se contempla la liberación o introducción de fauna exótica en el sitio del proyecto.

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
URB-36	Las áreas con presencia de ecosistemas de manglar dentro de los centros de población deberán ser consideradas como Áreas de Preservación Ecológica para garantizar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales que proveen por lo que no podrán ser modificadas, con el fin de proporcionar una mejor calidad de vida para los habitantes del municipio; con excepción de aquellas que cuenten previamente con un plan de manejo autorizado por la autoridad ambiental competente.	El sitio del proyecto no cuenta con vegetación de manglar.
URB-37	Para minimizar los impactos ambientales y el efecto de borde sobre los ecosistemas adyacentes a los centros urbanos, la ocupación de nuevas reservas territoriales para el desarrollo urbano, solo podrá realizarse cuando se haya ocupado el 85% del territorio de la etapa de desarrollo urbano previa.	<p>De acuerdo con el plano E-07 Etapas de Desarrollo del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún 2014-2030, el sitio del proyecto se localiza en la Etapa de Desarrollo de Consolidación, como se puede observar a continuación.</p>  <p>Las zonas de expansión denominadas de Consolidación son las primeras zonas de expansión de la zona urbana, por lo se cumple cabalmente lo establecido en el presente criterio.</p>
URB-38	Las áreas verdes de los estacionamientos descubiertos públicos y privados deben ser diseñadas en forma de camellones continuos y deberá colocarse por lo menos un árbol por cada dos cajones de estacionamiento.	<p>El proyecto acatará lo establecido en el presente criterio. Por lo que las áreas verdes de los estacionamientos descubiertos públicos y privados deben ser diseñadas en forma de camellones continuos y deberá colocarse por lo menos un árbol</p> <p>por cada dos cajones de estacionamiento.</p>
URB-39	<p>Los predios colindantes con los humedales deberán tener áreas de vegetación, preferentemente nativa, que permitan el tránsito de la vida silvestre hacia otros manchones de vegetación.</p> <p>Los predios colindantes en el Sur del área natural protegida Manglares de Nichupté (ANPLN) deberán mantener su cubierta vegetal para favorecer el tránsito de fauna.</p>	El sitio del proyecto no es colindante con áreas de humedales.

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	Se deberán realizar obras que permitan la comunicación de la fauna entre el ANPLN el área de vegetación nativa con la que colinda en su límite Sur, para tal efecto se deberán realizar las obras necesarias en la carretera que las divide para que la fauna pueda transitar entre ambos terrenos, sin que pueda ser atropellada.	
URB-40	En las previsiones de crecimiento de las áreas urbanas colindantes con las ANPs, se deberán mantener corredores biológicos que salvaguarden la conectividad entre los ecosistemas existentes.	El sitio del proyecto no es colindante con áreas naturales protegidas.
URB-41	Los proyectos urbanos deberán reforestar camellones y áreas verdes colindantes a las ANPs y parques municipales deberán reforestar con especies nativas que sirvan de refugio y alimentación para la fauna silvestre, destacando el chicozapote (<i>Manilkara zapota</i>), la guaya (<i>Talisia olivaeformis</i>), capulín (<i>Muntingia calabura</i>), Ficus spp, entre otros.	El sitio del proyecto no colinda con áreas naturales protegidas. En las áreas verdes y parques del proyecto se tiene contemplado reforestar con especies nativas que sirvan de refugio y alimentación para la fauna silvestre, como el chicozapote (<i>Manilkara zapota</i>), la guaya (<i>Talisia olivaeformis</i>), capulín (<i>Muntingia calabura</i>), Ficus spp, entre otros.
URB-42	Los desarrollos turísticos y/o habitacionales deberán garantizar la permanencia del hábitat y las poblaciones de mono araña <i>Ateles geoffroyi</i> , mediante la regulación de los horarios de uso del sitio, mantenimiento de la disponibilidad natural de alimento y sitios de pernocta y de reproducción, así como con otras acciones que sean necesarias.	En el sitio no se registra la presencia de poblaciones de mono araña <i>Ateles geoffroyi</i> . Sin embargo, cuenta con medidas de prevención para evitar impactos negativos sobre la fauna silvestre.
Recurso Paisaje		
URB-43	Las áreas verdes y en las áreas urbanas de conservación, deberán contar con el equipamiento adecuado para evitar la contaminación por residuos sólidos, ruido, aguas residuales y fecalismo al aire libre.	Las áreas verdes del proyecto se encuentran agrupadas al interior del proyecto y contarán con el equipamiento adecuado para evitar la contaminación de residuos sólidos (basureros).
URB-44	Las autorizaciones municipales para el uso de suelo en los predios colindantes a la zona federal marítimo terrestre y las concesiones de zona federal marítimo terrestre otorgadas por la Federación, deberán ser congruentes con los usos de suelo de la zona que expida el Estado o Municipio.	El sitio del proyecto no es colindante con la zona federal marítimo terrestre.
URB-45	Para recuperar el paisaje y compensar la pérdida de vegetación en las zonas urbanas, en las actividades de reforestación designadas por la autoridad competente, se usarán de manera	El proyecto contará con áreas verdes, con lo cual se recuperan áreas para reforestación y jardinado, y en las cuales se tiene contemplada la siembra de especies protegidas y nativas producto del rescate de vegetación.

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	prioritaria especies nativas acordes a cada ambiente.	
URB-46	El establecimiento de actividades de la industria concretera y similares debe ubicarse a una distancia mínima de 500 metros del asentamiento humano más próximo y debe contar con barreras naturales perimetrales para evitar la dispersión de polvos.	El proyecto no contempla el establecimiento de actividades de la industria concretera o similares.
URB-47	Se establecerán servidumbres de paso y accesos a la zona federal marítimo terrestre y el libre paso por la zona federal a una distancia máxima de 1000 metros entre estos accesos, de conformidad con la Ley de Bienes Nacionales y el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.	El sitio del proyecto no es colindante con la zona federal marítimo terrestre.
URB-48	En las áreas de aprovechamiento proyectadas se debe mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, áreas verdes, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.	El proyecto acatará lo establecido en el presente criterio, por lo que las áreas verdes proyectadas se debe mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, áreas verdes, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto
URB-49	Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el período de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías.	El proyecto no es colindante con la zona de playa.
URB-50	Las especies recomendadas para la reforestación de dunas son: plantas rastreras: <i>Ipomea pes-caprae</i> , <i>Sesuvium portulacastrum</i> , herbáceas: <i>Ageratum littorale</i> , <i>Erythalis fruticosa</i> y arbustos: <i>Tournefortia gnaphalodes</i> , <i>Suriana maritima</i> y <i>Coccoloba uvifera</i> y Palmas <i>Thrinax radiata</i> , <i>Coccothrinax readii</i> .	El proyecto no es colindante con la zona de playa y no contempla su reforestación.
URB-51	La selección de sitios para la rehabilitación de dunas y la creación infraestructura de retención de arena deberá tomar en cuenta los siguientes criterios: Que haya evidencia de la existencia de dunas en los últimos 20 años.	El proyecto no es colindante con la zona de playa y no contempla su rehabilitación.

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	<p>Que los vientos prevalecientes soplen en dirección a las dunas.</p> <p>Que existan zonas de dunas pioneras (embrionarias) en la playa en la que la arena esté constantemente seca, para que constituya la fuente de aportación para la duna.</p> <p>Las cercas de retención deberán ser biodegradables, con una altura aproximada de 1.2 m y con 50% de porosidad y ubicadas en paralelo a la costa.</p> <p>Las dunas rehabilitadas deberán ser reforestadas.</p>	
<p>URB-52</p>	<p>En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias:</p> <p>Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.</p> <p>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.</p> <p>Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movable que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías.</p> <p>Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.</p> <p>Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto:</p> <p>a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas.</p> <p>b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente.</p> <p>c) Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.</p> <p>Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal doméstico que pueda</p>	<p>El proyecto no es colindante con la zona de playa.</p>

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.	
URB-53	Las obras y actividades que son susceptibles de ser desarrolladas en las dunas costeras deberán evitar la afectación de zonas de anidación y de agregación de especies, en particular aquellas que formen parte del hábitat de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	El proyecto no es colindante con la zona de playa o dunas costeras.
URB-54	En las dunas no se permite la instalación de tuberías de drenaje pluvial, la extracción de arena, ni ser utilizadas como depósitos de la arena o sedimentos que se extraen de los dragados que se realizan para mantener la profundidad en los canales de puertos, bocas de lagunas o lagunas costeras.	El proyecto no es colindante con la zona de playa o dunas costeras.
URB-55	La construcción de infraestructura permanente o temporal debe quedar fuera de las dunas pioneras (embrionarias).	El proyecto no es colindante con la zona de playa o dunas costeras.
URB-56	En las dunas primarias podrá haber construcciones de madera o material degradable y piloteadas (p.e. casas tipo palafito o andadores), detrás de la cara posterior del primer cordón y evitando la invasión sobre la corona o cresta de estas dunas. El pilotaje deberá ser superficial (hincado a golpes), no cimentado y deberá permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda que tenga al menos un metro de elevación respecto al nivel de la duna. Esta recomendación deberá revisarse en regiones donde hay fuerte incidencia de huracanes, ya que en estas áreas constituyen un sistema importante de protección, por lo que se recomienda, después de su valoración específica, dejar inalterada esta sección del sistema de dunas.	El proyecto no es colindante con la zona de playa o dunas costeras.
URB-57	La restauración de playas deberá realizarse con arena que tenga una composición química y granulometría similar a la de la playa que se va a rellenar. El material arenoso que se empleará en la restauración de playas deberá tener la menor concentración de materia orgánica, arcilla y limo posible para evitar que el	El proyecto no contempla actividades de restauración de playas.

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	material se consolide formando escarpes pronunciados en las playas por efecto del oleaje.	
URB-58	Se prohíbe la extracción de arena en predios ubicados sobre la franja litoral del municipio con cobertura de matorral costero.	El proyecto no cuenta con vegetación de matorral costero ni arena, ni se contempla extracción de arena.
URB-59	En las áreas verdes los residuos vegetales producto de las podas y deshierbes deberán incorporarse al suelo después de su composteo. Para mejorar la calidad del suelo y de la vegetación.	En las áreas verdes de este proyecto se contempla que los residuos vegetales producto de las podas y deshierbes se incorporan al suelo después de su composteo. Para mejorar la calidad del suelo y de la vegetación.

Por todo lo anterior podemos concluir que una vez realizada la Vinculación del Proyecto con el PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO", el CUSTF del proyecto es ambientalmente viable con base en los criterios ecológicos generales y específicos urbanos aplicables al proyecto y no se contrapone con la política establecida en la Unidad de Gestión Ambiental 21.

XIV.2. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas

XIV.2.1. Áreas Naturales Protegidas.

En el ámbito de las declaratorias de áreas naturales protegidas, el polígono en estudio no forma parte de algún área natural protegida, ni colinda con alguna de éstas. Para la presente determinación, se utilizó el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEA) del portal de la SEMARNAT (**Fig. 46**), con los siguientes resultados (**Cuadro 84**).

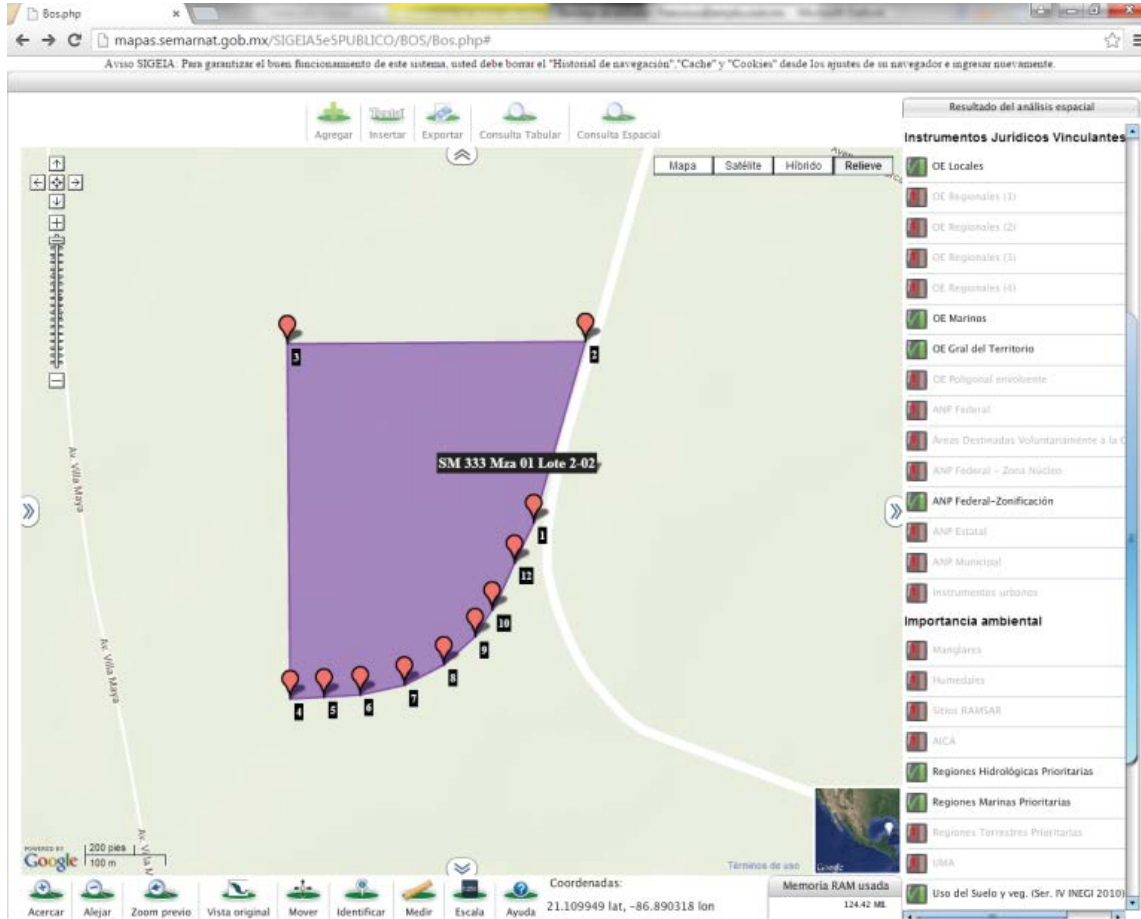


Figura 46. Pantalla del portal del SIGEIA de la SEMARNAT.

Cuadro 84. Resultados del análisis espacial del SIGEIA, con respecto a las áreas naturales protegidas de la región, de acuerdo con la poligonal definida del proyecto.

Instrumentos Jurídicos Vinculantes	Resultado Análisis Espacial
ANP Federal	No hay capas que intersecten.
Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación	No hay capas que intersecten.
ANP Federal – Zonas Núcleo	No hay capas que intersecten.
ANP Federal - Zonificación	No hay capas que intersecten.
ANP Estatal	No hay capas que intersecten.
ANP Municipal	No hay capas que intersecten.
Importancia Ambiental	Resultado Análisis Espacial
Manglares	No hay capas que intersecten
Humedales	No hay capas que intersecten
Sitios RAMSAR	No hay capas que intersecten
AICA	No hay capas que intersecten
Regiones Hidrológicas Prioritarias	RHP-103 Contoy
Regiones Marinas Prioritarias	RMP-62 Dzilam-Contoy
Regiones Terrestres Prioritarias	No hay capas que intersecten
UMAS	No hay capas que intersecten

XIV.2.2. Región Hidrológica Prioritaria (RHP-103) Contoy (Arriaga et. al., 2002)

En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

El sitio del proyecto forma parte de la región hidrológica prioritaria número 103 denominada "Contoy" (Fig. 47). La problemática que enfrenta esta región es la modificación del entorno por asentamientos irregulares, sobrepastoreo por ganado. Zona fuertemente perturbada por ciclones, quemas no controladas, explotación forestal y pesca sin manejo adecuado. Amenazada fuertemente por crecimiento urbano y construcción de caminos. Introducción de fauna exótica a la isla de Contoy. Asimismo, uso de trampas no selectivas y tráfico ilegal de especies. Actividad forestal, turística, pesquera y pecuaria. Cacería furtiva. Saqueo de nidos de tortuga. La región constituye una importante fuente de abastecimiento de agua y recursos forestales.

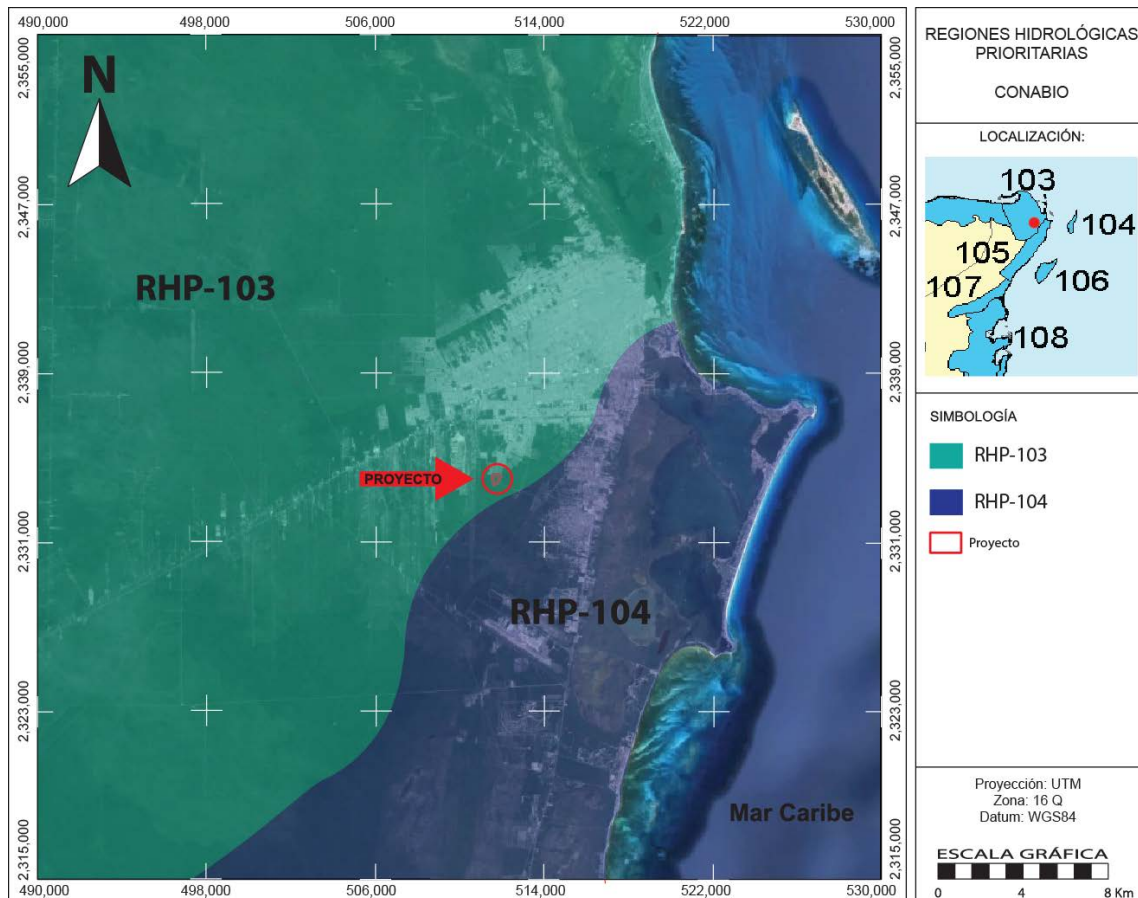


Figura 47. Localización del sitio del proyecto con respecto a la Región Hidrológica Prioritaria número 103 denominada "Contoy".

Por las características del proyecto y sus dimensiones, como se demuestra a través del presente documento, se considera que el proyecto no generará impactos significativos que pudieren llegar a afectar esta Región Hidrológica Prioritaria, ya que no agrava la problemática de la región ya que la implementación del proyecto se encuentra perfectamente regulado por la normatividad ambiental y urbana aplicable.

XIV.2.3. Región Marina Prioritaria (RMP-62) Dzilam-Contoy (Arriaga et. al., 1998)

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) instrumentó el Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México con el apoyo de la agencia The David and Lucile Packard Foundation (PACKARD), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés).

El proyecto se localiza en la región marina prioritaria número 62 denominada "Dzilam-Contoy" (**Fig. 48**), la cual ocupa un área de 31,143 km². Esta región está compuesta por playas, dunas, marismas, petenes y arrecifes. La problemática que enfrenta la región es la modificación del entorno por fractura de arrecifes, remoción de pastos marinos y dragado; contaminación en los muelles y puertos, por petróleo, embarcaciones pesqueras, turísticas y de carga; y uso de recursos que genera presión sobre las langostas y el caracol rosado. Hay pesca ilegal, arrastres, trampas no selectivas y colecta de especies exóticas.

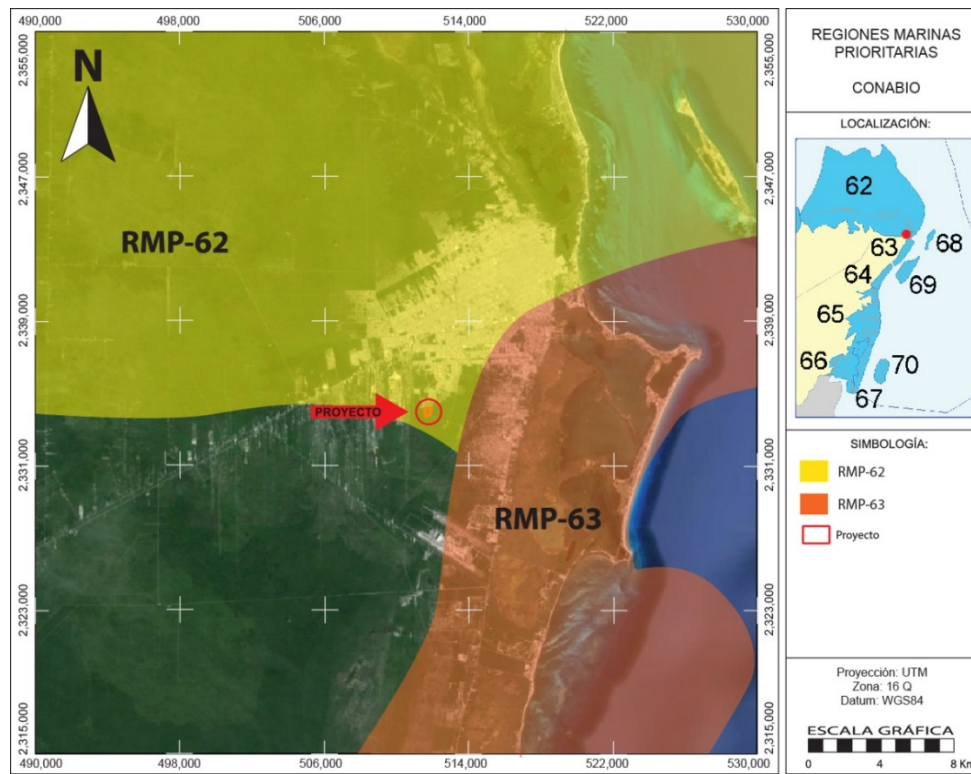


Figura 48. Región Marina Prioritaria aplicable al sitio del proyecto.

Por las características del proyecto, sus dimensiones y ubicación al sur del centro de población de la Ciudad de Cancún, se considera que el proyecto no agravará la problemática de esta región marina al no colindar con el Mar Caribe.

XIV.3. Normas Oficiales Mexicanas

Durante el desarrollo del proyecto, se llevará a cabo el seguimiento de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas (**Cuadro 85**):

Cuadro 85. Seguimiento de Normas Oficiales Mexicanas durante el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación al Proyecto
Residuos Peligrosos, Sólidos Urbanos y de Manejo Especial	
Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Por acciones de mantenimiento de la maquinaria y vehículos de transporte, serán generados aceites, grasas y estopas, así como, se pueden presentar fugas de aceites, gasolina, aditivos, etc. Los aceites, grasas y estopas una vez utilizados, serán depositados en recipientes especiales para ser entregados a personal autorizado para su reciclamiento o disposición final.
Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, Que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.	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 deberán realizar reparaciones mayores en el área del proyecto.
Flora y Fauna	
Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección.	En cuanto a los impactos sobre la diversidad y abundancia de flora y fauna con estatus de protección, esta se verá impactada por la remoción de la vegetación del predio. De acuerdo con la caracterización ambiental del sitio del proyecto, se registraron cuatro especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 las cuales corresponden a la palma Chit (<i>Thrinax radiata</i>), el maculis amarillo o X-k'anlol k'aax (<i>Tabebuia chrysantha</i>), la iguana (<i>Ctenosaura similis</i>), y el cardenal (<i>Cardinales cardinales</i>). Las tres primeras con el estatus de amenazadas y la última sujeta a protección especial. El proyecto cuenta con un Programa de Vigilancia Ambiental, el cual integra el

Norma Oficial Mexicana	Vinculación al Proyecto
	Programa de Rescate y Reubicación de la Vegetación Forestal y y el Programa de Ahuyentamiento de Fauna, para evitar impactos negativos sobre estas especies.
Contaminación por Ruido	
Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNATA-1994, Que establece los límites máximos de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	La maquinaria empleada durante el desarrollo del proyecto deberá contar con sistemas de reducción de ruido (mofles y/o silenciadores) para no rebasar los límites permitidos por las presentes normas, además de que se ajustarán a los horarios permitidos.
Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	
Emisiones de Fuentes Móviles	
Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2007, Límites Máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	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 presentes normas.
Norma Oficial Mexicana, NOM-045-SEMARNAT-2006, Vehículos en circulación que usan diesel como combustible. Establece los niveles máximos de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	
Seguridad e Higiene Laboral	
NOM-012-SSA1-1993 requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano públicos y privados.	Durante las diferentes etapas del proyecto, estas normas se considerarán por el promovente y los contratistas, como parte de las condiciones y medidas de seguridad en los frentes de trabajo.
Norma Oficial Mexicana NOM-001-STPS-1999, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad e higiene.	
Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2000, Condiciones de seguridad Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.	
Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2001, Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.	
Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEGOB-2002, Señales y Avisos para Protección Civil. Colores, formas y símbolos a utilizar.	

XIV.4. Planes o programas de desarrollo urbano (PDU)

El sitio del proyecto se encuentra dentro del ámbito de aplicación del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030) (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo del 16 de Octubre de 2014). De acuerdo con la sobreposición del sitio del proyecto sobre el PDU aplicable y la clasificación de usos en zonas de crecimiento (Capítulo Tercero), el predio de interés tiene un uso de suelo clave H/60 (Artículo 13, Plano E-06E), por lo que se le asigna al predio un uso de suelo Habitacional con una densidad bruta de 60 viviendas por hectárea (Artículo 14) (Fig. 49).

El uso de suelo Habitacional es la zonificación en la que se permite la vivienda unifamiliar y plurifamiliar y se propone conservar las características habitacionales de los barrios, sin usos que puedan alterar su vocación predominante original, ni la de las colonias y fraccionamiento netamente habitacionales.

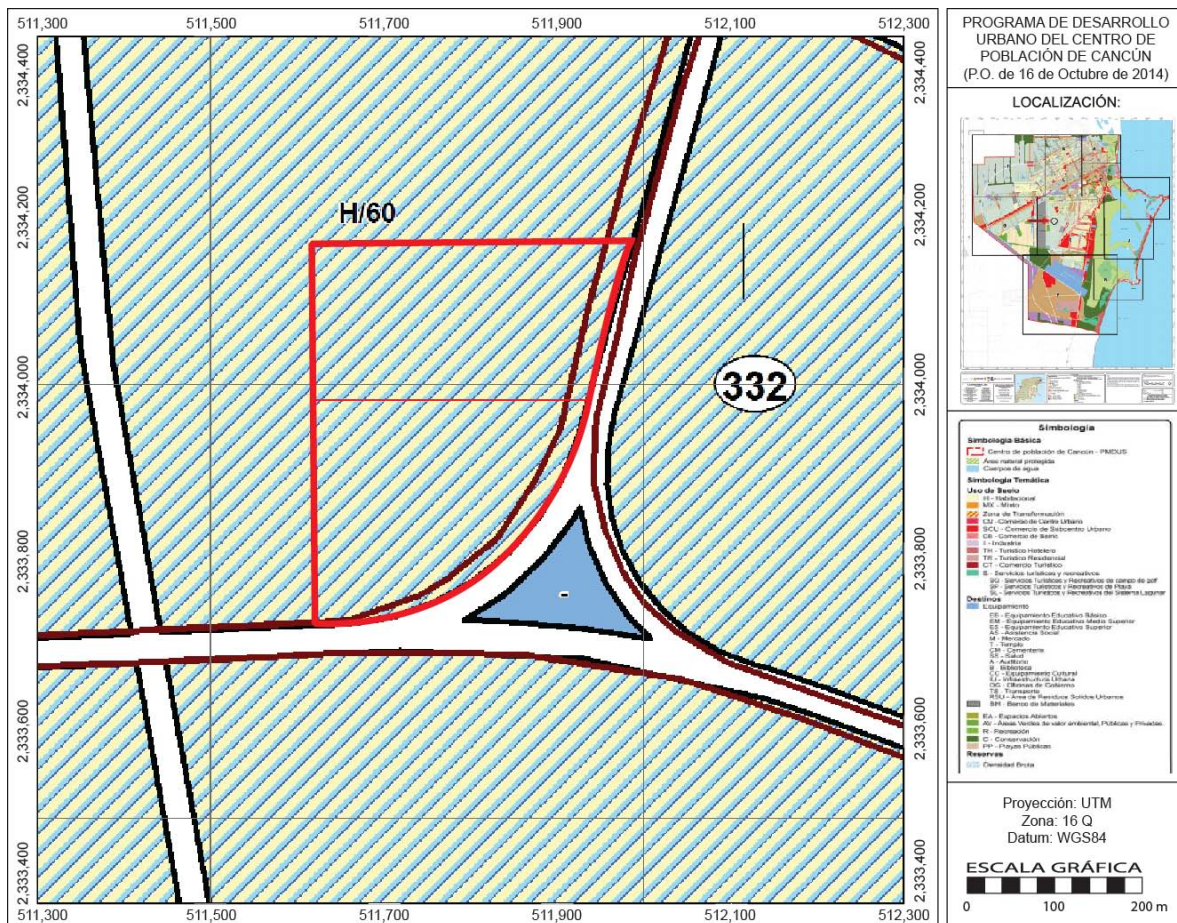


Figura 49. Localización del sitio del proyecto en el Plano E del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030).

De acuerdo con la Constancia de Uso de Suelo SMEYDU-DGDU-DPNU/01356/2015 emitida por la Secretaría Municipal de Ecología y Desarrollo Urbano del H.

Ayuntamiento de Benito Juárez, el sitio del proyecto tiene un uso de suelo **Habitacional, clave H/60 Densidad Bruta 60 Viv/Ha**, lo cual es consistente con lo establecido por el PDU aplicable.

Por lo antes citado, el proyecto "Maderos Residencial" da cabal cumplimiento a lo establecido en el PDU al tener como objetivo la construcción de un desarrollo habitacional de 750 unidades habitacionales en un terreno con una superficie total de 125,000.00 m² lo que nos da una densidad habitacional de 60 viviendas/ha. (**Cuadro 86**). En el proyecto se mezclan usos de suelo comercial, equipamiento, donación y vialidades para dar soporte al desarrollo habitacional, lo cual no altera la vocación predominante original del sitio del proyecto y da cumplimiento a la legislación aplicable.

Cuadro 86. Cuadro de superficies propuestas por el proyecto "Maderos Residencial".

USOS Y DESTINOS	SUPERFICIE (M2)	SUPERFICIE (HAS)	PORCENTAJE (%)
AREA VERDE	14,735.40	1.474	11.8
HABITACIONAL	72,240.93	7.224	57.8
EQUIPAMIENTO	3,905.20	0.391	3.1
COMERCIAL	2,801.76	0.280	2.2
VIAL	31,316.71	3.132	25.1
TOTAL	125,000.00	12.500	100.0
VIVIENDAS	750		60 VIV/HA

XIV.5 Otros instrumentos a considerar

XIV.5.1 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su reglamento

La Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable en su Artículo 12 establece que son facultades de la Federación el expedir, por excepción, la autorización de cambio de uso del suelo de los terrenos forestales, así como controlar y vigilar el uso del suelo forestal.

Así mismo, en su Artículo 117 establece que *la Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales cuando se demuestre que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo*, lo cual se demuestra en el presente documento técnico unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos forestales en materia de impacto ambiental y forestal, para una superficie de 125,000.00 m² con el fin de poder desarrollar el proyecto "Maderos Residencial".

Por su parte, el Artículo 121 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable establece la información que deberán contener los estudios técnicos justificativos, la cual se presenta a través del presente documento técnico unificado.

XIV.5.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su reglamento en materia de impacto ambiental

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, tiene entre sus principales objetivos, el propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un ambiente adecuado para su desarrollo, así como definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación. Dicha ley, en su Artículo 5º y 28 Fracción VII establece que *son facultades de la Federación la evaluación del impacto ambiental de los cambios de uso del suelo en áreas forestales, así como en selvas; y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes.*

En virtud de lo anterior, su reglamento en materia de impacto ambiental, establece en su Artículo 5 Fracción O que *quienes pretendan llevar a cabo el cambio de uso del suelo de áreas forestales para actividades de desarrollo inmobiliario, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental.*

Por su parte, el Artículo 12 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental establece *la información que deberán contener las manifestaciones de impacto ambiental modalidad particular.*

En virtud y apego a lo antes citado, es que se presenta el documento técnico unificado del proyecto "Maderos Residencial" con la información requerida para su evaluación y autorización por parte de las autoridades correspondientes.

XIV.5.3 Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo

Para los efectos de esta Ley, se entiende por fraccionamiento cualquier terreno o parte de él, que se divida en 3 o más fracciones para construcciones habitacionales y demás aprovechamientos y usos. Así mismo, los desarrollos de tipo condominal estarán sujetos a las disposiciones de esta Ley, independientemente del cumplimiento que deban tener de otras disposiciones legales específicas.

Según el Artículo 59 de esta Ley, el fraccionador estará obligado a costear por su cuenta todas las obras de urbanización del Fraccionamiento y las de equipamiento urbano que esta Ley especifica, incluyendo la construcción de camellones y su respectiva jardinería, así como el arbolado de las vías públicas y obras relativas en las áreas reservadas para jardines públicos.

De acuerdo con el Artículo 60 de la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo, se tiene el compromiso de donación del 15% de la superficie neta del predio, tal y como se cita a continuación:

Artículo 60.-El fraccionador tendrá la obligación de ceder a título de donación al Municipio donde quede ubicado el fraccionamiento, las superficies destinadas para Parques, Mercados, Escuelas, Puestos de Policía u otros servicios públicos similares, de conformidad a lo expresado en la autorización, y se serán como mínimo:

I. En los fraccionamientos habitacionales urbanos, la donación comprenderá el 15% de la superficie neta de los mismos;

Para la determinación del área neta, de acuerdo con el presente artículo, se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Área Neta} = (\text{Área Total Predio}) - (\text{Área Total Vialidad})$$

De acuerdo con lo antes expuesto, el proyecto dará cabal cumplimiento a lo establecido por la citada Ley, dado que destinará el 15.7% de la superficie neta del predio para donación como áreas verdes (**Cuadro 87**).

Cuadro 87. Superficies y porcentajes netos propuestos por el proyecto "Maderos Residencial".

USOS Y DESTINOS	SUPERFICIE (M2)	SUPERFICIE (HAS)	PORCENTAJE (%)
AREA VERDE	14,735.40	1.474	15.7
HABITACIONAL	72,240.93	7.224	77.1
EQUIPAMIENTO	3,905.20	0.391	4.2
COMERCIAL	2,801.76	0.280	3.0
TOTAL ÁREA NETA	93,683.29	9.37	100.0

XIV.5.4 Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo (LEEPAQROO)

El Artículo 132 de la LEEPAQROO establece que para la recarga de mantos acuíferos, en las superficies de predios que se pretendan utilizar para obras e instalaciones, se deberá permitir la filtración de aguas pluviales al suelo y subsuelo. Por tal motivo, las personas físicas o morales quedan obligadas a proporcionar un porcentaje del terreno a construir, preferentemente como área verde, lo que en su caso siempre será permeable.

Para los efectos del párrafo anterior en los predios con un área menor de 100 metros cuadrados deberán proporcionar como área verde el 10% como mínimo; en predios con superficie mayor de 101 a 500 metros cuadrados, como mínimo el 20%; en predios cuya superficie sea de 501 a 3,000 metros cuadrados, como mínimo el 30%, y predios cuya superficie sea de 3,001 metros cuadrados en adelante, proporcionarán como área verde el 40% como mínimo.

Considerando lo previamente citado en el artículo en comento, el proyecto "Maderos Residencial" proporcionará el 40.6% de la superficie total del predio preferentemente como área permeable, la cual estará distribuida en las áreas habitacionales, lotes comerciales, áreas de equipamiento, áreas verdes y la vialidad (**Cuadro 88**).

Cuadro 88. Superficies y porcentajes de áreas permeables propuestos por el proyecto.

USOS Y DESTINOS	SUPERFICIE (M2)	SUPERFICIE (HAS)	PORCENTAJE (%)
AREA VERDE	14,735.40	1.47	11.8
HABITACIONAL	33,320.62	3.33	26.7
EQUIPAMIENTO	754.22	0.08	0.6
COMERCIAL	565.68	0.06	0.5
VIAL	1,342.79	0.13	1.1
TOTAL PERMEABLE	50,718.71	5.07	40.6
TOTAL	125,000.00	12.50	100.0

XIV.5.5 Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Quintana Roo

La Ley General de Asentamientos Humanos del Estado de Quintana Roo en su Artículo 9º señala que *corresponde a los municipios, en el ámbito de sus respectivas jurisdicciones, formular, aprobar y administrar los planes o programas municipales de desarrollo urbano, de centros de población y los demás que de éstos deriven, así como expedir las autorizaciones, licencias o permisos de suelo, construcción, fraccionamientos, subdivisiones, fusiones, relotificaciones y condominio, de conformidad con las disposiciones jurídicas locales, planes o programas de desarrollo urbano y reservas, usos y destinos de áreas y predios.*

Así mismo, en su Artículo 19 se indica:

Las autorizaciones de manifestación de impacto ambiental que otorguen la Secretaría o las entidades federativas y los municipios conforme a las disposiciones jurídicas ambientales, deberán considerar la observancia de la legislación y los planes o programas en materia de desarrollo urbano.

XV. 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 cambio de uso del suelo en terrenos forestales de este proyecto, incluyendo flora y fauna; de acuerdo con lo que establece la fracción XXIV del Artículo 7 de la LGDFS, los recursos biológicos forestales comprenden las especies y variedades de plantas, animales y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquéllas de interés científico, biotecnológico o comercial.

Los recursos biológicos forestales presentes en la vegetación propia de este predio tales como plantas, animales y microorganismos, así como sus partes (frutos, cortezas, hojas, tallos, resinas, pieles, fibras, humus, etc), si bien no son aprovechados comercialmente debido a que son de apropiación libre, definitivamente cumplen una importante función social ya que vienen a satisfacer una amplia gama de necesidades en los grupos humanos. Para su valoración económica, requerimos de criterios distintos a los monetarios convencionales.

El concepto de valor económico total (VET) es una de las formas más utilizadas para identificar y clasificar los beneficios de las masas forestales. Esto es debido a que en lugar de centrarse en los valores comerciales directos de los bosques, el VET abarca también sus valores no comerciales y de subsistencia, sus funciones ecológicas y los beneficios no relacionados con su aprovechamiento.

La clasificación aquí utilizada es tomada de Munasinghe M. y E. Lutz (1993) ya que reconoce los valores de uso y de no uso, la cual se presenta a continuación.

Cuadro 89. Clasificación de valores.

<i>directo</i>	<i>Valor de uso indirecto</i>	<i>de opción</i>	<i>Valor de no uso de herencia</i>	<i>de existencia</i>
Productos de consumo o servicios directos	Beneficios funcionales	Uso directo o indirecto futuro	Valor de legar valores a los descendientes	Valores éticos
Usos extractivos: * Materia prima * Alimentos * Biomasa * Cultivo y pastoreo * Colecta de especímenes y material genético * Conversión a otro uso * Hábitat humano	Ecosistémicas: * Autopreservación y evolución del sistema * Ciclaje de nutrientes * Conocimiento e investigación científica actual * Hábitat migratorio * Fijación de nitrógeno Ambientales: * Protección y regeneración de suelos * Captación y purificación de agua * Protección de cuencas * Control de plagas * Control de inundaciones * Protección contra tormentas * Regulación climática * Retención de carbono * Estabilización costera	* Continuidad del sistema * Obtención de nueva materia prima * Nuevos conocimientos	* Protección del hábitat * Evitar cambios irreversibles	* Conocimiento de la existencia * Protección del hábitat * Evitar cambios irreversibles * Culturales, estéticos y religiosos
Usos no extractivos: * Salud * Recreación - ecoturismo - deporte * Actividades culturales y religiosas * Navegación * Producción audiovisual				

Los valores de uso, a su vez se dividen en valor de uso directo, de uso indirecto y de opción. El primero es el más accesible en cuanto a su concepción ya que se reconoce de forma inmediata a través del consumo del recurso biológico (alimentos, madera, carne, ecoturismo, etc.), particularmente los usos extractivos concentran el impacto humano sobre los recursos naturales. El valor de uso indirecto se refiere a los beneficios que recibe la sociedad como es la protección contra la erosión, recarga de acuíferos, etc. y el de opción se refiere al valor de los usos potenciales de los recursos naturales para su utilización futura (directa o indirecta); por ejemplo el uso de plantas para fines farmacéuticos, materias primas, control de plagas, etc.

Los valores de no uso incluyen el valor de herencia, esto es por legar los beneficios de los recursos a las generaciones futuras; finalmente, el valor de existencia se refiere al valor de un bien ambiental simplemente porque existe y es de orden ético con implicaciones estéticas, culturales o religiosas.

Los recursos biológico-forestales frecuentemente ostentan varios valores económicos simultáneamente, de esta forma tenemos que con respecto a la vegetación natural presente en el área de estudio, podemos realizar las siguientes valoraciones.

XV.1 Valoración económica directa.

De acuerdo con los resultados de la caracterización de la vegetación de este predio en la vegetación derivada de selva mediana se identificaron 90 especies de plantas vasculares, pertenecientes a 41 familias botánicas presente en sus tres estratos. 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 una pequeña lista de recursos forestales que sí tienen un precio de mercado en la región; el resto de los cuales se agrupan por similitud y se consideran como productos forestales sustitutos.

De manera general, las materias primas forestales se clasifican como maderables y no maderables. En este sentido, para efecto de la estimación del valor económico del volumen de la madera que será afectado por el cambio de uso del suelo, fueron consideradas todas las especies leñosas que serán removidas como productos sustitutos, mismas que pueden tener un potencial para su aprovechamiento como madera para aserrío, palizada, leña, carbón, etc.

Madera para aserrío. Se puede decir que en el área del proyecto prácticamente no existen especies maderables susceptibles de ser aprovechadas en la industria de la madera aserrada, ya que corresponde con un acahual derivado de selva mediana con vegetación secundaria arbustiva. Sin embargo, existen algunos individuos de chicozapote y tsalam que pueden llegar a ser aprovechadas.

En el siguiente cuadro se presenta el valor de ambas especies a pie de tocón, considerando que podrían ser utilizadas como madera en rollo para aserrío de primera

y segunda, sin importar si los productos resultantes se encuentran en las condiciones adecuadas para su venta.

Cuadro 90. Estimación del volumen comercial (m³) para madera aserrada por especie, por hectárea y para la superficie de 12.5 hectáreas.

Nombre científico	\$ /m3 (00/100, M.N)	Volumen Comercial (m ³ /ha)	Valor Económico (\$/ha)	Volumen Comercial (m ³ /12.5 ha)	Valor Económico (\$/12.5 has)
<i>Manilkara zapota</i>	\$2,100.00	0.6039	\$1,268.21	31.5498	66,254.53
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	\$1,500.00	2.5240	\$3,785.97	7.5489	11,323.28
TOTAL		3.1279	\$5,054.18	39.0986	\$77,577.82

De acuerdo con el cuadro anterior, el valor estimado de las materias primas forestales que pudieran tener un valor comercial como madera aserrada por efecto del eventual cambio de uso de suelo en una superficie de 12.5 hectáreas, contabilizando el arbolado a partir de la clase diamétrica 25.00 cm de diámetro normal (DN) y mayores, es de aproximadamente 39.10 m³ de madera en rollo con corteza; el cual asciende a la cantidad de \$ 77,577.82 (son setenta y siete mil quinientos setenta y siete pesos 82/100 M.N.).

Madera para palizada. Si tuviéramos la oportunidad de comercializar las distintas especies de acuerdo a las especificaciones del mercado, una parte del volumen resultante se clasificaría como palizada y se podría obtener una ganancia económica por efecto de su comercialización.

En el siguiente cuadro se presentan los volúmenes que podrían utilizarse como madera en rollo para palizada con diámetro normal incluido en las clases diamétricas de 15.00 cm y 20.00 cm de diámetro normal (DN).

Cuadro 91. Estimación del volumen comercial (m) por especie, por hectárea y por la superficie total de cambio de uso del suelo para el actual proyecto (12.50 has).

Nombre científico	Precio (\$ /m3)	Volumen Comercial (m ³ /ha)	Valor Económico (\$/ha)	Volumen Comercial (m ³ /12.5ha)	Valor Económico (\$/12.5 has)
<i>Bursera simaruba</i>	\$1,400.00	0.2199	\$307.88	2.7489	\$3,848.46
<i>Dendropanax arboreus</i>		0.1868	\$261.50	2.3349	\$3,268.81
<i>Lysiloma latisiliquum</i>		0.8438	\$1,181.36	10.5478	\$14,766.99
<i>Manilkara zapota</i>		0.2402	\$336.29	3.0026	\$4,203.60
<i>Metopium brownei</i>		0.9565	\$1,339.09	11.9562	\$16,738.68
<i>Piscidia piscipula</i>		0.4401	\$616.10	5.5009	\$7,701.31
<i>Swartzia cubensis</i>		0.3462	\$484.74	4.3280	\$6,059.23
TOTAL		3.2335	\$4,526.97	40.4193	\$56,587.08

Nota: Dentro de la estimación del valor obtenido para palizada, se incluyen algunas especies que no tienen valor comercial para dicho producto.

Se considera un precio promedio de la madera de palizada en bocadilla de \$ 1,400/m³ de las especies comunes tropicales. En total obtenemos 40.419 m³ de madera en rollo de maderas blandas y duras en la superficies propuesta para el cambio de uso del suelo (12.5 has.).

Puede decirse que el valor total de los productos forestales maderables que pueden ser utilizados como palizada en el área de desplante del actual proyecto, alcanza los \$ 56,587.08.

Madera para leña, triturado ó carbón. Para obtener el valor que es posible obtener por concepto de leña y carbón se incluyen los individuos de las categorías diamétricas de 5.00 y 10.00 cm de diámetro normal (DN), de los cuales se considera que el 30% podría utilizarse para leña, 20% para triturado y el 50% restante como material para la elaboración de carbón vegetal.

Cuadro 92. Desglose por especie del volumen que podría utilizarse para leña, tritura ó carbón.

Nombre científico	Volumen Comercial (m ³ /ha)	Volumen Comercial (m ³ /12.5 ha)
<i>Bursera simaruba</i>	2.4181	30.2259
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	0.2810	3.5125
<i>Calyptanthus pallens</i>	0.4859	6.0743
<i>Cascabela gaumeri</i>	0.4756	5.9449
<i>Casearia corymbosa</i>	0.0815	1.0185
<i>Cecropia peltata</i>	0.9681	12.1009
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	0.3677	4.5962
<i>Coccoloba diversifolia</i>	0.0948	1.1849
<i>Coccoloba spicata</i>	0.6258	7.8227
<i>Croton niveus</i>	0.0591	0.7384
<i>Cupania dentata</i>	0.0504	0.6304
<i>Dendropanax arboreus</i>	1.4309	17.8860
<i>Diospyros yucatanensis</i>	1.3821	17.2764
<i>Eugenia axillaris</i>	0.1709	2.1359
<i>Ficus cotinifolia</i>	2.4488	30.6103
<i>Ficus maxima</i>	0.5554	6.9423
<i>Ficus obtusifolia</i>	0.6081	7.6018
<i>Ficus pertusa</i>	0.2573	3.2160
<i>Fleischmannia sp.</i>	0.4429	5.5361
<i>Guettarda combsii</i>	0.2963	3.7040
<i>Hampea trilobata</i>	0.5426	6.7830
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	4.6116	57.6449
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	1.2185	15.2308
<i>Metopium brownei</i>	0.3858	4.8224
<i>Mosannonna depressa</i>	0.0549	0.6865
<i>Nectandra coriacea</i>	1.0979	13.7238
<i>Neea psychotrioides</i>	0.0626	0.7829
<i>Piscidia piscipula</i>	0.4924	6.1553
<i>Platymiscium yucatanum</i>	0.8430	10.5379
<i>Pouteria campechiana</i>	0.2810	3.5126
<i>Randia aculeata</i>	0.1213	1.5162
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	3.4586	43.2330
<i>Simaruba amara</i>	0.3094	3.8675

Nombre científico	Volumen Comercial (m ³ /ha)	Volumen Comercial (m ³ /12.5 ha)
<i>Swartzia cubensis</i>	2.2538	28.1728
<i>Vitex gaumeri</i>	2.2482	28.1020
<i>Zuelania guidonia</i>	0.1032	1.2904
	31.5856	394.8203

En el siguiente cuadro, se presenta el desglose de la estimación económica de los porcentajes volumétricos por hectárea que podría utilizarse para leña, material triturado y carbón, con un precio unitario a pie de tocón de \$ 300 pesos por m³ para la elaboración de leña; para carbón, se estima una equivalencia de 7.0 m³ de madera en rollo para obtener 1 tonelada de carbón en horno tradicional. El costo del producto alcanza los \$2,500.00/ton; para el caso del triturado de material leñoso, el precio unitario se estima en \$ 400/m³.

Cuadro 93. Estimación económica de la madera para leña, material triturado y carbol vegetal, con base a la estimación volumétrica del inventario forestal.

Materia prima	% de Aprovechamiento	Volumen total (m ³ /ha)	Precio unitario (\$/m ³)	Valor Económico (\$/ha)	Valor Económico (\$/12.5 ha)
Leña	30	9.4757	\$300.00	\$2,842.71	\$35,533.82
Material triturado	20	6.3171	\$400.00	\$2,526.85	\$31,585.62
Carbón	50	15.7928	\$357.14	\$5,640.24	\$70,503.05
Total	100	31.5856		\$11,009.80	\$137,622.49

Puede decirse que el valor total de los productos forestales (leña, triturado y carbón) maderables que eventualmente podrían obtenerse en el área del proyecto, es de \$137,622.49 pesos considerando las especies en una superficie de 12.50 hectáreas.

Plantas de ornato. Los recursos forestales no maderables con potencial de ser comercializados como especímenes vivos lo constituyen las plantas de ornato como el *chit* (*Thrinax radiata*) y los frutales como la guaya india (*Melicocus oliviformis*) y la anona (*Mosannonna depressa*), entre otras especies. A continuación se presenta el desglose de las plantas con valor económico, debido a su uso ornamental y/o frutal.

Cuadro 94. Valor económico y número de plantas ornamentales por hectárea y por la superficie de cambio de uso de suelo forestal del proyecto.

Nombre común	Precio unitario \$ por planta	No. de plantas/ha	No. de plantas /12.5 ha	Valor Económico (12.5 ha)
<i>Thrinax radiata</i>	\$35.00	666.67	8333.33	\$291,666.67
<i>Melicocus oliviformis</i>	\$10.00	333.33	4166.67	\$41,666.67
<i>Mosannonna depressa</i>	\$10.00	333.33	4166.67	\$41,666.67
Total		1333.33	16666.67	\$375,000.00

Debido a su densidad, se estima que llegaría hasta los \$375,000 00/100 M.N.

Materia orgánica (tierra vegetal). En ambientes tropicales, el grupo de los descomponedores, que lo constituye un grupo diverso de organismos (hongos, anélidos, oligoquetos, microartrópodos, etc) descomponen entre 5.5 a 15.5 toneladas/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.

Para el caso de la zona sur de la ciudad de Cancún, y en lo particular, para el predio, se reconoce la distribución de una sola asociación de suelo que está integrada por suelos del tipo Leptosol lítico+Leptosol réndzico. Se estima que en promedio la capa de suelo que se observa en el conjunto de predios es de alrededor de 5 cm. No obstante, este volumen no puede ser extraído de manera literal debido a lo extremadamente irregular de la microtopografía existente en el terreno, por lo que se considera una capa promedio de alrededor de 1 cm.

Cuadro 95. Estimación económica de la tierra vegetal

CONCEPTO	VOLUMEN (m ³) TOTAL A AFECTAR EN 12.50 Ha	COSTO POR m ³	VALOR TOTAL EN PESOS
Tierra vegetal	1,250.00	\$60.00	\$75,000.00
Total			\$75,000.00

En el caso que el volumen total obtenido fuera comercializado, se tendría una percepción económica de \$ 75,000.00, ya que una vez realizado el cernido correspondiente, el producto resultante tiene una amplia aceptación en las labores de jardinería.

Valor económico de las especies de fauna silvestre. De las referencias localizadas sobre la valoración de vertebrados silvestres en México, la mejor corresponde al estudio "Importancia Económica de los Vertebrados Silvestres de México" (Pérez- Gil Salcido R. *et al.*, 1996). En él se hace una revisión minuciosa sobre la existencia de vertebrados silvestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) así como de su uso y valor económico asociado; no obstante dicho estudio no llega a datos específicos sobre el valor económico de los vertebrados silvestres para sus diversos usos.

En el siguiente cuadro (cuadro 96), se presenta una valoración de los vertebrados silvestres con base en los costos de captura estimados según sus distintos usos. Por otra parte, y a pesar de estimar un valor económico de las especies de vertebrados silvestres registradas en el predio, el promovente no pretende realizar aprovechamiento alguno de estos animales (ni con fines de cacería deportiva y/o comercial), ya que para ello se tendría que contar con una Unidad de Manejo Ambiental autorizada por la SEMARNAT.

Al agrupar, las especies de fauna con registro de campo en este predio, sin importar

su uso, pero considerando los costos para la captura de los ejemplares registrados durante el trabajo de campo se obtiene que del total de 30 registros de los cuales 2 corresponden a reptiles, 25 son de aves y 3 son de mamíferos que se registraron en los transectos ubicados en el área que se solicita para el cambio de uso del predio para este proyecto, con costos unitarios de captura que van desde \$ 50 hasta \$ 350 pesos, se estima un valor total de captura de la fauna de \$ 3,410.00 pesos M.N. para este grupo de especies en el supuesto de que pudieran tener algún interés comercial.

Cuadro 96. Estimación económica de los recursos biológicos forestales de las especies de fauna con registro de campo en el área propuesta para cambio de uso del suelo.

Reptiles	Nombre común	Número de registros	Costo unitario de captura (\$)	Importe total (\$)
<i>Vasiliscus vitatus</i>	Tolok	1	50	50
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	1	110	110
	Subtotal	2		160
Aves				
<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	6	50	300
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Xtakay	1	50	50
<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño	1	350	350
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Kau	3	50	150
<i>Columbina passerina</i>	Tortolita	2	50	100
<i>Cyanocorax morio</i>	Paap	3	50	150
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal	2	350	700
<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle	1	250	250
<i>Amazilia rutila</i>	Chupaflor	1	250	250
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chel	5	100	500
	Subtotal	25		2800
Mamíferos				
<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla	1	100	100
<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo	1	150	150
<i>Nasua narica</i>	Tejón	1	200	200
	Subtotal	3		450
TOTAL				3410

XV.2 Valoración económica indirecta

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

Valor económico de los recursos forestales del predio por su propia existencia

Aunque a la mayoría de las especies de flora y fauna no se les ha asignado un valor económico directo o indirecto, muchas personas desean que continúen existiendo,

independientemente de su uso. A esta valoración o respeto por la vida de otros seres vivos se le denomina valor de existencia. Este valor adquiere una expresión económica a través de las donaciones realizadas por personas o instituciones para contribuir a la protección de ecosistemas o especies particulares.

(<http://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap9/01%20Valor%20economico%20de%20la%20biodiversidad.pdf>).

Existen estimaciones que consideran que las personas estarían dispuestas a pagar 10 dólares por hectárea para dejar como legado a futuras generaciones la supervivencia de los bosques nacionales. En la siguiente tabla se presenta el valor de existencia para distintas áreas de importancia para la conservación de México; el valor obtenido se relaciona con donaciones y compras de deuda con fines conservación.

Cuadro 97. Evidencias de valores de existencia.

<i>Área</i>	<i>Superficie (ha)</i>	<i>Valor obtenido (USD)</i>
Selva Lacandona, Montes Azules en Chiapas (canje de deuda por naturaleza)	385 000	4 000 000
Reserva de la biósfera de Sian Ka'an en Quintana Roo (donaciones de organizaciones)	528 147	34 000
Sitios varios (donaciones de organizaciones)	No disponible	809 622
Barranca del Cobre en Chihuahua (encuestas a visitantes)	450 000	100 000
Varias áreas (contribuciones provenientes de los Estados Unidos de América)	190 869	5 528 809

Si se considera el promedio de aportaciones de 15.5 dólares por hectárea para la conservación de las áreas naturales, se tiene que el valor para mantener la integridad del área de cambio de uso de suelo (12.5 hectáreas) le corresponden 193.75 dólares, lo cual a un tipo de cambio aproximado de 17.5 pesos mexicanos, equivalen a \$ 3,390.62 pesos MN.

Valor por concepto de pago de servicios ambientales

Para esta forma de estimación económica indirecta de los recursos biológicos, se tomó como base los valores que presenta la Comisión Nacional Forestal en las Reglas de Operación del Programa Nacional Forestal 2015, Región 8 (Península de Yucatán).

En el cuadro 98, se presenta la estimación económica indirecta (servicios ambientales) del costo de los recursos biológicos derivados por el cambio de uso de suelo. Dicha estimación se basó en los montos que ofrece la CONAFOR como pago por servicios ambientales dentro del rubro de Servicios Ambientales Hidrológicos, y de acuerdo con la clasificación de montos de la misma, a la cual le corresponde monto de \$ 1,100.00 M.N., por hectárea por año.

Cuadro 98. 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 CUSTF (ha)	Costo total del recurso biológico por año (\$)
Servicios ambientales	1100	hectárea	12.5	\$ 13,750

Con el reconocimiento de las limitaciones técnicas y metodológicas para valorar de manera integral los recursos biológico forestales que existen en este predio, se puede considerar como un indicador el valor total estimado para el área sujeta a cambio de uso del suelo con el procedimiento contingente de valoración de recursos sustitutos, obteniéndose un valor global estimado de \$ 751,088.01 (setecientos cincuenta mil ochenta y ocho pesos 01/100 M.N.).

El resumen de las estimaciones de los recursos biológicos existentes en el predio de interés se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 99. Resumen de la estimación de los recursos biológicos forestales.

Recurso forestal	Valor/ha (\$)	Valor total (\$)/12.5 has
Valoración económica directa		
Aserrío	5,054.18	77,577.82
Palizada	4,526.97	56,587.08
Leña	2,842.71	35,533.82
Material triturado	2,526.85	31,585.62
Carbón vegetal	5,640.24	70,503.05
plantas de ornato	30,000.00	375,000.00
Tierra vegetal	6,000.00	75,000.00
Fauna	3,410.00	3,410.00
Sub-Total	133,863.15	725,197.39
Valoración económica indirecta		
Servicios ambientales	1,800.00	22,500.00
Valor de existencia	271.25	3,390.62
Sub-Total	2,071.25	25,890.62
Total	135,934.40	751,088.01

Todas las estimaciones obtenidas en este capítulo son sólo hipotéticas, ya que no existe intención para hacer un uso comercial, ni explotación de los productos forestales obtenidos; sino un uso alternativo como el desarrollo del proyecto habitacional localizado en la zona urbana de la ciudad de Cancún.

Es por ello que la modificación del uso del suelo para el establecimiento de un proyecto urbano, habrá de promover su mejor aprovechamiento en términos económicos. En todos los casos, éste se debe realizar en estricto apego a los lineamientos del POEL de Benito Juárez y al PDU 2014-2030.

XVI. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, el término Restauración Forestal se refiere a *"el conjunto de actividades tendientes a la rehabilitación de un ecosistema forestal degradado, para recuperar parcial o totalmente las funciones originales del mismo y mantener las condiciones que propicien su persistencia y evolución"*.

Para volver a la condición en que se encontraba antes de la intervención, un sitio afectado por el CUSTF, deberá llevarse a cabo un programa de restauración forestal, por lo cual se presenta un ejercicio de lo que costaría rehabilitar una superficie equivalente al área solicitada para el cambio de uso de suelo, es decir 12.5 hectáreas. Los montos calculados están en razón de las especies nativas de la región, así como de las condiciones del desarrollo actual de la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

La estimación de los costos de restauración que se requieren para este proyecto se fundamenta en la capacidad de regeneración natural de la vegetación secundaria con arbustiva y herbácea que se desarrolla en el predio donde se pretende desarrollar el proyecto Maderos Residencial, descrita en el capítulo V de este documento, que de acuerdo a las consideraciones realizadas presenta algunos árboles relicto de chicosapote principalmente dispersos entre la vegetación arbustiva.

Para la estimación de los costos de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo en terrenos forestales determinados en función de lo que costaría la recuperación de la vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia a una condición similar a la que presenta actualmente este predio, se consideran los siguientes precios de campo, cantidades y porcentajes:

Asimismo, entre las principales estrategias a corto y mediano plazo para lograr la protección y recuperación de la cobertura vegetal sería necesario considerar el establecimiento de un cerca perimetral que evite la recurrencia de incursiones furtivas para la extracción de recursos y el establecimiento de vigilancia permanente para evitar que se use el terreno como tiradero de basura.

Análisis de la estructura y funcionalidad del ecosistema.

En la actualidad, el paisaje tropical se encuentra dominado por bosques secundarios resultado de diferentes perturbaciones o disturbios ocasionadas por actividades humanas o fenómenos naturales (Murrieta *et al*, 2007). Por lo tanto, los bosques secundarios son determinantes para la conectividad y funcionalidad para el mantenimiento de muchos procesos ecológicos como la dispersión y polinización de las formaciones vegetales existentes (Finegan, 1992).

El enfoque contemporáneo sobre los cambios en la vegetación puede ser considerado como una visión "dinámica" ó "cinética" en la cual no hay premisa de estabilidad a largo plazo o la existencia de un punto final en la sucesión vegetal (Drury y Nisbet, 1973). En este esquema se incorporan los disturbios como un factor de gran importancia y se acepta el cambio continuo de la vegetación como una norma (Picket y White, 1985). Un gran número de estudios empíricos en las últimas décadas, apoyan la idea de que el proceso de sucesión vegetal en un área determinada puede seguir múltiples caminos (Drury y Nisbet, 1973; Connert y Slatyer, 1977, Miles, 1987).

En las selvas tropicales, el comportamiento de las especies está en buena medida determinado por la luz, y por ello el concepto de tolerancia e intolerancia a la sombra se mantiene como criterio básico para agrupar a las especies y así ayudar a entender los procesos de sucesión vegetal y desarrollo del bosque (Finegan, 1992). Gómez Pompa y Vázquez-Yanes, 1981, proponen el siguiente modelo general del proceso sucesional.

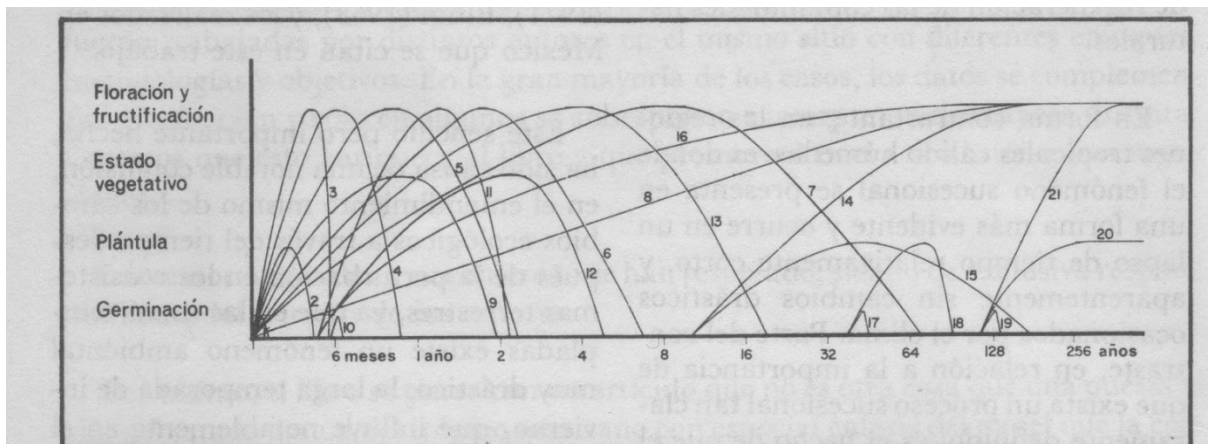


Fig. 1. Modelos de tipos de ciclos de vida a lo largo de un gradiente de tiempo en el proceso sucesional. Cada uno representa un ciclo de vida, ya sea completo o incompleto, de las especies. 1) Germinan y mueren. 2) Germinan, producen algunas hojas y mueren. 3) Completan su ciclo de vida en pocos meses. 4) Anuales. 5) Bianauales. 6) Con un ciclo de vida de sólo pocos años (menos de 10). 7) Viven varias décadas y eventualmente mueren (de selvas secundarias viejas). 8) Primarias, que viven cientos de años y que aparecen desde el comienzo de la sucesión. 9) Nunca alcanzan el estado de reproducción sexual. 10) Germinan pocos meses después que la sucesión comienza y pronto mueren. 11) Anuales que germinan después que la sucesión comienza. 12) Germinan después que la sucesión comienza pero no alcanzan el estado de reproducción sexual. 13) Ciclo de vida corto (menos de treinta años). 14) Ciclo de vida largo, germinan cuando la sucesión está bien avanzada. 15) Germinan cuando la sucesión está avanzada y permanecen en estado de plántula o planta joven por algunos años. 16) Germinan algunos meses después de que la sucesión comienza y tienen un ciclo de vida de varios cientos de años (especies primarias). 17) Germinan y mueren en estados sucesionales tardíos. 18) Germinan y viven en el estadio de plántula o planta joven en los estadios sucesionales tardíos y entonces mueren. 19) Germinan y mueren en la selva primaria. 20) Germinan y crecen hasta plántula o planta joven dentro de la selva primaria y permanecen esperando condiciones propicias para continuar creciendo. 21) Germinan y crecen en la selva primaria y pueden alcanzar el estado reproductivo presentando un ciclo de vida largo (especies primarias).

Figura 50. Modelo general de sucesión vegetal propuesto por Gómez Pompa y Vázquez-Yanes (1981).

El término gremio, se utiliza para definir a un grupo de especies que explota la misma clase de recursos de una manera similar, sin considerar la posición taxonómica (Root, 1967). De esta forma, las plantas heliófitas o "pioneras" son aquellas que requieren un alto grado de iluminación para desarrollarse; las esciófitas o "no pioneras" son aquellas plantas tolerantes a la sombra en una primera fase de su desarrollo. A su vez, el gremio de las plantas heliófitas se subdivide en efímeras y durables; las primeras lo integran aquellas especies que colonizan los claros en altas densidades, son de crecimiento rápido y ciclo de vida relativamente corto, en tanto que las heliófitas durables son especies de vida relativamente larga, con crecimientos entre rápido y regular, así como alcanzar grandes dimensiones.

El gremio de las esciófitas se subdivide en parciales, que son aquellas que se desarrollan en la sombra, pero que requieren de luz para pasar a su etapa final de desarrollo; las esciófitas totales crecen bajo la sombra y se regeneran en cualquier lugar bajo el dosel del bosque. Finalmente las especies H/E, pone de manifiesto que ciertas especies pueden ser tolerantes tanto a condiciones de iluminación elevada como a la sombra. Y se trata de palmas sumamente resistentes a la mayoría de las perturbaciones naturales y humanas.

Según Berger (1993), la regeneración natural ha ocurrido sin la intervención del hombre, siendo un proceso extremadamente lento e incierto para nuestros objetivos. Por lo cual, es necesario recurrir a las técnicas de restauración ecológica para acelerar este proceso y por lo tanto la recuperación del ecosistema, ya que reduce al mínimo el tiempo en que el sitio permanece expuesto a la erosión. Además el rápido desarrollo de un dosel evita el crecimiento de los agresivos pastos exóticos que usualmente dominan las áreas perturbadas y que llegan a detener el proceso de sucesión vegetal.

La restauración ecológica comienza con la eliminación de los factores que impiden la recuperación del sistema, siendo de vital importancia la definición de la problemática del sitio, así como sus relaciones con los sistemas humanos.

En este sentido, el paso inicial deberá ser la restitución del suelo, es decir, en caso de que se hubiera tendido una capa de material pétreo, ésta deberá ser retirada, ya que determina en última instancia la distribución y abundancia de la vegetación en la superficie que pudiera sujetarse a los trabajos de restauración ecológica. Dado que impide una adecuada infiltración de agua al subsuelo y limita el espacio físico de la siembra de planta.

En este momento puede plantearse el escenario en el corto plazo de uno a dos años, resultando que desde las primeras semanas el suelo se ha cubierto de forma natural con plantas herbáceas como *Psychotria nervosa*, *Ichnanthus lanceolatus*, *Lasiacis divaricata* *Stylosanthes hamata*, *Amaranthus spinosus* entre otras especies del gremio de las heliófitas efímeras. El desarrollo de especies herbáceas anuales, asegura la floración y producción de semillas; esta oferta de alimento comenzará con la atracción de fauna silvestre como chupadores de néctar (aves e insectos Lepidópteros, Himenópteros, etc.), insectívoros como reptiles, aves, pequeños mamíferos como ratones.

De esta manera se favorece la reintroducción de especies heliófitas durables como el tsalam (*Lysiloma latisiliquum*), así como el chacá (*Bursera simaruba*), entre otras como: *Jatropha gaueri*, *Metopium brownei*, *Caliptranthes pallens* y *Piscidia piscipula*. Con la germinación, crecimiento y desarrollo de nuevas plantas, se reinician los servicios ambientales suspendidos como captura de carbono, generación de oxígeno, provisión de agua en calidad y cantidad y estabilización del proceso de evaporación.

Asimismo es factible la reintroducción de palmas como el chiit (*Thrinax radiata*) y el guano (*Sabal yapa*), que son especies tolerantes tanto a condiciones de iluminación intensa, como a la sombra, teniendo la primera especie una gran importancia por estar registrada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, para la protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestres, que señala las categorías de riesgo y las especificaciones para su inclusión en la lista.

A partir de los 3 años, y una vez que se empieza a formar un dosel, las especies anuales o bianuales empiezan a ser sustituidas por especies con ciclos de vida más largos; esta fase es conocida como "fase de surgimiento o de estructuración", por lo que es factible la reintroducción de especies esciófitas parciales, como es el caso de Chicozapote (*Manilkara zapota*), Guayabillo (*Psidium sartorianum*), Guaya (*Talassia olivaeformis*), K'atal oox (*Swartzia cubensis*), Sak chakaj (*Dendropanax arboreus*), Ciricote (*Cordia dodecandra*), Kaniste (*Pouteria campechiana*), entre otras.

En esta fase se comienza a ver una estructura más definida de la vegetación con gran presencia de especies de rápido crecimiento y alturas máximas de 3 metros. En consecuencia, se fortalece la formación así como la protección del suelo, captura de carbono, presencia de vida silvestre, captación de agua.

En cuanto a fauna, en esta fase ya se pueden observar mamíferos pequeños como ratones, gran cantidad de aves, insectos y pequeños reptiles como las lagartijas. En este periodo se realizará otra siembra de palmas, como el xiat (*Chamaedorea seifrisii*), huano (*Sabal yapa*) y chit (*Thrinax radiata*), se recomienda el establecimiento de palmas de cada especie en toda la superficie del predio

Después de los 20 años se espera el establecimiento de forma natural de las especies esciófitas dominantes como *Cordia gerascanthus*, *Maytenus guatemalensis*, *Myrcianthes fragans* entre otras ya que es posible apreciar una tendencia de dicho gremio al presentarse solo en selvas maduras (Sánchez *et al*, 2007). Por lo tanto, en esta fase ya no se realizan actividades de fomento encaminadas al establecimiento de nuevas especies dado que la vegetación habrá creado de forma natural las condiciones microambientales propicias para continuar con su desarrollo como es una cobertura de copa superior al 70%, debido que se espera que la altura promedio del arbolado sea superior a los 7 metros, con fustes bien definidos y diámetros del arbolado dominante de 15 a 30 cm.

De esta forma, podemos esperar la conformación de una "selva juvenil" con dominancia en el estrato superior de especies heliófitas y en el estrato inferior ya se

podría observar un grupo conspicuo de especies esciófitas totales que inician la colonización del estrato inferior.

Desde un principio, pero principalmente en esta etapa, se debe poner especial atención en la prevención y combate de incendios forestales, debido a que con el tiempo, se desarrollan condiciones de diversidad biológica, estructura horizontal y vertical, funcionalidad y generación de una serie de servicios ambientales, la cual es necesario preservar, si bien existen riesgos periódicos como los huracanes que pueden detener e incluso retrasar a la sucesión vegetal. En caso de que los monitoreos detecten que la sucesión vegetal se encuentra detenida, deberá procederse a sembrar una mezcla de especies pioneras y no-pioneras.

La reforestación de todas las especies deberá realizarse en el periodo de lluvias y la planta deberá ser llevada al terreno cuando alcance una altura mayor a los 30 cm, ya que de esta forma se incrementa considerablemente la probabilidad de que las especies rastreras y enredaderas no lleguen a suprimirlas.

Finalmente la biomasa de la selva original puede recuperarse después de algunas décadas (Finegan, 1996); sin embargo, la diversidad de especies que existió ahí alguna vez, con todas sus interacciones ecológicas, puede tardar muchos años en restaurarse.

En resumen, en esta propuesta se contempla la realización de trabajos de reforestación con mezcla de especies nativas características de la selva mediana subperennifolia de la región; así como su mantenimiento y vigilancia por un periodo de 20 años. Para lo cual, el objetivo será alcanzar un acahual ó hubché de baja riqueza de especies arbóreas (nueve en total), densidades intermedias de individuos, bajas existencias volumétricas y alturas promedio de 6 a 9 metros.

Cuadro 100. Valores relativos correspondientes de las distintas variables desométricas de interés.

N. COMÚN	N. CIENTÍFICO	ALTURA	No. IND/HA	AB /HA	VFTcc /HA
Chakaj	<i>Bursera simaruba</i>	6.50	3.3333	0.0589	0.2199
Chaknii	<i>Calyptanthes pallens</i>	6.50	6.6667	0.0579	0.2426
Sak chakaj	<i>Dendropanax arboreus</i>	7.00	3.3333	0.0436	0.1868
K'anasin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	7.00	3.3333	0.0300	0.1343
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	6.60	36.6667	0.6428	2.3922
Chicosapote	<i>Manilkara zapota</i>	8.75	6.6667	0.5257	2.7642
Chechem	<i>Metopium brownei</i>	7.17	13.3333	0.2273	1.1063
Ja'abin	<i>Piscidia piscipula</i>	7.75	6.6667	0.1292	0.6045
K'atal oox	<i>Swartzia cubensis</i>	6.50	6.6667	0.1174	0.4480
			86.6667	1.8327	8.0988

También se espera que la vegetación secundaria de selva que se restablezca alcance una estructura vertical y horizontal dominada por especies heliófilas con la presencia

de especies esciófitas en los estratos bajos, similar a la que se encuentra en la actualidad en el predio estudiado (ver el siguiente cuadro). Sin embargo, se mantendrá la vigilancia hasta los 20 años de edad, para asegurar un desarrollo aún mayor de la vegetación resultante.

Para la estimación de los costos de las actividades de restauración con motivo del eventual cambio de uso del suelo en terrenos forestales, se realizará una consideración en función de lo que costaría la recuperación de la vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia a una condición similar a la que presenta actualmente este predio; se consideran los siguientes precios y trabajos de campo.

Valoración económica.

Para la realización de la valoración económica, se recopilaron costos actualizados de servicios y productos necesarios para llevar a cabo las actividades de restauración propuestas. Para lo cual, se cotizaron costos con empresas de la construcción, fleteras, jardineros, agricultores, consultores ambientales, entre otros y se comparó con los establecidos con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) siendo ambos muy similares. Asimismo, la lista de actividades de restauración que se ha determinado es enunciativa más no limitativa, ya que se han tomado en cuenta las actividades generales para llevar a cabo la restauración.

A continuación se enlistan y desglosan las actividades para la restauración:

- *Limpieza o deshierbe*
- *Apertura de cepas*
- *Compra de planta*
- *Transporte*
- *Reforestación*
- *Mantenimiento del área restaurada*
- *Chapeo de malezas*
- *Reposición de plantas (replante)*
- *Monitoreo*
- *Asistencia Técnica*

Limpieza o Deshierbe.- Los trabajos de deshierbe del área a restaurar se realiza con la ayuda de herramientas como azadón, coa, hacha o machete, entre otras. De esta forma sólo se trabaja el área donde se colocará la planta, evitando afectaciones innecesarias.

Apertura de cepas.- Consiste en hacer un hoyo de dimensiones variables según la calidad del terreno, puede ser cúbico o cilíndrico, generalmente de 30 x 30 x 30 cm. Aunque esto varía de acuerdo a la calidad del terreno. La forma de hacer la cepa es la siguiente:

- 1) Se abre un hoyo de las dimensiones deseadas con ayuda de una pala. En sitios con suelos muy compactados se tendrá que auxiliar con pico o barreta.

2) La tierra que se extraiga de la cepa se amontona a un lado de ésta, para permitir su oreado, así como el de las paredes de la cepa.

Transporte.- Previo a la movilización de las plantas al sitio de reforestación, éstas serán sometidas a un riego ligero, para evitar su deshidratación. Durante su carga y descarga, se amarrarán las puntas de las hojas evitando daños mecánicos, en el caso de individuos con alturas mayores a los 30 cm. y que presentaron tallos relativamente frágiles estos serán atados a una vara de madera (tutor) para evitar el daño al tallo.

Reforestación.- Consiste en la siembra de las plantas forestales en las cepas abiertas con anterioridad, es importante considerar que la distancia entre planta y planta dependerá del espaciamiento que la especie demande al ser adulta, tomando en cuenta sus etapas juveniles. El Manual Básico elaborado por la Comisión Nacional Forestal, propone una densidad de 625 a 900 plantas de acuerdo al siguiente cuadro.

Cuadro 101. Densidades promedio recomendadas por tipo de ecosistema por la CONAFOR, (Reglas de Operación ProÁrbol).

Tipo	Ecosistema (densidad por ha)			
	Bosques de coníferas	Selvas medianas y altas	Selvas bajas	Zonas áridas y semiáridas
Con planta de vivero	máximo 1,600 mínimo 1,100	máximo 900 mínimo 625	máximo 900 mínimo 625	máximo 2,000 mínimo 800
Con material vegetativo	No aplica	No aplica	No aplica	máximo 4,000 mínimo 1,100

La planta será adquirida en viveros autorizados, requiriéndose de planta con una altura mínima de 30 cm, con un eje central y raíces laterales bien distribuidas, sin raíces envolventes o creciendo hacia arriba ó enraizadas en el terreno, sin malformaciones, nudos o plagas.

Para este caso se propone una densidad de 816 plantas/ha (3.5m X 3.5m), con un porcentaje mínimo de sobrevivencia del 80%. El trazo será en marco real, dado que esta permite obtener una plantación uniforme que facilita su mantenimiento, manejo y protección; las cepas estarán marcadas con balizas para su localización e identificación.

Considerando que la superficie total a reforestar es de 12.5 hectáreas, se estima que se requerirán un total de 10,200 plantas para la reforestación de dicha superficie, contemplando un 20% más de plantas (2,040 para reposición de la pérdida máxima).

La reforestación debe llevarse a cabo durante la época de lluvias, una vez que el suelo se encuentra bien humedecido y la estación de lluvias se ha establecido. De esta manera la planta cuenta con mayor tiempo para establecerse, antes de que se presenten a condiciones estresantes, como pueden ser temperaturas extremas, sequías ó vientos muy fuertes.

Mantenimiento del área restaurada.- El mantenimiento consiste de una serie de acciones encaminadas a favorecer el establecimiento de la plantación, tal como es el control de maleza, cuyo objeto es eliminar competencia de hierbas y arbustos a las plantas reforestadas, de tal manera que tengan mayor probabilidad de sobrevivencia. Esta actividad se mantendrá por un período de dos años o hasta que los ejemplares sembrados alcancen una altura promedio de 1.5 metros. El control de la maleza o chapeo de la vegetación, se realizará en un contorno de medio metro de radio alrededor del sitio donde fue plantado cada ejemplar, y se llevará a cabo con una periodicidad cuatrimestral, es decir, tres veces al año.

Asistencia técnica. Para restaurar el área, las actividades aquí mencionadas deberán ser dirigidas por personal capacitado, durante el período de tiempo necesario para al menos alcanzar las condiciones actuales, si bien se buscará que alcance un desarrollo estructural mayor, estimando para ello un periodo de 20 años.

En el siguiente cuadro se presentan, los costos unitarios que serán requeridos para cada actividad de restauración, el importe total por actividad y el costo total por unidad de superficie se estima en \$ 59,925/ha pesos 00/100 M.N.

Cuadro 102. Conceptos y costos para las actividades de forestación para la superficie de cambio de uso de suelo

CONCEPTO	UNIDADES	COSTO	NÚMERO DE	MANO DE	MATERIALES	COSTO
		UNITARIO	UNIDADES	OBRA	Y/O MAQUILA	TOTAL/HA
1.- ESTABLECIMIENTO				16,500.00	9,065.00	25,565.00
1.1.- Preparación del terreno				3,600.00		3,600.00
Limpieza	Jornales	200.00	6.00	1,200.00		1,200.00
Despiedre y desenraice	Jornales	200.00	4.00	800.00		800.00
Guardarraya	Jornales	200.00	8.00	1,600.00		1,600.00
1.2.-Material vegetativo					9,065.00	9,065.00
Costos de planta	Plantas	8.00	980.00		7,840.00	7,840.00
Transporte de plantas	Plantas	1500.00	0.82		1,225.00	1,225.00
1.3.- Plantación				5,600.00		5,600.00
Trazo y alineación	Jornales	200.00	4.00	800.00		800.00
Apertura de pocetas	Jornales	200.00	12.00	2,400.00		2,400.00
Plantación y fertilización	Jornales	200.00	8.00	1,600.00		1,600.00
Replantación	Jornales	200.00	4.00	800.00		800.00
1.4.-Riegos emergentes				3,600.00		3,600.00

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A
PROYECTO: "MADEROS RESIDENCIAL"

CONCEPTO	UNIDADES	COSTO	NÚMERO DE	MANO DE	MATERIALES	COSTO
		UNITARIO	UNIDADES	OBRA	Y/O MAQUILA	TOTAL/HA
Cercado	Jornales	200.00	8.00	1,600.00		1,600.00
Riegos	Jornales	200.00	10.00	2,000.00		2,000.00
1.5.- Materiales				3,700.00		3,700.00
Picos o Coa	Lote	150.00	4.00	600.00		600.00
Aspersora manual	Lote	2000.00	1.00	2,000.00		2,000.00
Palas y carretillas	Lote	550.00	2.00	1,100.00		1,100.00
2.-CULTIVO Y MANTENIMIENTO				8,200.00	2,800.00	11,000.00
2.1.-Labores culturales (mano de obra)				8,200.00		8,200.00
Deshierbe	Jornales	200.00	12.00	2,400.00		2,400.00
Aplicación de fertilizantes (año 1 al 4)	Jornales	200.00	4.00	800.00		800.00
Podas	Jornales	200.00	6.00	1,200.00		1,200.00
Aclareos	Jornales	200.00	12.00	2,400.00		2,400.00
Cajeteo	Jornales	200.00	4.00	800.00		800.00
Prevención de plagas y enfermedades	Jornales	200.00	3.00	600.00		600.00
2.2.-Adquisición de insumos					2,800.00	2,800.00
Compra de fertilizante	Kilogramo	4.00	180.00		720.00	720.00
Compra de insecticidas	Kg y lts (lote)	1800.00	1.00		1,800.00	1,800.00
Compra de combustible y lubricantes	Litros	14.00	20.00		280.00	280.00
3.-PROTECCIÓN Y VIGILANCIA				6,960.00		6,960.00
Mantenimiento de Brechas	Jornales	200.00	6.00	1,200.00		1,200.00
Vigilancia	Jornales	200.00	360.00	5,760.00		5,760.00
4.- DIVERSOS				14,400.00	2,000.00	16,400.00
Adquisición de equipo y herramientas	Lote	2000.00	1.00		2,000.00	2,000.00
Administración	Contrato	5000.00	12.00	4,800.00		4,800.00
Asistencia técnica	Contrato	10000.00	12.00	9,600.00		9,600.00
TOTAL DEL COSTO POR HECTÁREA				46,060.00	13,865.00	59,925.00

De esta forma, para estimar lo que costaría reforestar un área de 12.5 hectáreas desde la perspectiva de análisis para lograr la estructura y funcionalidad del ecosistema, a una condición cuando menos similar a como se encontraba, bajo el supuesto de que

ya se hubiera efectuado el cambio de uso de suelo, lo cual implica realizar una serie de labores culturales para lograr el establecimiento de las especies requeridas; así como proporcionar el mantenimiento y monitoreo por un periodo de 20 años.

Por lo tanto, con el esfuerzo y la inversión propuesta se espera que la vegetación así restaurada estará en condiciones cuando menos similares a como se encontraba antes de realizar el cambio de uso del suelo. El costo que implica la realización de estas actividades en la superficie ya referida, es de alrededor de \$749,062.50 pesos M.N., considerando un costo por hectáreas de \$ 59,925 pesos que se multiplican por las 12.5 hectáreas, como se puede observar en la corrida presentada en el siguiente cuadro.

Cuadro 103. Estimación del costo de las actividades de restauración por hectárea en el sitio en un periodo de 20 años.

CONCEPTO	COSTOS DE REFORESTACIÓN Y MANTENIMIENTO A 20 AÑOS PARA 1 HA																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TOTAL
1.- ESTABLECIMIENTO	25565																				25565
1.1.- Preparación del terreno	3600																				3600
Limpieza	1200																				1200
Despiedre y desenraice	800																				800
Guardarraya	1600																				1600
1.2.- Material vegetativo	9065																				9065
Costo de plantas (Compra)	7840																				7840
Transporte de plantas	1225																				1225
1.3.- Siembra o plantación	5600																				5600
Trazo y alineación	800																				800
Apertura de pocetas	2400																				2400
Plantación y fertilización	1600																				1600
Replantación	800																				800
1.4.- Riegos Emergentes	3600																				3600
Cercado	1600																				1600
Riegos	2000																				2000
1.5.- Materiales	3700																				3700
Picos	600																				600
Aspersora manual	2000																				2000
Palas y carretillas	1100																				1100
2.- CULTIVO Y MANTENIMIENTO	1900	2500	2500	1700				1000						1400							11000
2.1.- Labores culturales	1200	1800	1800	1000				1000						1400							8200
Deshierbes	600	600	600	600																	2400
Aplicación de fertilizantes	200	200	200	200																	800

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A
 PROYECTO: "MADEROS RESIDENCIAL"

Podas		600	600																		1200	
Aclareos								1000						1400								2400
Cajeteo	200	200	200	200																		800
Prevención de plagas y enfermedades	200	200	200																			600
2.2.- Adquisición de insumos	700	700	700	700																		2800
Compra de fertilizante	180	180	180	180																		720
Compra de insecticidas	450	450	450	450																		1800
Compra de combustible y lubricantes	70	70	70	70																		280
3.- PROTECCIÓN Y VIGILANCIA	348	348	348	348	348	348	348	348	348	348	348	348	348	348	348	348	348	348	348	348	348	6960
Mantenimiento de Brechas	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	1200
Vigilancia	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	5760
4.- DIVERSOS	1220	1220	1220	1220	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	16400
Adquisición de equipo y herramientas	500	500	500	500																		2000
Administración	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	4800
Asistencia técnica	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	9600
TOTAL DEL COSTO POR UNA HECTÁREA.	29033	4068	4068	3268	1068	1068	1068	2068	1068	1068	1068	1068	1068	2468	1068	1068	1068	1068	1068	1068	1068	59925

XVII. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS

XVII.1 Referencias Bibliográficas

- Acosta-Aburto, J. 2001. Riqueza y abundancia de la avifauna del Jardín Botánico "Dr. Alfredo Barrera Marín", ECOSUR, Puerto Morelos, Quintana Roo, México. Tesis para obtener el grado de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 98 p.
- Álvarez-Legorreta, T. 2011. Uso y manejo de recursos hídricos. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 121-126.
- Aranda-Sánchez, J.M. 1981. Rastros de los mamíferos silvestres de México. Manual de campo. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB), Xalapa, Veracruz, México. 198 p.
- Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra (coordinadores). 1998. Regiones marinas prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Bautista, F. y A. Palacio (eds.). 2005. Caracterización y manejo de los suelos de la Península de Yucatán. Implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología. Distrito Federal, México. 282 p.
- Bellón, M., O. Maser y G. Segura. 1993. Response options for sequestering carbon in Mexican forests. Report to F-7 International Network on Tropical Forestry and Global Climatic Change, Energy and Environment Division, Lawrence-Berkeley Laboratory, Environmental Protection Agency. Berkeley.
- Bonifacio Mostacedo y Todd S. Frederiksen. 2000. Manual de métodos Básicos de Muestreo y Análisis de Ecología Vegetal, Santa Cruz de la Sierra Bolivia. 82p.
- Boose, E. R., Foster, D. R., Barker Plotkin, A., Hall, B. 2003. Geographical and historical variation in hurricanes across the Yucatan Peninsula. In: Gómez-Pompa, A., Allen, M. F., Fedick, S. L., Jiménez, J. J., Lowland Maya Area: Three Millennia at the Human-Wildland Interface, Haworth Press, New York. 495-516 p.
- Calmé, S. 2011. Uso y manejo de fauna silvestre. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé

- (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 165-170.
- Calvo-Irabién, L. 2011. Usos de las palmas. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 151-156.
- CAM, 2002. Caracterización Ambiental del Municipio Benito Juárez. Ecosistemas y Tipos de Vegetación. Benito Juárez, Quintana Roo
- Carnevali F. C., G. J. L. Tapia-Muñoz, R. Duno de Stefano & I. Ramírez Morillo (Editores generales) 2010. Flora Ilustrada de la Península de Yucatán: Listado florístico. CICY A. C. Mérida Yucatán México. 328 p.
- CCAD-PNUD/GEF, 2002. "Proyecto Para La Consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano". GUÍA METODOLÓGICA DE VALORACIÓN ECONÓMICA DE BIENES, SERVICIOS E IMPACTOS AMBIENTALES. Un aporte para la gestión de ecosistemas y recursos naturales en el CBM. RadoslavBarzev. Editor. CMB.
- Chan D. 2010. Diversidad florística y funcional a través de una cronosecuencia de selva mediana subperennifolia en la zona de influencia de la Reserva de la Biósfera de Calakmul, Campeche, México. Tesis Magister Scientiad, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 145 pp.
- CONABIO, 1998. La diversidad Biológica de México. Estudio de País. Capítulo 7. Valoración económica de los recursos biológicos del país. Edmundo de Alba, María Eugenia Reyes, pp. 212-233.
- CONAFOR. Regla de Operación del Programa Nacional Forestal 2104. Pago por Servicios Ambientales; Modalidad Conservación de la Biodiversidad.
- CONAGUA. S/f. Guía esquemas para la conservación de suelo, bosque y agua. Serie planeación hidráulica en México; Componente: Planeación local, proyectos emblemáticos. 92 pp
- De los Santos V. M. 1976. Tablas de volúmenes para montes de la Península de Yucatán. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Bosques. 82 p.
- Diario Oficial de la Federación. 13 de enero de 1995. Norma Oficial Mexicana NOM-081-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.
- Diario Oficial de la Federación. 23 de abril de 2003. Norma Oficial Mexicana NOM-

080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

Dirección General de Ecología, Ayuntamiento de Benito Juárez, Quintana Roo, 2001. Manual de Identificación de la Flora Nativa del Municipio de Benito Juárez Quintana Roo. p. 32.

Durán R. y M. Méndez (Eds). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PNUD, CONABIO, SEDUMA, 496 p.

Ek-Díaz, A. 2011. Vegetación. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 62-77.

FAO. 1995. Consulta de expertos sobre productos forestales no madereros para América Latina. FAO, Santiago, Chile. 332 pp.

Flores, J. S. 1994. Tipos de vegetación de la península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense, Fascículo 3. 135 pp.

Forster, R., N. Armijo y L. Arguelles. 2011. Recursos forestales. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 140-150.

Gaona Vizcaíno, S., Gordillo de Anda T. y Villasuso Pino M., 1980. Cenotes, Karst característico: mecanismos de formación. UNAM, México, Inst. de Geología, Rev. Vol. 4, núm. 1 (1980). p. 32-36.

Gómez-Pompa A. *et al.* Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. Vol. II. Ed. Alhambra Mexicana SA. De CV. 421 pp.

González Medrano F. 2004. Las comunidades vegetales de México. Propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México. Segunda edición. INE-SEMARNAT. México, D.F.

Hernández Morales Gleybis. (2010). Cálculo de la Tasa de Erosión Hídrica y Propuesta de Obras de Conservación de Suelo en la Línea de Tendido Eléctrico La Ventosa-Juile, Oaxaca. Tesis Profesional. Ingeniero en Restauración Forestal. Universidad Autónoma de Chapingo. Mex.

Herrera, J. 2011. Recursos hídricos: Hidrología subterránea. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y

- S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 34-41.
- Herrera, J. y J. Heredia 2011. Recursos hídricos: Hidrología superficial. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 42-49.
- Heuvelop, J., T. Pardo, C. Quirós y P. Espinoza. 1986. Agroclimatología tropical. EUNED. San José, Costa Rica. 394 p.
- IIAP. 2001. Una metodología para la medición de la Biodiversidad y de los recursos del bosque. Instituto de investigaciones de la Amazonia peruana Madre de Dios, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cuzco. Universidad de Leeds-UK. 29 pp.
- INEGI. Carta Geológica. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática.
- INEGI Carta Edafológica. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática.
- INEGI Carta de clima. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática.
- INEGI. Carta Hidrológica de aguas superficiales. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática.
- INEGI. Carta Hidrológica de aguas subterránea. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática.
- INEGI. Carta Uso de suelo y vegetación. Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática.
- Instituto Nacional de Ecología. S/f. Desarrollo Forestal Sustentable: Captura de Carbono en las zona tzeltal y tojolabal del estado de Chiapas. Cuaderno de Trabajo No. 4. 50 pp.
- Lesser, H., 1976. Estudio Geohidrológico e hidrogeoquímico de la Península de Yucatán. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México. 62 p.
- López Ramos, E., 1979. Estudio Geológico de la Península de Yucatán. En Enciclopedia Yucateca. Geología Peninsular. Tomo X. Gobierno de Yucatán. Mérida

- Lozano, R. y J. Olivares. 2011. Sociedad y economía. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 86-109.
- Macario M., P.; E. García, R. Aguirre y E. Hernández-X. 1995. Regeneración natural de especies arbóreas en una selva mediana subperennifolia perturbada por extracción forestal. *Acta Botánica Mexicana* 32:11-23.
- Mario Martinez Ménez. Estimación de la Erosión del Suelo. Año 2005. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación.
- Miranda F., y E. Hernández X. 1963. Los tipos de Vegetación en México y su Clasificación. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 28.
- Navarro, D. T. Jiménez y F. Juárez. 1990. Los mamíferos de Quintana Roo. En: Navarro, D. y J.G. Robinson. 1990. Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Chetumal, Quintana Roo: 371-450.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo.
- Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. Publicación miércoles 17 de abril de 2002.
- Palacios-Wassenaar et al. Flora vascular de la selva mediana subcaducifolia del centro de Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 125-142, 2014.
- Patiño, V. F., J. L. López T., y D. A. Gómez. Selva (Versión 4). Paquete de Código para Procesar Datos de Inventarios Forestales para Especies de la Península de Yucatán. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Mérida, Yucatán. 46 p.
- Pérez-Gil, Salcido, Fernando Jaramillo Monrroy, Ana María Muñiz Salcedo y María Gabriela Torres Gómez. 1995. Importancia económica de los vertebrados silvestres de México. Consultores, S. C. y Conabio, México, 170 p.
- Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. 29 de junio de 2001. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo.

- Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. 27 de febrero del 2014. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez (POELMBJ).
- Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. 16 de octubre del 2014. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030).
- Peterson, R.T. and E.L. Chalif. 1973. A field guide to Mexican birds. The Peterson Field Guide Series. National Audubon Society and National Wildlife Federation. Houghton Mifflin Company. Boston, Massachusetts. 298 pp.
- Pozo, C. (ed.). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación. Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. 271 p.
- Reyes A. y Guitierrez Ch. 2010. Los servicios ambientales de la arborización urbana: retos y aportes para la sustentabilidad de la ciudad de Toluca. Quivera, vol. 12, núm. 1, enero-junio 2010, p.p. 96-102. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.
- Reyes, V., J. Fallas, M. Miranda, O. Segura y R. Sánchez. 2002. Parámetros para la valoración del servicio ambiental hídrico brindado por los bosques y plantaciones de Costa Rica. Serie Documentos de Trabajo 008-2002. FONAFIFO y Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo Sustentable. Costa Rica. 28 p.
- Romahn de la Vega, C.F. y Ramírez Maldonado, H. 2006. Dendrometria. Universidad Autónoma Chapingo. 2ª. Edición corregida y aumentada. Publicación digital. México. 294 p.
- Rzedowski, J., 1981. Vegetación de México. Limusa, México
- Sánchez S. *et al.* Flora arbórea y caracterización de gremios ecológicos en distintos estados sucesionales de la selva mediana de Quintana Roo. Foresta Veracruzana 9(2): 17-26.
- Sánchez, O., C. Donovarros-Aguilar y J. Sosa-Escalante (editores). 2000. Conservación y manejo de vida silvestre: vertebrados del trópico de México. Unidos para la Conservación-Sierra Madre, Dirección General de Vida Silvestre, INE-SEMARNAP, CONABIO, USFWS, UADY. México. 190 p.
- Schellekens, J. 2000. Hydrological processes in a humid tropical rainforest: a combined experimental and modeling approach. Proefschrift, Vrije Universiteit Amsterdam.

- Sosa-Escalante, J. 2000. Valoración y seguimiento de la biodiversidad: Implicaciones en conservación y manejo. In Conservación y manejo de vida silvestre: vertebrados del trópico de México. Sánchez, O., C. Donovarro y J. Sosa-Escalante (eds.). Unidos para la Conservación-Sierra Madre, Dirección General de Vida Silvestre, INE-SEMARNAP, CONABIO, USFWS, UADY. México. p. 49-67.
- Sousa M. y Cabrera E. 1983. Listados Florísticos de México. II Flora de Quintana Roo. Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México. México, D. F.
- Tello, H. 2011. Suelos. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 57-61.
- Thomassiny, J. y E. Chan 2011. Cambios en el uso de suelo. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Tipper, R. 2000. Carbon offsets from forestry projects in developing countries. Report commissioned by the Department of the Environment, Transport, and Regions. ECCM, Edimburgo. 27 p.
- Torres, J. y A. Guevara. 2002. El potencial de México para la producción de servicios ambientales: Captura de carbono y desempeño hidráulico. Gaceta Ecológica 63: 40-59.
- UNISFÉRA International Centre. 2004. Pago por servicios ambientales: Estudio y Evaluación de Esquemas Vigentes. 57 pp.
- Valdez-Hernández, M. y G. Islebe. 2011. Tipos de vegetación en Quintana Roo. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 2. Pozo, C. (ed.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 32-36.
- Valladares F. 2004. Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante. Págs. 309-334. Ministerio de Medio Ambiente, EGRAF, Madrid
- Vázquez-Domínguez, E. y H. Arita. 2010. The Yucatan Peninsula: Biogeographical History 65 Million Years in the Making. Ecography 33: 212-219 P.

Consultas electrónicas.

- www.cna.gob.mx
- www.conabio.gob.mx

- www.conafor.gob.mx
- www.inegi.gob.mx
- www.nooa.gob.mx
- www.cancun.gob.mx
- www.seduma.qroo.gob.mx
- www.semarnat.gob.mx

XVII.2 Cartografía y mapas elaborados para este estudio

- Plano de la ubicación general del predio.
- Plano de ubicación del área de cambio de uso del suelo y su cuadro de construcción.
- Plano de ubicación del predio con respecto a la UGA 21.
- Plano de la vegetación en el predio.
- Plano de los sitios de muestreo en el predio.
- Plano de los sitios de muestreo en el sistema ambiental

XVII.3 Datos de campo del inventario forestal del predio.

3.1.- Registros dasométricos del estrato arbóreo del predio.

Parcela	Area (m2)	No.	Clave Especie	Diámetro (cm)	Altura (m)	Ramas
1	500	1	KATALOX	18.5	7	
1	500	2	CHACA	15	6.5	
2	500	1	ZAPOTE	42.4	10	
2	500	2	TZALAM	10.9	8	
2	500	3	DEAR	12.9	7	
2	500	4	ZAPOTE	14.5	7.5	
2	500	5	KATALOX	10.3	6	
3	500	1	CHECHEM	18.1	8	
4	500	1	TZALAM	12.2	6.5	
4	500	2	TZALAM	11.6	6.5	
4	500	3	JABIN	12	7	
4	500	4	TZALAM	13.8	6.5	
4	500	5	CHACNI	10	6	
4	500	6	CHACNI	11	7	
4	500	7	CHECHEM	10	7	
5	500	1	TZALAM	10.6	6.5	
5	500	2	TZALAM	11.8	7	
5	500	3	TZALAM	11.2	6.5	
5	500	4	TZALAM	11.2	5.5	

Parcela	Area (m2)	No.	Clave Especie	Diámetro (cm)	Altura (m)	Ramas
5	500	5	JABIN	18.7	8.5	
5	500	6	CHECHEM	16.4	7	A
5	500	7	CHECHEM	13.1	6	A
5	500	8	TZALAM	19.6	6.5	B
5	500	9	TZALAM	18.6	6	B
5	500	10	TZALAM	25.1	7	B
6	500	1	KANAZIN	10.7	7	

3.2.- Registros dasométricos del estrato arbustivo del predio.

Parcela	Area (m2)	Clave Especie	Diámetro (cm)	Altura (m)
1	100	NECO	3.8	5
1	100	KANAZIN	4	5
1	100	ALAMO	8	5.5
1	100	JABIN	5	5.5
1	100	CHACA	5	4.5
1	100	CHACA	6.6	5
1	100	CHACA	3.9	4
1	100	CUDE	3.2	4.5
1	100	ALAMO	4	4.5
1	100	ALAMO	4.2	4.5
1	100	CHACA	6.6	5
1	100	DEAR	5.8	5.5
1	100	DEAR	7.3	5.5
1	100	ALAMO	5.5	4
1	100	KATALOX	5.6	5
1	100	DIVE	5.5	6
1	100	ALAMO	3.6	4
1	100	ALAMO	5.1	4.5
1	100	NECO	3.9	4.5
1	100	MAJAHUA	3.4	4.5
1	100	AKUM	3.8	4
1	100	ALAMO	3.4	5
1	100	ALAMO	6.6	6
1	100	KANAZIN	3.5	4.5
1	100	KANAZIN	6.2	6
1	100	NECO	4.6	5
1	100	NECO	3.6	5
1	100	NECO	3.4	5.5
1	100	DEAR	4.7	4.5
1	100	DEAR	3.3	4

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A
 PROYECTO: "MADEROS RESIDENCIAL"

Parcela	Area (m2)	Clave Especie	Diámetro (cm)	Altura (m)
1	100	CHACA	4.4	4
1	100	NECO	3.6	5
1	100	YAAXNIK	5.4	5.5
1	100	KANAZIN	3.8	5
1	100	YAAXNIK	4.2	4.5
1	100	COCOLOBA	3.3	4
2	100	NECO	4.2	4.5
2	100	MAJAHUA	3	4
2	100	CHACYA	4.7	5
2	100	CHACYA	5.7	5.5
2	100	CHACYA	5.5	6
2	100	PAZAK	5.4	5.5
2	100	CHACA	6.4	4.5
2	100	DEAR	4	4
2	100	BOB	3.3	4.5
2	100	BOB	3.6	4
2	100	DEAR	5.5	4.5
2	100	TASTAB	3.1	4
2	100	FIOB	3.1	4
2	100	FIOB	3.6	4
2	100	DEAR	3.8	3.5
2	100	CHACYA	3.2	4
2	100	DEAR	6	5.5
2	100	EUDA	4.6	6
2	100	NECO	3.1	4.5
2	100	CHACYA	3.4	4.5
2	100	KANAZIN	3	4
2	100	TAMAY	3.4	4.5
2	100	TAMAY	3.3	4
2	100	FIOB	3.7	4
2	100	FIOB	3.5	3.5
2	100	NECO	3.5	4
2	100	FIOB	3.7	4.5
2	100	FIOB	4.6	4.5
2	100	FIOB	4.6	5
2	100	DEAR	4.1	4.5
2	100	DEAR	3	4
2	100	DEAR	3.1	4
2	100	DEAR	5	5
2	100	DEAR	3.6	5
2	100	FIPE	5.9	4.5
2	100	EUDA	3.2	4.5

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A
 PROYECTO: "MADEROS RESIDENCIAL"

Parcela	Area (m2)	Clave Especie	Diámetro (cm)	Altura (m)
2	100	KATALOX	4.1	5
2	100	CAIMITO	3.1	4
2	100	FIPE	4.1	4
3	100	NECO	3.4	4.5
3	100	KANAZIN	3.3	4.5
3	100	NECO	3.2	4
3	100	NECO	4	4.5
3	100	CHACA	4.2	4
3	100	DIVE	3.5	4
3	100	ALAMO	6.8	4.5
3	100	ALAMO	5	4.5
3	100	ALAMO	7.6	5
3	100	ALAMO	4.2	4
3	100	DIVE	3.1	4
3	100	CHACA	3.4	4.5
3	100	AKUM	6	4.5
3	100	DIVE	3.6	5
3	100	KANAZIN	6.4	6
3	100	KANAZIN	6.2	6
3	100	KANAZIN	3.5	5.5
3	100	KANAZIN	3	4
3	100	KANAZIN	3.4	4.5
3	100	KANAZIN	4.7	5.5
3	100	BOB	5.1	5
3	100	GRANADILLO	4.5	4.5
3	100	MAJAHUA	3	4
3	100	DIVE	3.3	5
3	100	DIVE	3.7	5
3	100	GRANADILLO	5.9	5
3	100	CHACA	4.7	5
3	100	CHACA	3.6	5
3	100	CHACA	4.4	5
3	100	CHACA	5.5	4.5
3	100	DIVE	7.7	5
3	100	GRANADILLO	3.9	4
3	100	DIVE	3.7	3.5
3	100	DIVE	3	4
3	100	AKUM	6.4	4
3	100	BOB	4.4	5
3	100	CHACYA	4.1	5
3	100	DIVE	4.4	5
3	100	KANISTE	3.7	3.5

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A
 PROYECTO: "MADEROS RESIDENCIAL"

Parcela	Area (m2)	Clave Especie	Diámetro (cm)	Altura (m)
3	100	FIPE	3	4
3	100	CHACYA	3.6	4
3	100	CHACA	3.4	4
3	100	ALAMO	3.2	4
3	100	JABIN	3.7	5
3	100	CHACA	5	5
3	100	CHACA	8.3	4.5
3	100	COCOLOBA	3.1	4.5
3	100	JABIN	5.2	4.5
4	100	TATSI	3.4	5
4	100	CHACA	3.3	5
4	100	YAAXNIK	7	5.5
4	100	CHACYA	5.7	6
4	100	CHACYA	4	5
4	100	CHACYA	3.6	5
4	100	CHACA	3.7	5
4	100	YAAXNIK	3.4	5.5
4	100	KANAZIN	5	6.6
4	100	KANAZIN	3.5	4.5
4	100	KANAZIN	4.1	4
4	100	MAJAHUA	3.5	3.5
4	100	CROTON	3.5	4.5
4	100	CHACYA	6.7	6
4	100	MAJAHUA	3.5	4
4	100	DIVE	4.1	5
4	100	DIVE	4.6	5
4	100	DIVE	3.8	5
4	100	DIVE	4.1	5
4	100	BOB	3.6	4.5
4	100	CHACYA	4.7	5
4	100	NECO	3.7	4.5
4	100	FIOB	4.2	4
4	100	FIOB	3.8	4.5
4	100	CHACYA	5.5	6
4	100	CHACYA	5.4	6
4	100	CHACYA	6.2	6.5
4	100	CHACYA	6	6
4	100	CHACYA	5.5	6
4	100	CHACYA	6.7	6
4	100	DIVE	4.4	5
4	100	PAZAK	5	4.5
4	100	PAZAK	3.1	4

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A
 PROYECTO: "MADEROS RESIDENCIAL"

Parcela	Area (m2)	Clave Especie	Diámetro (cm)	Altura (m)
4	100	KANAZIN	4.7	4.5
4	100	CHACA	4.4	4.5
4	100	CHACA	4.9	5
4	100	CHACYA	5	5.5
4	100	TASTAB	3.5	4
4	100	TASTAB	3.1	4
4	100	CHACYA	3.3	4
4	100	CHACYA	4.2	4.5
4	100	CHACYA	3.4	4.5
4	100	CHACYA	3	4
4	100	CHACYA	3.7	4.5
4	100	CHACYA	3	4.5
4	100	CHACYA	3.2	4.5
4	100	CHACYA	4.6	5
4	100	CHACYA	4.1	4.5
4	100	CHACA	4	4
4	100	CHACA	4	4
4	100	CHACYA	5.1	5
4	100	CHACA	3.3	3.5
4	100	YAAXNIK	7	5
4	100	YAAXNIK	3	4.5
4	100	YAAXNIK	8.3	6
4	100	YAAXNIK	8.6	6
4	100	KANAZIN	3.5	4
5	100	KANAZIN	3.1	4
5	100	KANAZIN	3.6	4.5
5	100	ALAMO	3	4
5	100	ALAMO	4.7	4.5
5	100	ALAMO	4.1	4.5
5	100	HUARUMBO	4.8	5
5	100	MAJAHUA	3.4	4.5
5	100	KANAZIN	3.5	5
5	100	KANAZIN	4.8	5.5
5	100	TASTAB	4.3	4.5
5	100	KANAZIN	3.3	5.5
5	100	KANAZIN	4	4.5
5	100	EUDA	3.3	4
5	100	MAJAHUA	3.6	5
5	100	MAJAHUA	3.9	4.5
5	100	EUGENIA	3.1	3.5
5	100	NECO	4.6	5
5	100	CHACA	6.9	5

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A
 PROYECTO: "MADEROS RESIDENCIAL"

Parcela	Area (m2)	Clave Especie	Diámetro (cm)	Altura (m)
5	100	TASTAB	4	4.5
5	100	AKITS	4.7	4.5
5	100	AKITS	4.1	4
5	100	CHECHEM	3.6	4.5
5	100	TZALAM	7.7	5.5
5	100	CHECHEM	3.6	4
5	100	CHACA	7.1	4
5	100	AKITS	6.4	4.5
5	100	AKITS	4.4	4
5	100	EUDA	3.3	4
5	100	ALAMO	3	4
5	100	CHACA	3.5	4
5	100	CHACA	3.6	4.5
5	100	CHACA	4.5	4.5
5	100	KANAZIN	4.3	4.5
5	100	ALAMO	3.6	4.5
5	100	ALAMO	3	3.5
5	100	ALAMO	4	4.5
5	100	ALAMO	3.5	4
5	100	ALAMO	3.6	4
5	100	ALAMO	3.2	4.5
5	100	ALAMO	3	4
5	100	ALAMO	4.6	4
5	100	EUGENIA	3.6	4.5
5	100	KANAZIN	4.7	4.5
5	100	KANAZIN	3.8	5
5	100	EUGENIA	4.2	4
5	100	CHACNI	5.2	5
5	100	CAIMITO	3.4	5
5	100	ELEMUY	3.6	4
5	100	BOB	5.9	5
5	100	CAIMITO	4.5	5
5	100	CHACNI	4.7	5
6	100	KANAZIN	3.9	5
6	100	DEAR	3.4	4
6	100	KANAZIN	4.5	6
6	100	KANAZIN	4.5	5.5
6	100	MAJAHUA	3.3	4
6	100	KANAZIN	4	5
6	100	KANAZIN	4.1	4.5
6	100	KANAZIN	5.7	5
6	100	KANAZIN	3.7	4.5

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A
 PROYECTO: "MADEROS RESIDENCIAL"

Parcela	Area (m2)	Clave Especie	Diámetro (cm)	Altura (m)
6	100	MAJAHUA	3.7	4.5
6	100	KITINCHE	3.1	4
6	100	EUDA	3.5	4
6	100	KANAZIN	3.8	4.5
6	100	KANAZIN	3.5	4.5
6	100	KANAZIN	3.3	4
6	100	KANAZIN	3.3	4.5
6	100	KATALOX	3.4	4.5
6	100	EUDA	3.1	4
6	100	KATALOX	6.6	4
6	100	KATALOX	5	5
6	100	KATALOX	4.7	4.5
6	100	KATALOX	7.7	6
6	100	KATALOX	3.2	4
6	100	KATALOX	4.5	5.5
6	100	AKUM	6.8	4.5
6	100	KATALOX	7.1	6.5
6	100	KATALOX	6	6.5
6	100	KATALOX	5.4	5.5
6	100	KATALOX	4.8	5
6	100	KATALOX	5.4	6
6	100	KATALOX	4.7	5.5
6	100	HUARUMBO	6.4	6.5
6	100	HUARUMBO	5.1	5
6	100	KANAZIN	4.1	6
6	100	HUARUMBO	7.5	6.5
6	100	KANAZIN	5.4	6
6	100	KANAZIN	3.6	5.5
6	100	KANAZIN	4.1	5
6	100	KATALOX	3.3	4.5
6	100	NECO	4.9	4.5
6	100	AKITS	3.7	4
6	100	CHECHEM	3.2	3.5
6	100	KATALOX	3.1	4
6	100	KANAZIN	3.1	4.5
6	100	XIMCHE	4.2	4.5
6	100	BOB	3.9	4
6	100	RANDIA	4.2	4.5
6	100	RANDIA	3	4
6	100	CAIMITO	5.2	6
6	100	KANAZIN	3.8	4.5
6	100	HUARUMBO	5.4	5

Parcela	Area (m2)	Clave Especie	Diámetro (cm)	Altura (m)
6	100	KANAZIN	3.5	4.5
6	100	KANAZIN	3.7	5
6	100	KANAZIN	3.5	4.5
6	100	KANAZIN	7.2	6.5
6	100	KANAZIN	3.9	5
6	100	EUDA	4	4.5

3.3.- Registros dasométricos del estrato herbáceo del predio.

Parcela	Especie	Altura
1	KANAZIN	0.8
1	NECO	0.2
1	MAJAHUA	0.6
1	PASPALUM	0.1
1	PASPALUM	0.1
1	CHIT	0.3
1	MAJAHUA	0.4
1	KANAZIN	0.4
1	MAJAHUA	0.6
2	MAJAHUA	0.6
2	CAFÉ	0.2
2	HUAYA	1
2	MAJAHUA	0.9
2	KANAZIN	0.2
2	HOJA DURA	1
2	FIPE	0.3
2	CARDIOSPERM O	0.4
3	CHECHEM	0.2
3	NECO	1
3	DIVE	1
3	CHACA	0.6
3	CARDIOSPERM O	0.2
3	CAFÉ	0.9
3	PASPALUM	0.1
3	DIVE	0.4
3	CHECHEM	0.4
4	CROTON	0.6
4	NECO	0.7
4	PAZAK	1
4	EUGENIA	0.7

Parcela	Especie	Altura
4	CHACA	0.2
4	AKITS	0.1
4	YAAXNIK	0.2
4	ELEMUY	0.4
5	RANDIA	0.2
5	CHIT	0.6
5	GRAMINIA	0.2
5	PASPALUM	0.1
5	TZALAM	0.9
5	KANAZIN	1
5	STRI	0.4
5	SIST	1
5	SISUS	0.2
6	PASPALUM	0.1
6	SICOTRIA	0.2
6	KANAZIN	0.25
6	SERJANIA	0.3
6	ALAMO	1