

DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO MODALIDAD - A

PROYECTO:

DESARROLLO HABITACIONAL PARCELA 491



PROMOVENTE: CADU INMOBILIARIA S.A. DE C.V.

ELABORADO POR:

ECOSCIENCIA S.P.R. DE R.L.

**MC. Julio R. Castillo Espadas
MC. Marcos Ruiz Hernández**

Cancún, Benito Juárez, Quintana Roo, diciembre del 2015

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	1
I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE	7
I.1. Nombre del proyecto.	7
I.2. Nombre o Razón Social del Promovente	7
I.3. Ubicación (dirección) del promovente	7
I.4. Superficie solicitada de cambio de uso de suelo y tipo de vegetación forestal.....	7
I.5. Duración del proyecto.....	7
II. USOS QUE SE PRETENDAN DAR AL TERRENO	8
II.1 Objetivo del proyecto.	8
II.2 Naturaleza del proyecto.....	8
II.3. Justificar por qué los terrenos son apropiados al nuevo uso.....	14
II.4 Programa de Trabajo.....	16
III. UBICACIÓN Y SUPERFICIE DEL PREDIO O CONJUNTO DE PREDIOS Y DELIMITACIÓN DE LA PORCIÓN EN DONDE SE PRETENDA REALIZAR EL CAMBIO DE USOS 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.	18
III.3 Ubicación y delimitación física de la superficie del proyecto.	20
III.4 Indicar si el proyecto se ubica dentro de alguna modalidad de Área Natural Protegida (ANP).	21
IV. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROLÓGICO-FORESTAL EN DONDE SE UBIQUE EL PREDIO.	24
IV.1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto.....	25
IV.2. Caracterización y análisis de la Cuenca Hidrológico-Forestal.	28
IV.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del Sistema Ambiental.	28
IV.2.2 Medio abiótico.....	30
IV.2.2.1 Fisiografía	30
IV.2.2.2 Clima.....	32
IV.2.2.3 Edafología.....	35
IV.2.2.4 Geología y geomorfología	37
IV.2.2.5 Hidrología superficial y subterránea	39

V.2.2.6 Aire	41
IV.2.3 Medio biótico.....	42
IV.2.3.1 Vegetación.....	42
IV.2.3.3 Resultados de los valores obtenidos de Importancia Ecológica en el Sistema Ambiental (VIR).....	50
IV.2.3.4 Resultados de los valores obtenidos de Diversidad florística por estrato en el Sistema Ambiental.....	52
IV.2.4 Tipos de fauna en el Sistema Ambiental.....	55
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.	61
V.1 Clima.....	62
V.2 Suelo.....	62
V.3 Pendiente media	63
V.4 Hidrografía	63
V.5 Tipo de vegetación.....	63
V.5.1 Procedimiento para la descripción de la vegetación	63
V.5.2 Forma y tamaño de las unidades de muestreo.....	65
V.5.3 Descripción fisonómica de la vegetación identificada.....	67
V.5.4 Estructura de la vegetación secundaria en el predio.....	68
V.5.5 Composición de especies	73
V.5.6 Densidad de individuos en el predio por estrato.....	76
V.5.7 Resultados de los valores obtenidos de Importancia Ecológica en el predio.....	78
V.5.8 Resultados de los valores obtenidos de Diversidad florística por estrato en el predio.....	80
V.6 Fauna.....	82
VI. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....	89
VI.1 Metodología para el inventario forestal en el área propuesta para el cambio de uso del suelo.....	89
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.....	91
VI.1.4 Procesamiento de la información.....	92
VI.1.5 Fórmulas utilizadas.....	92

VI.1.6 Modelos matemáticos para estimar Volumen:	93
VI.1.7 Resultados de la estimación del Volumen Total Árbol de las materias primas forestales.	94
VII. PLAZO Y FORMA DE EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.	98
VII.1 Plazo de ejecución para el cambio de uso de suelo en terreno forestal.....	98
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 FRÁGILES.....	103
IX. IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	110
IX. 1. Identificación de Impactos.....	110
IX.1.1. Acciones del proyecto susceptibles de producir impactos	111
IX.1.2 Factores Ambientales y Servicios Ambientales susceptibles de recibir impactos....	111
IX.1.3 Metodología para la Identificación de Impactos Ambientales.....	113
IX.1.3.1 Listas de Chequeo.....	114
IX.1.3.2 Matrices de Interacción.....	116
IX.2. Caracterización de los impactos.....	118
IX. 3 Valoración de los Impactos	123
IX.3.1 Valoración Cualitativa de los Impactos.....	123
IX.3.2 Valoración Cuantitativa de los Impactos	126
IX.3.2.1. Valoración Cuantitativa de los Impactos Positivos.....	129
IX.3.2.2. Valoración Cuantitativa de los Impactos Negativos	132
X. MEDIDAS DE PREVENCION Y MITIGACION DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES, LA FLORA Y FAUNA SILVESTRE, APLICABLES DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DE DESARROLLO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....	135
X.1 Descripción de las medidas de prevención y mitigación.....	135
X.2 Impactos Residuales	143
X.3 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.....	145
X.4 Descripción y análisis del escenario con proyecto.....	147
X.5 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación	149
X.6 Pronóstico Ambiental	150
X.7 Programa de Manejo Ambiental	152
X.8 Seguimiento y control.....	153
X.9 Procedimiento para instrumentar medidas de mejora.....	154
XI. SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PROPUESTO.....	156

XI.1 Diagnóstico ambiental	170
XII. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....	173
Para demostrar que no se compromete la biodiversidad	173
Para demostrar que no se comprometerá la erosión de los suelos.....	180
Para demostrar que no se provocara el deterioro de la calidad del agua y la disminución en su captación.	186
Justificación del uso alternativo propuesto será más productivo a largo plazo.....	192
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.	196
XIV. VINCULACION Y APLICACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACION SOBRE USO DEL SUELO.	197
XIV.1. Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POET).....	197
XIV.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad	197
XIV.2. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas	208
XIV.2.1. Áreas Naturales Protegidas.....	208
XIV.2.2. Región Hidrológica Prioritaria (RHP-105) Corredor Cancún - Tulum (Arriaga et. al., 2002).....	209
XIV.3. Normas Oficiales Mexicanas.....	210
XIV.4. Planes o programas de desarrollo urbano (PDU).....	211
XIV.5 Otros instrumentos a considerar	214
XIV.5.1 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su reglamento	214
XIV.5.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su reglamento en materia de impacto ambiental.....	214
XIV.5.3 Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo.....	215
XIV.5.4 Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo (LEEPAQROO).....	216
XIV.5.5 Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Quintana Roo.....	217
XV. ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DEL SUELO.	218
XV.1 Valoración económica directa.....	218
XV.2 Valoración económica indirecta.....	224
XVI. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....	228

XVI.1. Valorar lo que le costaría al promovente llevar el sitio a una condición similar del ecosistema como hasta ahora se encuentra, bajo el supuesto de que se hubiera efectuado el CUSTF.....	228
XVII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS.....	240
XVII.1 Referencias Bibliográficas.....	240
XVII.2 Cartografía y mapas elaborados para este estudio.	245
XVII.3 Datos de campo del inventario forestal del predio y Sistema Ambiental.....	246

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Superficies y usos de suelo propuestos por el desarrollo habitacional.....	10
Cuadro 2. Programa de trabajo para la construcción del proyecto	16
Cuadro 3. Cuadro de construcción de la Parcela 491.....	18
Cuadro 4. Coordenadas que delimitan el polígono del área sujeta al cambio de uso de suelo. .	20
Cuadro 5. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones que prevalecen en el sistema ambiental.	28
Cuadro 6. Lista de algunos de los huracanes que se han presentado en la región de la Península de Yucatán.	35
Cuadro 7. Coordenadas en UTM de los sitios de muestreo empleados durante el levantamiento de datos en campo en el Sistema Ambiental. Datum WGS-84 México.	45
Cuadro 8. Riqueza florística registrada en el Sistema Ambiental y su correspondiente forma de vida y categoría de protección.....	46
Cuadro 9. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato herbáceo del sistema ambiental.	50
Cuadro 10. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbustivo del sistema ambiental incluyendo arbustos mayores de 1 metro y árboles juveniles con DN desde 3 cm y hasta 9.9 cm.	51
Cuadro 11. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbóreo del sistema ambiental considerando los individuos con un DN de 10 cm en adelante.	52
Cuadro 12. Diversidad (H') y Equidad de las especies del estrato herbáceo.	53
Cuadro 13. Diversidad (H') y Equidad del estrato arbustivo.....	53
Cuadro 14. Diversidad (H') y Equidad del Estrato Arbóreo.	54
Cuadro 15. Concentrado de las especies de fauna identificadas en el sistema ambiental.....	57
Cuadro 16. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Mamíferos	58
Cuadro 17. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de las Aves.....	59
Cuadro 18. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Reptiles.....	60
Cuadro 19. Parámetros establecidos para la toma de datos en cada uno de los sitios de muestreo.	65
Cuadro 20. Coordenadas en UTM de los sitios de muestreo empleados durante el levantamiento de datos en campo dentro del predio. Datum WGS-84 México.	66
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.....	70
Cuadro 22. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones de la vegetación en el predio del proyecto.....	72
Cuadro 23. Listado florístico de las especies vegetales registradas en el predio y su correspondiente forma de vida y categoría de protección.....	73
Cuadro 24. Número de individuos por especie en los sitios de muestreo y por hectárea en el estrato herbáceo.	76
Cuadro 25. Número de individuos por especie en los sitios de muestreo y por hectárea en el estrato arbustivo.....	77

Cuadro 26. Número de individuos por especie en los sitios de muestreo y por hectárea en el estrato arbóreo.....	77
Cuadro 27. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato herbáceo en el área del predio.....	78
Cuadro 28. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbustivo en área del predio incluyendo arbustos mayores de un metro y árboles con DN desde 3 cm y hasta 9.9 cm.....	79
Cuadro 29. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbóreo en el área del predio considerando los árboles con un DN de 10 cm en adelante.....	79
Cuadro 30. Diversidad (H'), Equidad de las especies por estrato. Estrato herbáceo.....	80
Cuadro 31. Diversidad (H'), Equidad de las especies por estrato (E). Estrato arbustivo.....	81
Cuadro 32. Diversidad (H'), Equidad de las especies por estrato (E). Estrato Arbóreo.....	81
Cuadro 33. Concentrado de las especies de fauna identificadas en campo.....	85
Cuadro 34. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Reptiles.....	87
Cuadro 35. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de las Aves.....	87
Cuadro 36. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Mamíferos.....	88
Cuadro 37. Ubicación de las unidades de muestreo. Se presentan las coordenadas en UTM de los sitios de muestreo empleados durante el levantamiento de datos en campo. Datum WGS-84 México.....	92
Cuadro 38. Ecuaciones utilizadas para volúmenes con corteza (Vcc), en m ³ para las especies localizadas en el predio.....	93
Cuadro 39. Valores registrados en los sitios de muestreo (2500 m ²), DN promedio, número de individuos, área basal y Volumen Total Árbol.....	94
Cuadro 40. Concentrado del número total de individuos con DN ≥ 10 cm (IND/HA), área basal (AB/HA) expresada en m ² , Volumen Total Árbol m ³ (VTA) y por la superficie sujeta a CUSTF de las especies identificadas en el terreno forestal para el proyecto.....	95
Cuadro 41. Volúmenes totales de los árboles de vegetación forestal que se retiraran.....	96
Cuadro 42. Plazo para las actividades de cambio de uso de suelo forestal para el proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 491".....	98
Cuadro 43. Matriz para la determinación del índice de riesgo actual (IREA).....	106
Cuadro 44. Acciones del proyecto susceptible de producir impactos sobre el ambiente durante las actividades de CUSTF.....	111
Cuadro 45. Factores y servicios ambientales susceptibles de recibir impactos.....	112
Cuadro 46. 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 47. Identificación de los impactos derivados de la implementación del cambio de uso de suelo del proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 491".....	117
Cuadro 48. Descripción de los impactos potenciales derivados de la implementación del CUSTF del predio donde se lleva a cabo la construcción del proyecto Desarrollo Habitacional Parcela 491.....	118
Cuadro 49. Criterios de clasificación de los impactos ambientales.....	123
Cuadro 50. Valoración cualitativa de los impactos ambientales del proyecto.....	124
Cuadro 51. Criterios para la valoración cuantitativa de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto.....	126
Cuadro 52. Ponderación para la valoración de impactos ambientales.....	127

Cuadro 53. Valoración cuantitativa de los impactos ambientales identificados para el proyecto.	127
Cuadro 54. Preceptos normativos de excepcionalidad y servicios ambientales utilizados para la descripción de las medidas de prevención y mitigación.....	135
Cuadro 55. Medidas de prevención y mitigación para asegurar la protección y recuperación de los suelos.	136
Cuadro 56. Medidas de prevención y mitigación para evitar el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.....	138
Cuadro 57. Medidas de prevención y mitigación para no comprometer la biodiversidad.	139
Cuadro 58. Medidas de prevención y mitigación para no comprometer los servicios ambientales.	141
Cuadro 59. Medidas de prevención y mitigación relacionadas con aspectos socioeconómicos.	142
Cuadro 60. Valoración cuantitativa de los impactos ambientales residuales para el proyecto una vez implementadas las medidas de prevención y mitigación planteadas.....	143
Cuadro 61. Usos de Suelo del Proyecto Desarrollo Habitacional Parcela 491.....	148
Cuadro 62. CUSTF del Proyecto Desarrollo Habitacional Parcela 491.....	148
Cuadro 63. Identificadores de Impacto para el Programa de Monitoreo del Proyecto.....	154
Cuadro 64. Costo total de la inversión para el Programa de Manejo Ambiental de este proyecto.	155
Cuadro 65. Cálculo de captura de Carbono.....	165
Cuadro 66. Resultados del índice de diversidad de Shannon-Wiener por estratos.....	176
Cuadro 67. Comparativo de riqueza por grupos de vertebrados.....	179
Cuadro 68. 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.....	179
Cuadro 69. Lineamientos ambientales para el desarrollo del proyecto de acuerdo con la UGA-11 del POEL del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.	198
Cuadro 70. Criterios de regulación ecológica aplicables a las áreas urbanas.....	199
Cuadro 71. Criterios Ecológicos Específicos Urbanos y de Equipamiento de acuerdo con la UGA 11 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.....	206
Cuadro 72. Resultados del análisis espacial del SIGEA, con respecto a las áreas naturales protegidas de la región, de acuerdo con la poligonal definida del proyecto.	209
Cuadro 73. Seguimiento de Normas Oficiales Mexicanas durante el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto.	210
Cuadro 74. Usos de suelo propuestos por el proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 491".	213
Cuadro 75. Superficies netas del proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 491".....	215
Cuadro 76. Estimación del valor de la madera de aserrío según el volumen comercial (m3) por especie, por hectárea y por la superficie de cambio de uso del suelo para este proyecto.	219
Cuadro 77. Estimación del valor de la madera de palizada según el volumen comercial (m3) por especie, por hectárea y por la superficie de cambio de uso del suelo para este proyecto.	220
Cuadro 78. Estimación económica de la madera para leña, material triturado y carbol vegetal, con valor comercial de acuerdo con la estimación volumétrica del inventario forestal.	221

Cuadro 79. Valor económico y número de plantas ornamentales por hectárea y por la superficie de cambio de uso de suelo forestal del proyecto.	221
Cuadro 80. Estimación económica de la tierra vegetal	222
Cuadro 81. 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.....	223
Cuadro 82. Valor del depósito de carbono por hectárea (USD) (Muñoz, 1994).	225
Cuadro 83. Valoración económica indirecta a partir del valor de los servicios ambientales que presta la vegetación que se desarrolla al interior del predio.	226
Cuadro 84. Resumen de la estimación de los recursos biológicos forestales.	227
Cuadro 85. Densidades promedio recomendadas por tipo de ecosistema por la CONAFOR, (Reglas de Operación ProÁrbol).....	236
Cuadro 86. Conceptos y costos para las actividades de forestación para la superficie de cambio de uso de suelo.....	237

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Anteproyecto del Desarrollo Habitacional	10
Figura 2. Plano georreferenciado del predio donde se pretende ejecutar el proyecto.....	17
Figura 3. Croquis de localización del predio del proyecto en su contexto geopolítico.	18
Figura 4. Ámbito de aplicación del POEL de Solidaridad.....	19
Figura 5. Ámbito de aplicación del PDU de Playa del Carmen.	19
Figura 6. Distribución espacial del área a solicitar de CUSF del proyecto. El polígono de color naranja representa el área sujeta a CUSF y el color verde representa el área de conservación.	20
Figura 7. Ubicación Geográfica del predio respecto a las ANP'S	22
Figura 8. El sistema ambiental del proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 491" se localiza en la Cuenca hidrológica RH32, Cuenca 32 A Quintana Roo, Subcuenca "d": Solidaridad. FUENTE: INEGI serie V.	25
Figura 9. Ubicación del predio, delimitación del área de influencia y descripción del sistema ambiental.....	27
Figura 10. Esquematización de la ubicación del sistema natural fragmentado por el desarrollo urbano de la ciudad de Playa del Carmen.	30
Figura 11. El sistema ambiental se ubica en la subprovincia fisiográfica Carso Yucateco.	31
Figura 12. Subtipos climáticos que se presentan en la zona norte del estado de Quintana Roo. Fuente: INEGI.	32
Figura 13. Marcha anual de la temperatura y precipitación para la zona de estudio. Fuente: Datos obtenidos por la CNA en la estación meteorológica Playa del Carmen. Precipitación (1981-2010); Temperatura (1998-2011).	33
Figura 14. Mapa de peligros por incidencia de ciclones tropicales. Fuente: Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).....	34
Figura 15. Carta edafológica de INEGI, se observa que el predio tiene originalmente el tipo de suelo Litosol y Rendzina.....	37
Figura 16. Mapa geológico del Área de Estudio. Fuente: Carta Geológica del INEGI.....	39
Figura 17. Mapa Hidrológico Superficial del Área de Estudio. Fuente: Carta Hidrológica de Aguas Superficiales del INEGI	40
Figura 18. Mapa Hidrológico Subterráneo del Área de Estudio. Fuente: Carta Hidrológica de Aguas Superficiales del INEGI.	41
Figura 19. Vegetación y uso del suelo del sistema ambiental de acuerdo con la Carta de uso del suelo y vegetación de INEGI, Serie V.....	43
Figura 20. Distribución espacial de los sitios de muestreo para la diversidad de flora en el sistema ambiental.	46
Figura 21. Transectos de muestreo de fauna del sistema ambiental en color verde.....	56
Figura 22. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población playa del Carmen municipio de Solidaridad 2010-2050	62
Figura 23. Ubicación de los sitios de muestreo y recorridos de verificación física.	65

Figura 24. Distribución de las 3 unidades de muestreo para evaluar la diversidad florística dentro del predio.	66
Figura 25. Distribución de la altura en el estrato herbáceo	70
Figura 26. Distribución de la altura en el estrato arbustivo	70
Figura 27. Distribución de la altura en el estrato arbóreo.....	71
Figura 28. Distribución del área basal por hectárea de acuerdo a las diferentes clases diamétricas.....	71
Figura 29. Distribución espacial de las condiciones de la vegetación secundaria arborea y arbustiva de selva mediana subperennifolia.	72
Figura 30. Transectos de muestreo de fauna en el predio en color morado.	84
Figura 31. Distribución espacial de las unidades de muestreo en el predio.	90
Figura 32. Esquema de las unidades circulares de 12.6 m de radio utilizadas en el levantamiento de datos de campo del arbolado vivo.	91
Figura 33. Se muestra parte del trabajo de campo durante el inventario forestal del predio del proyecto.	97
Figura 34. Mapa de procesos de degradación en México.....	104
Figura 35. En color verde se representan las áreas de conservación y las áreas verdes de uso común que deberán respetarse para proteger la vegetación.	109
Figura 36. Total de impactos por actividad de CUSTF del proyecto.	116
Figura 37. Impactos positivos producto de la implementación del CUSTF	130
Figura 38. Impactos negativos producto de la implementación del CUSTF del proyecto “Desarrollo Habitacional Parcela 491”.	134
Figura 39. Ubicación del predio para el proyecto Desarrollo Habitacional Parcela 491 y actividades que actualmente se desarrollan en sus colindancias.	146
Figura 40. Proyecto de CUSTF del Desarrollo Habitacional Parcela 491.	149
Figura 41. Crecimiento urbano de la Ciudad de Playa del Carmen.	151
Figura 42. Área de distribución de la iguana rayada (<i>Ctenosaura similis</i>) en México. Fuente: Ramírez Bautista y Arizmendi, 2004.....	159
Figura 43. Perfil de elevación del predio.....	183
Figura 44. Localización del sitio del proyecto con respecto al POEL de Solidaridad.....	198
Figura 45. Pantalla del portal del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEA) del portal de la SEMARNAT.....	208
Figura 46. Localización del sitio del proyecto con respecto a la Región Hidrológica Prioritaria número 105 denominada “Corredor Cancún - Tulum”.	209
Figura 47. Uso de Suelo del predio de acuerdo con Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad 2010-2050.	212
Figura 48. zonificación de usos de suelo.....	213
Figura 49. Distribución de las áreas permeables del proyecto habitacional marcadas en color azul.	216
Figura 50. El diagrama anterior presenta los componentes importantes del potencial florístico en la regeneración general y no asistida de una selva tropical. Los recuadros y líneas punteadas representan etapa y vías teóricas.....	233

RESUMEN EJECUTIVO

PROYECTO: "DESARROLLO HABITACIONAL PARCELA 491"

Este estudio se elaboró de conformidad con los lineamientos normativos señalados por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, su Reglamento y por la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente y su Reglamento en materia de impacto ambiental. Las acciones se vinculan con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad y con las normas oficiales aplicables.

El proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 491", promovido por la empresa CADU INMOBILIARIA, S.A. de C.V., tiene como objetivo la remoción de la vegetación de un terreno forestal para llevar a cabo en un futuro un desarrollo habitacional sustentable, armónico con el entorno y con el mínimo impacto ambiental.

El proyecto que se propone, se refiere exclusivamente al cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a través de la remoción total de vegetación forestal correspondiente a vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia en proceso de degradación, en una superficie de 166,675.44m² (16.66 has) que corresponden al 89.87% de la superficie total de este predio. El plazo de ejecución del cambio de uso del suelo es de dos años, toda vez que el desarrollo se proyecta en este tiempo.

De acuerdo con la escritura pública número 7749 (SIETE MIL SETECIENTOS CUARENTA Y NUEVE), Volumen LXIII/2015, (SEXAGÉSIMO TERCERO DIAGONAL DOS MIL QUINCE) notariada el 28 de julio del 2015, en la ciudad de Cancún, Quintana Roo, el predio se encuentra ubicado en la Parcela 491 Z1 P1/1, Ejido Playa del Carmen, ubicado en el Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo, con una superficie total de 200,291.95 con clave catastral 10800700149001. Asimismo mediante la escritura pública número 10192, Volumen LXXXV/15 (OCTAGESIMO QUINTO DIAGONAL DOS MIL QUINCE), la empresa DADU INMOBILIARIA S.A. DE C.V., adquirió la propiedad de la Parcela 491 Z1 P1/1, ubicada en el Ejido de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo, con la misma superficie, dentro de esta misma escritura se establece que mediante el oficio número DC 2432/15 de fecha 20 de noviembre del 2015, expedido por la Dirección de catastro del Municipio de Solidaridad, se aprobó la subdivisión del predio en dos nuevos lotes quedando de la siguiente manera;

- 1.- Avenida de las cigüeñas S/N, Lote 001, Manzana 491 por periférico, Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo con una superficie total de 185,470.35 m².
- 2.- Avenida de las cigüeñas S/N, Lote 002, Manzana 491 por periférico, Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo con una superficie total de 14,821.60 m².

Por lo que la superficie de aprovechamiento que se solicita y que estará destinada al uso de suelo urbano es la ubicada en Avenida de las cigüeñas S/N, Lote 001, Manzana

491 por periférico, Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo con una superficie total de 185,470.35 m².

Es importante aclarar que esta etapa del proyecto, sólo implica el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a través de la 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); por lo tanto, lo que concierne a la etapa constructiva del proyecto, o en su caso, el desarrollo del conjunto habitacional, será sometido a evaluación ante la autoridad competente, que en su caso, corresponde al Gobierno Estatal a través del Instituto de Impacto y Riesgo Ambiental. Así mismo, se deja de manifiesto que en este Documento Técnico Unificado Modalidad A, únicamente se describen las actividades y procesos implicados exclusivamente en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

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 Solidaridad, concretamente en la ciudad de Playa del Carmen, 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.- El Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (publicado en el periódico oficial del estado de Quintana Roo el 25 de mayo de 2009), situado el área del proyecto en la UGA-11, denominada "Reserva Urbana de Solidaridad", con una política ambiental de Aprovechamiento Sustentable con uso predominante de Desarrollo Urbano.

2.- Programa de Desarrollo Urbano de Población Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad 2010-2050. (Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo a 20 de diciembre de 2010).

Resultando de esta vinculación que el proyecto propuesto en este documento consistente en el cambio de uso de suelo para el desarrollo del proyecto denominado "*Desarrollo Habitacional Parcela 491*". Es plenamente congruente con lo establecido por los ordenamientos jurídicos ambientales que rigen en la localidad. Reforzando este criterio el hecho de que actualmente en esta zona aún 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, propiciando un desarrollo urbano sustentable y armónico con la naturaleza.

Una vez soslayado el tema de la vinculación del proyecto a los cuerpos normativos jurídicos aplicables en materia ambiental, el presente Documento 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 obtuvo el resultado a continuación sintetizado.

La vegetación al interior del predio alcanza una riqueza de 86 especies, de las cuales 63 especies son árboles, 9 especies son arborescentes y arbustivas, 6 son herbáceas, 4 especies son rastreras y trepadoras, 2 son palmas y 2 son epifitas, no se registró especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010. De acuerdo con el espectro de formas de vida, se puede observar que en el predio la vegetación está conformada por sus tres estratos. Estas especies se encuentran agrupadas en 44 Familias, de las cuales las leguminosas (Fabaceae) son las más abundantes con 13 especies identificadas. De acuerdo con la información recopilada en este predio no se encontró especie que estuviera en alguna categoría 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.

Al comparar el Índice de Valor de Importancia por especie del Sistema Ambiental con la del área de CUSTF, se puede observar que tanto en el área sujeta a CUSTF como en el ecosistema del sistema ambiental se presenta una composición florística muy similar, ya que 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.

La mayor diversidad en el **sitio del proyecto** se encontró en el estrato arbustivo y la menor en el herbáceo y arbóreo; mientras que en el **sistema ambiental** de la misma manera se comportó en el estrato arbustivo y la menor en el estrato arbóreo. Las diferencias que se pudieran encontrar son consecuencia de la historia particular de cada sitio y de las formas en que cada uno se ha aprovechado en el pasado y del efecto del desarrollo en sus inmediaciones. En cuanto a la riqueza de las especies se puede observar que el estrato arbustivo en ambos casos es el que tiene la mayor riqueza de las especies y la de menor riqueza la podemos encontrar en el estrato herbáceo, típicos de los ambientes con alta perturbación al interior de zonas urbanas.

La equitabilidad de la flora del sistema ambiental presente en los estratos –herbáceo, -arbustivo, -arbóreo se estimó muy cercana a 1 –0.97, 0.85 y 0.74, respectivamente- lo cual significa que la distribución de las especies en cada estrato es homogénea. Sin embargo también se puede observar que existe buena homogeneidad entre los estratos, quizás un poco más menos en el estrato arbóreo dentro del sistema ambiental esto se puede deber a la dominancia de tres especies, *Lonchocarpus rugosus*, *Nectandra coriácea* *Bursera simaruba* y *Dendropanax arboreus*, es por esta razón que es menos diverso. Respecto a la diversidad en el área sujeta al cambio de uso de suelo, la equitatividad presente en los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo es muy cercana a 1, lo cual significa que todos los individuos en estos estratos tienden a distribuirse con la misma abundancia, estando muy bien repartidos.

En cuanto al índice de valor de importancia se observó para el estrato arbóreo sucede un caso parecido, para el índice de valor de importancia (VIR), el comportamiento y las especies entre el sistema ambiental y la superficie sujeta a cambio de uso de suelo,

prácticamente la dominan 4 especies en la que sobresalen en el sistema ambiental *Bursera simaruba* (Chacah) 70.49%, *Dendropanax arboreus* (Sacchaca) 52.78%, *Vitex gaumeri* (Yaaxnik) 37.54% y el *Lysiloma latisiliquum* (Tsalam) 35.70%, el resto de las especies se encuentran con valores bajos, al compararlas con los valores del CUSTF observamos que las 4 especies que dominan el sistema ambiental, también dominan en la superficie de cambio de uso de suelo pudiéndose observar las siguientes especies *Lysiloma latisiliquum* (Tsalam), 51.98%, *Bursera simaruba* (Chacah) 39.52%, *Dendropanax arboreus* (Sacchaca) 38.13%, *Vitex gaumeri* (Yaaxnik) 27.51% del VIR. Por lo que se puede observar un mismo comportamiento en ambos sitios comparativos.

La diversidad de fauna registrada en el predio, según el índice de Shannon obtenido es muy parecida con respecto al sistema ambiental. El grupo de las aves resultó por razones obvias el grupo más diverso registrando un índice H de 3.6 y 4.5 para el sitio del predio y del sistema ambiental respectivamente que se consideran altos, esto indica que existe una muy buena riqueza de especies de aves en ambas unidades comparativas. En el caso de los réptiles tanto para la superficie de CUSTF y del Sistema Ambiental dicho índice H equivale a 1.9 y 2.5 respectivamente considerado bajo, índices muy parecidos para el grupo de los mamíferos de 1.5 y 2.1 el número de especies para ambos grupos faunísticos, sin duda puede aumentar si se incrementa el número de muestreos a lo largo del año. Para los anfibios no se obtuvo registro de estas especies, sin embargo el índice de Shannon obtenido es muy bajo en razón a que sólo se registraron muy pocas especies.

Por lo tanto se concluye que el proyecto no compromete la diversidad local, o del sistema ambiental donde se localiza el predio, dado el estado actual del ecosistema, considerando que tanto en el predio del área sujeta a cambio de uso de suelo como en el ecosistema del sistema ambiental se presenta una composición florística similar, ya que la vegetación está compuesta principalmente de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia por lo que se garantiza la permanencia y distribución de las especies de selva registrada en este estudio, incluso dentro del mismo predio toda vez que se destinara más del 10% de la superficie total del predio como áreas verdes de conservación.

Los resultados del análisis del inventario forestal y la estimación volumétrica obtenida nos arrojan un Volumen Total Árbol (VTA) de 25.24 m³ con corteza por hectárea, el Volumen Total Árbol estimado que se puede encontrar en la superficie solicitada de cambio de uso de suelo en las 16.66 hectáreas es de 1,682.8 m³ con corteza, las especies que contribuyen más en este volumen son las especies de *Lysiloma latisiliquum*, *Dendropanax arboreus* y *Bursera simaruba*. En el predio donde se pretende la autorización de cambio de uso del suelo existen en total alrededor de 696 individuos por hectárea considerando los árboles maduros y juveniles desde los 10 cm de diámetro, para la superficie de cambio de uso de suelo se estimó aproximadamente 11,600 individuos en las 16.66 hectáreas.

Del inventario forestal se concluye, que si bien es cierto, que el área donde se pretende desarrollar el proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 491" 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 programa de Desarrollo Urbano aplicable, compatible con el uso Habitacional, por lo tanto es de prever que el uso propuesto, 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 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. Los impactos benéficos bajos se presentan principalmente en el medio socioeconómico y están relacionados con la calidad de vida de los empleados, la generación de empleos temporales y la economía local, durante el tiempo que duren las actividades de CUSTF del proyecto Desarrollo Habitacional Parcela 491.

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. 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. Por su parte, los impactos ambientales moderados están relacionados con la modificación del entorno, es decir, la remoción de una superficie de 166,675.44 m² de vegetación secundaria arbórea y herbácea derivada de una selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) para llevar a cabo el CUSTF del proyecto Desarrollo Habitacional Parcela 491, 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 Desarrollo Habitacional Parcela 491, y se requerirían de ayuda humana para volver a las condiciones iniciales.

El proyecto, y la consecuente implementación de las medidas de prevención y mitigación que se ponen a consideración de la autoridad para su evaluación, permitirán controlar y mitigar los impactos ambientales adversos al predio y al ambiente. El proyecto cuenta con medidas de prevención y mitigación para evitar la afectación de los siguientes componentes ambientales: Calidad del Aire, Calidad del Suelo, Calidad del Agua, Diversidad y abundancia de flora y fauna, así como las enlistadas en la NOM-

059-SEMARNAT-2010, Fragmentación de Hábitats, Medio Conceptual: Elementos paisajísticos, vistas panorámicas y naturalidad, Calidad de vida, salud y seguridad. Adicionalmente se tienen contemplados realizar los siguientes.

Aunando a las medidas de prevención y mitigación para los impactos ambientales que pueda generar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto, se requieren de medidas integrales de manejo que permitan su mitigación y prevención, apegando el proyecto a la normatividad ambiental aplicable en la que se pretende aplicar el Programa de Manejo Ambiental, Programa de Rescate y Reubicación de Especies de la Vegetación Forestal, Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna Silvestre, Programa de reforestación de áreas verdes con especies nativas, Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos, Programa de Seguimiento y control Pláticas de educación ambiental.

Los principales servicios ambientales que pueden afectarse por el cambio de uso del suelo que requiere el proyecto son: Protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; Provisión de agua en calidad y cantidad; Protección y recuperación de suelos; 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; y la modulación o regulación climática; se considera que no se verán afectados.

El proyecto contempla diferentes mecanismos preventivos que favorecen que la conservación de la biodiversidad, la protección de los suelos y el agua (calidad y cantidad), por lo que se espera que no se generen afectaciones significativas. Mediante planteamientos técnicos y científicos, se justifica que la afectación en la biodiversidad, suelo y agua, por la remoción de la vegetación forestal *per se*, para destinar el terreno a un uso habitacional, es admisible y compatible con los instrumentos de planeación. Además, las medidas de prevención y mitigación propuestas constituyen un elemento adicional que muestran que el cambio de uso de suelo forestal se ubica en las hipótesis de excepcionalidad previstas en el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Asimismo, 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 la superficie propuesta 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 coadyuvará a revertir en una pequeña parte las condiciones socioeconómicas de la región, ya que una gran proporción de la población está formada por individuos relativamente jóvenes, los cuales generalmente vienen en busca de oportunidades de trabajo atraídos por las actividades que aquí se desarrollan.

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE

I.1. Nombre del proyecto.

"Desarrollo Habitacional Parcela 491".

I.2. Nombre o Razón Social del Promoviente

CADU INMOBILIARIA S.A. de C.V.

I.3. Ubicación (dirección) del promoviente

- Dirección: Vivendi América, Smza 08, Mza 01, Lote 04, Av. Bonampak Esq. Av. Nichupté, C.P. 77500 Cancún, Municipio de Benito Juárez, Q.Roo
- Teléfono: (998) 193 11 00 / 884 46 35
- Correo Electrónico: manuel@cadu-inmobiliaria.com

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

La superficie que se solicita de cambio de uso de suelo forestal es de 166,675.44 m² (16.66 has) que de acuerdo con la cartografía digital de uso de suelo y vegetación del INEGI serie V, a este terreno le corresponde una vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia (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 es de un periodo de 24 meses (2 años) a partir de la obtención de la autorización correspondiente por la autoridad federal competente.

II. USOS QUE SE PRETENDAN DAR AL TERRENO

II.1 Objetivo del proyecto.

El proyecto que se propone se refiere exclusivamente al cambio de uso del suelo en un terreno forestal, a través de la remoción total y parcial de vegetación forestal correspondiente a vegetación secundaria de Selva mediana subperennifolia, para destinarlo a la construcción y operación de un fraccionamiento mixto. La superficie que se requiere es 166,675.44m² (16.66 has) que corresponden al 89.87% de la superficie total del predio.

Los objetivos del presente proyecto están basados en contribuir al desarrollo planificado y ordenado que las autoridades correspondientes y la población desean para la ciudad de Playa del Carmen del municipio de Solidaridad, Quintana Roo, incrementar la oferta habitacional de acuerdo con los instrumentos de planeación acorde con la tendencia de crecimiento urbano, 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.

Los usos que se le pretenda dar a un terreno forestal en particular, dependen de los instrumentos normativos y de planeación que regulan la zona en la que se circunscribe; que para el caso del terreno donde se pretende ejecutar el proyecto, está sujeto a los lineamientos establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, y aquellos establecidos en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Playa del Carmen, Solidaridad; los cuales determinan, con base en caracterizaciones ambientales y diagnósticos previos, aquellos sitios donde se pueden realizar actividades productivas y de servicios, y aquellos donde sólo es posible la conservación de los recursos naturales, conforme a los lineamientos de protección y conservación que señala espacialmente el POEL- Solidaridad.

El POEL del Municipio de Solidaridad, es un instrumento normativo encargado de regular el ordenamiento ecológico del territorio, dirigido a planear, programar y evaluar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales presentes, determinando como uno de sus objetivos el ordenar la ubicación de las actividades productivas y de servicios de acuerdo con las características de cada ecosistema o región, así como de la ubicación y condición socioeconómica de la población y el favorecer los usos del suelo con menor impacto adverso ambiental y el mayor beneficio a la población, sobre cualquier otro uso que requiera la destrucción masiva de los elementos naturales del terreno, buscando ante todo el mayor beneficio social, tomando siempre en cuenta las características y aptitudes de cada área.

En un escenario inicial, el POEL en cuestión establece que la ciudad de Playa del Carmen (Unidad de Gestión Ambiental 11), representa el centro urbano con la mayor

tasa de crecimiento del estado, por lo que las reservas urbanas se agotan rápidamente, ocasionando que día a día se incremente la mancha urbana. Esta dinámica responde al crecimiento y diversificación de la oferta turística del municipio, y la cobertura de los servicios básicos es buena. De acuerdo con las estimaciones realizadas este centro urbano seguirá creciendo por lo que se requiere prever la dotación de nuevas reservas urbanas para contener y controlar de manera eficiente el crecimiento urbano.

El sitio del proyecto en su estado actual (predio en breña), solamente genera gastos que por nada resultan redituables, tales como el pago del impuesto predial, trabajos de mantenimiento, conservación, vigilancia, etc., lo que se traduce en una pérdida monetaria y no en un beneficio económico; sin embargo, con el desarrollo del fraccionamiento al que estará destinado el predio, se podrán obtener beneficios económicos desde diferentes sectores, inclusive será una fuente generadora de empleos tanto temporales como permanentes que beneficiarán a un sector determinado de la sociedad. Así mismo, el proyecto generará ingresos económicos que permearán a los diferentes niveles de gobierno, con el pago de permisos e impuestos, en forma permanente; y lo que es más importante, proveerá de una oferta importante de vivienda digna para la población de la Ciudad de Playa del Carmen, en constante crecimiento.

La superficie propuesta 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 del Centro de Población Playa del Carmen, Solidaridad. Sin embargo, es importante aclarar que esta etapa del proyecto, sólo implica el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a través de la 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); por lo tanto, lo que concierne a la etapa constructiva 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 su 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, únicamente se describen las actividades y procesos implicados exclusivamente en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

El proyecto que se propone se refiere al cambio de uso del suelo en un terreno forestal, a través de la remoción de la vegetación forestal correspondiente a vegetación secundaria de Selva mediana subperennifolia, para destinarlo a la construcción y operación de un fraccionamiento mixto. El predio, posee una superficie de 185,470.35 m². De dicha superficie se pretende aprovechar o modificar el 89.87%, es decir, que con el cambio de uso de suelo que se propone, se modificarán 166,675.44m² (16.66 has).

La empresa CADU INMOBILIARIA S.A. de C.V., tiene la posesión del terreno urbano donde pretende la construcción de un fraccionamiento habitacional que incluye las siguientes unidades de aprovechamiento:

Cuadro 1. Superficies y usos de suelo propuestos por el desarrollo habitacional

Uso de suelo	Superficie Total (m ²)	Superficie Total (ha)	Porcentaje (%)
Área de Conservación	18,794.91	1.87	10.13
Área Habitacional	89,196.60	8.91	48.09
Área Comercial	598.72	0.059	0.32
Áreas verdes de uso común	17,851.16	1.78	9.62
Área de Vialidades	59,046.05	5.90	31.83
Total	185,487.45	18.54	100.0

Por su naturaleza, el proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 491", se encuentra clasificado como un Desarrollo Habitacional Urbano con un uso de suelo Habitacional H4-P, Mixto Barrial (MB 1) y Parque Lineal (PL) y pretende llevar a cabo la construcción de 1,114 unidades habitacionales con áreas verdes integradas sobre una superficie total de 18.54 hectáreas, con una densidad habitacional de 60 viv/ha.

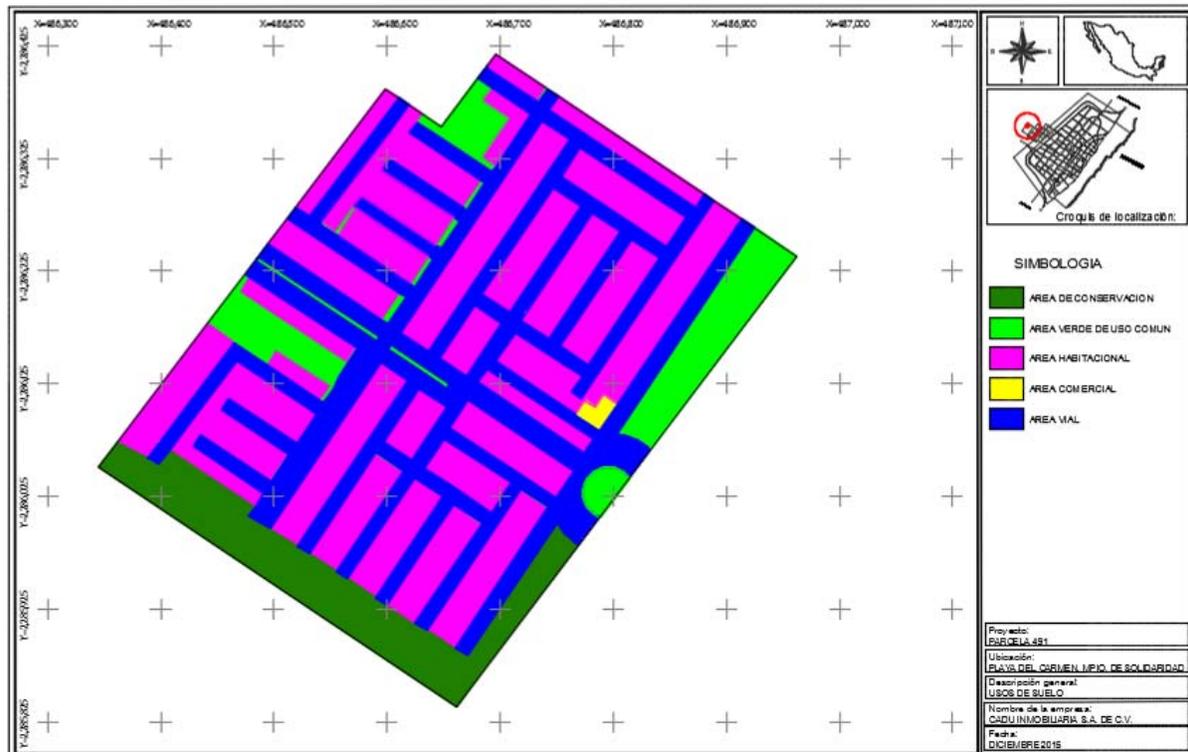


Figura 1. Anteproyecto del Desarrollo Habitacional

El desarrollo habitacional contemplará viviendas de Interés Social Tipo Cuádruplex de dos recamaras, planteado en dos niveles en lotes tipo de tamaño promedio de 101.50

m², con un frente de 7.00 m por 14.50 m de fondo, y 47.2 m² de construcción en cada vivienda en cada nivel, y contarán con todos los servicios de energía eléctrica, agua potable y drenaje sanitario. De acuerdo con la sobreposición de la parcela del proyecto sobre el PDU aplicable en el sitio del proyecto se presentan usos de suelo Habitacional H4, Mixto Barrial (MB) y Parque Lineal (PL).

Etapas de preparación del sitio.

En esta etapa se realizarán los estudios preliminares de levantamiento topográfico de la poligonal del predio, su ubicación con coordenadas geográficas UTM y sucesivamente se realizará el estudio de mecánica de suelos, el levantamiento de los niveles del terreno representándolo con el plano de curvas de nivel.

Posteriormente, se procederá a realizar el trazo de las avenidas principales, de las calles secundarias, locales y cerradas, delimitando las manzanas, los lotes y las áreas de donación, identificando la vegetación que pueda conservarse intacta y la que sea susceptible de rescate e integración al proyecto.

Así también se procederá a abrir brechas de los ejes viales, utilizando estacas y balizas para marcar longitudes y cadenamientos, esta operación la llevará a cabo una cuadrilla de topografía que utilizará teodolito y estadal. También se ubicarán las líneas donde tenderán las redes subterráneas de infraestructura; como las redes de agua potable y drenaje sanitario, red eléctrica y de alumbrado; de manera tal que queden integradas sin interferir entre ellas. Una vez concluidas estas actividades, se delimitará el área a desmontar para la posterior introducción de la maquinaria pesada.

a) Rescate selectivo de la vegetación.-Previo a cualquier actividad se realizará el rescate de toda la vegetación que tenga un valor estético, ambiental, ecológico o que se encuentre protegida por la normatividad ambiental vigente, y se la ubicará en un vivero expresamente destinado a la recepción y propagación de las especies rescatadas.

b) Desmonte y despalme.- Las actividades de desmonte y despalme implicarán la remoción de la cubierta vegetal en una superficie total de 16.66 hectáreas, manteniendo "in situ" aquellos árboles cuya permanencia no obstruya la funcionalidad de las redes de servicios y conservando intactas en esta primera etapa las áreas verdes.

Esta actividad será realizada con tractores tipo buldózer Caterpillar, auxiliados por métodos manuales, apilando el producto del despalme y desmonte en el área que ocuparán las cocheras y los patios traseros de las casas, para su posterior tendido, aprovechando de esta manera la tierra vegetal en donde se ubicarán los jardines y evitando la carga mecánica y acarreo fuera del sitio de la obra de este tipo de material.

c) Nivelación.- Con base en el levantamiento topográfico realizado previamente, se ubicarán los niveles de las plataformas de las casas y de las vialidades.

Etapa de construcción.

Las excavaciones y cortes se realizarán con maquinaria para el desplante de las plataformas. La construcción de plataformas se hará con material de explotación de banco sascab o grava cementada proveniente de sitios autorizados. Estas plataformas serán compactadas al 95% de su p.v.s.m. y en capas no mayores a 20 cm. También se realizarán las excavaciones en zanja; instalación de redes sanitarias, hidráulicas y pluviales antes del colado de losa de cimentación; previo a la instalación de redes, se coloca polietileno en sustitución de la plantilla tradicional.

Posteriormente, se colocará la cimbra de frontera y se habilitará el acero de refuerzo (varillas, mallas y castillos electrosoldados), teniendo cuidado de dejar las preparaciones de los castillos que conformarán el confinamiento del muro, una vez terminado este proceso se colocará la losa de cimentación con concreto premezclado de resistencia y revenimiento, una vez transcurrido el tiempo de fraguado, curado y descimbrado, se procederá al desmantelamiento de cimbra.

Como segunda parte del proceso, se desplantarán los muros de mampostería, asentados y juntados con mortero, además se habilitará y colocará acero de refuerzo vertical (varillas y castillos electro-soldados) en muros para su confinamiento; para este punto todas las redes: sanitarias, hidráulicas, pluviales y eléctricas deberán estar habilitadas antes del colado de castillos; posteriormente se procede al colado de castillos y cerramientos de puertas y ventanas; para darle rigidez y estabilidad a los muros durante el proceso constructivo, mediante su colado con concreto premezclado bombeable o a tiro, una vez transcurrido el tiempo de fraguado, y descimbrado, se procederá al desmantelamiento de cimbra.

La tercera parte es el habilitado y colocación de la cubierta a base del sistema de vigueta pretensada y bovedilla de poliestireno, teniendo cuidado de apuntalar los claros con puntales y madrinas de nivelación, posteriormente se habilita y coloca el acero de refuerzo (malla electro soldada) para la capa de compresión del sistema, así como las dalas perimetrales(castillos electrosoldados); se tienden las instalaciones y canalizaciones tanto pluviales como eléctricas previo al colado de la capa de compresión; una vez revisada ,se procede al colado de la capa con concreto premezclado bombeable de resistencia considerable transcurrido el tiempo de fraguado, y descimbrado, se procederá al desmantelamiento de cimbra.

Por último, se realizarán los acabados especificados en proyecto como masilla, pasta y pintura en muros y losas; colocación de cancelería, instalación de accesorios eléctricos e iluminación; instalación de cerámica en pisos y baños; instalación de muebles y accesorios de baño, así como acabados en áreas exteriores, huellas de cochera y acceso peatonal; murete de medición; toma domiciliaria y descarga sanitaria; lavadero y calentador en patio de servicio.

Construcción de obras de cabecera. De acuerdo con el plano de conjunto se preparan las vialidades y los caminos de acceso que comunican las áreas de construcción con

las instalaciones de servicios. En las vialidades se abren las zanjas para la instalación de las tuberías de conducción del agua potable y el sistema de bombeo de aguas residuales y el alcantarillado pluvial.

Urbanización. Se inicia la pavimentación de calles y avenidas, se instala la red de energía eléctrica y el alumbrado público. Se abren los pozos pluviales y se finaliza con la obra civil de urbanización.

En relación con el manejo de residuos se considera lo siguiente:

Residuos sanitarios. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se instalarán sanitarios portátiles tipo "Sanirent", a razón de 1 por cada 20 trabajadores. El manejo de los residuos sanitarios que se generen en los mismos, correrá a cargo de la empresa arrendadora.

Residuos sólidos. Los residuos sólidos urbanos, serán trasladados al relleno sanitario de la Ciudad de Playa del Carmen, o en su defecto, donde la autoridad municipal competente lo indique.

Residuos vegetales. Estos se producirán a causa del desmonte del terreno, en general estarán integrados por ramas, troncos, raíces, hojas, etc. Una parte de estos residuos serán triturados y reincorporados a las áreas verdes; en caso de excedentes, estos serán dispuestos donde la autoridad Municipal lo determine.

Residuos de despalme. En el caso particular de la capa de tierra fértil (suelo con materia orgánica), esta se utilizará para el rescate y mantenimiento de las plantas en vivero, y otra parte se incorporará a las áreas verdes; en caso de excedentes, estos serán dispuestos donde la autoridad Municipal lo determine.

Vivero temporal.-Para acopiar y resguardar las plantas rescatadas de las áreas que se pretenden desmontar, se establecerá un vivero rústico provisional. En este sitio se realizará también el acopio de tierra y material triturado que se obtenga de las áreas de desmonte para ser reutilizados en las áreas ajardinadas y en las áreas verdes que se pretenden restaurar. Para la operación y mantenimiento del vivero, se estima el empleo de seis personas que laborarán en el mismo de manera permanente hasta concluir las actividades de cambio de uso de suelo.

Despalme.-El despalme del terreno consiste en retirar la capa superficial (tierra vegetal) que por sus características mecánicas no es adecuada para el desplante de edificios. El espesor de la capa a despalmar por lo general será de 20 cm o el que especifique el proyecto para cada caso. El despalme se ejecutará en terrenos que contengan material tipo I o II.

Material tipo I. Son los materiales fácilmente excavables con pala de mano y sin necesidad de emplear zapapico, aunque esto se use para aumentar los rendimientos. También los que son fácilmente excavables con equipo mecánico ligero, como draga de

arrastré, cargador frontal o retroexcavadora montados en tractores de orugas con cuchillas angulables o arado desgarrador para aflojar el material.

Material tipo II. Son los materiales de dureza y contextura tal que no pueden ser económicamente atacados con solo el empleo de pala de mano, pero sí lo son con ayuda de zapapico; con equipo mecánico sin el uso previo de explosivos.

El despalme desalojará los residuos vegetales, la tierra y piedras del sustrato en las áreas de aprovechamiento. La maquinaria utilizada en esta fase de los trabajos será del tipo tractor de orugas y/o trascabo. Se despalmará el sitio hasta una profundidad de aproximadamente 30 cm, desalojando la capa superficial del terreno natural, de esta manera se elimina el material que se considere inadecuado. El retiro de la tierra vegetal consistirá en extraer toda la capa de la misma que contenga material orgánico. El suelo resultante del despalme será clasificado y resguardado dentro de las áreas de aprovechamiento para su uso posterior.

Suministro de agua.- El agua requerida para la etapa de preparación del sitio o cambio de uso de suelo en terrenos forestales, será suministrado a través de pipas operadas por particulares autorizados. El agua para consumo humano será suministrada a través de garrafones de 20 litros, que pueden adquirirse en los comercios locales.

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

La UGA 11 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Solidaridad denominada "Reserva Urbana de Solidaridad, es decir permite el aprovechamiento del territorio al interior de los centros de población legalmente establecidos, para el desarrollo de proyectos que cumplan con los usos y destinos del suelo en los términos que se indiquen en el Plan o Programa de Desarrollo Urbano vigente y de acuerdo con la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Quintana Roo y la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo. Sin dejar de mencionar que el POEL en referencia establece que la vocación de uso de suelo, se determinó a partir del análisis de las características, aptitudes y tendencias de aprovechamiento del territorio. Ésta es indicativa de la orientación del uso del suelo predominante o de la potencialidad de aprovechamiento del territorio que establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Local en cuestión, por lo tanto, el uso que se le pretende dar al terreno forestal para destinarlo a la construcción de un fraccionamiento mixto, es congruente con la vocación de uso de suelo urbano, y por lo tanto, justifica plenamente que el predio es apto para el uso de suelo propuesto.

Por otra parte, resulta importante mencionar que el mismo POEL establece para la Unidad de Gestión Ambiental 11 denominada "Reserva Urbana de Solidaridad con una política ambiental de aprovechamiento sustentable a la cual pertenece el terreno forestal de interés, que los usos de suelo permitidos serán aquellos que establezca el Programa de Desarrollo Urbano del centro de población Playa del Carmen (PDUPC); por lo tanto, la justificación del porqué esos terrenos son apropiados para el nuevo uso

del suelo que se pretende realizar, también se encuentra establecida en dicho instrumento de planeación, como se transcribe a continuación:

El objetivo del PDUPC, de acuerdo con la normatividad vigente, es el de ordenar y regular el proceso de desarrollo urbano, estableciendo las bases para la realización de acciones de mejoramiento y conservación; además de definir los usos y destinos de suelo, y designar las áreas para su crecimiento; todo ello con la finalidad de lograr un desarrollo sustentable orientado a mejorar el nivel de vida de la población.

Así mismo, cabe mencionar que el PDUPC tiene destinada una superficie específica para el uso de suelo urbano y otra muy distinta para áreas de protección diversas. Lo anterior resulta importante, toda vez que el predio de interés se ubica dentro de los usos de suelo MC y DN, y no dentro de los uso de suelo de protección (AP= área de protección; PPH= protección de pozos y humedales; PE/rs= protección de ríos subterráneos), por lo que resulta apto para el desarrollo de un fraccionamiento a través del aprovechamiento sustentable de los recursos.

Por lo que el proyecto genera empleos y derrama económica, tratando de generar en lo menor posible impacto a los atributos del medio ambiente, por lo que es compatible con el medio ambiente, este tipo de proyectos son de bajo impacto. Por otro lado, habrá un beneficio para la población de la zona, preferentemente del Municipio de Solidaridad por la derrama de empleos que se generaran.

El tiempo que durará el proceso constructivo del proyecto y de acuerdo a lo manifestado por el promovente, serán requeridos de la participación directa de aproximadamente 35 empleos temporales (2 años promedio), y 10 empleos permanentes, sólo para la etapa de cambio de uso de suelo que se propone en el presente estudio; y adicionalmente se tiene contemplada la generación de otros 250 empleos adicionales de tipo temporal y 70 empleos permanentes durante la etapa constructiva (que no es objeto del presente estudio); por lo que en total se estarían generando 280 empleos temporales y 80 empleos permanentes (355 en total). De esta manera, desde el arranque hasta la construcción del proyecto, generará una inversión total de \$ 183,000,000 (son ciento ochenta y tres 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 1,114 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

El programa de trabajo para la construcción de las viviendas y la urbanización del predio se resume en el cuadro y se describe a continuación.

Cuadro 2. Programa de trabajo para la construcción del proyecto

Nº	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					■	■																		
URBANIZACIÓN	Terracerías y Pavimentos				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
	Agua Potable					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
	Alcantarillado					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
	Electrificación y Alumbrado Público									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Pozos Pluviales																								
	Obra Civil de Urbanización					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Interconexiones a Predio																								
EDIFICACIÓN	Preliminares y Cimentación					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Estructura									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Albañilería										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Pisos y Recubrimientos																					■	■	■	■
	Pastas y Pintura																								
	Albañilería de Azotea																					■	■	■	■
	Obra Exterior																								
	Carpintería y Ventanería de Aluminio																					■	■	■	■
	Muebles de Baño y Limpieza																								
	Bardas																								
MANTENIMIENTO	Limpiezas																								
	Reforestación																								
	Seguimiento																								

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

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

El predio en breña sobre el cual se pretende llevar a cabo el cambio de uso de suelo para el futuro del Desarrollo Habitacional se localiza en Avenida de las Cigüeñas S/N, Lote 001, Manzana 491 por Periférico, Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo, México. Y posee una superficie total de 185,470.35 m². A continuación en la siguiente figura se presenta el plano georreferenciado de la ubicación total del terreno forestal de interés. Que alberga el polígono sujeto al cambio de uso de suelo; el cual cuenta con las siguientes medidas y colindancias: Norte: 320.47 m. con Avenida de las Cigüeñas + 60.09 m con lote 002; al Sur 380.55 m con lote 001, manzana 511; al Este 500.73 m con lote 001, manzana 492; al Oeste 500.73 m en línea discontinua con lote 002. Con clave catastral 108007001491001. Y quien tiene la posesión del predio es la empresa CADU INMOBILIARIA S.A. de C.V.

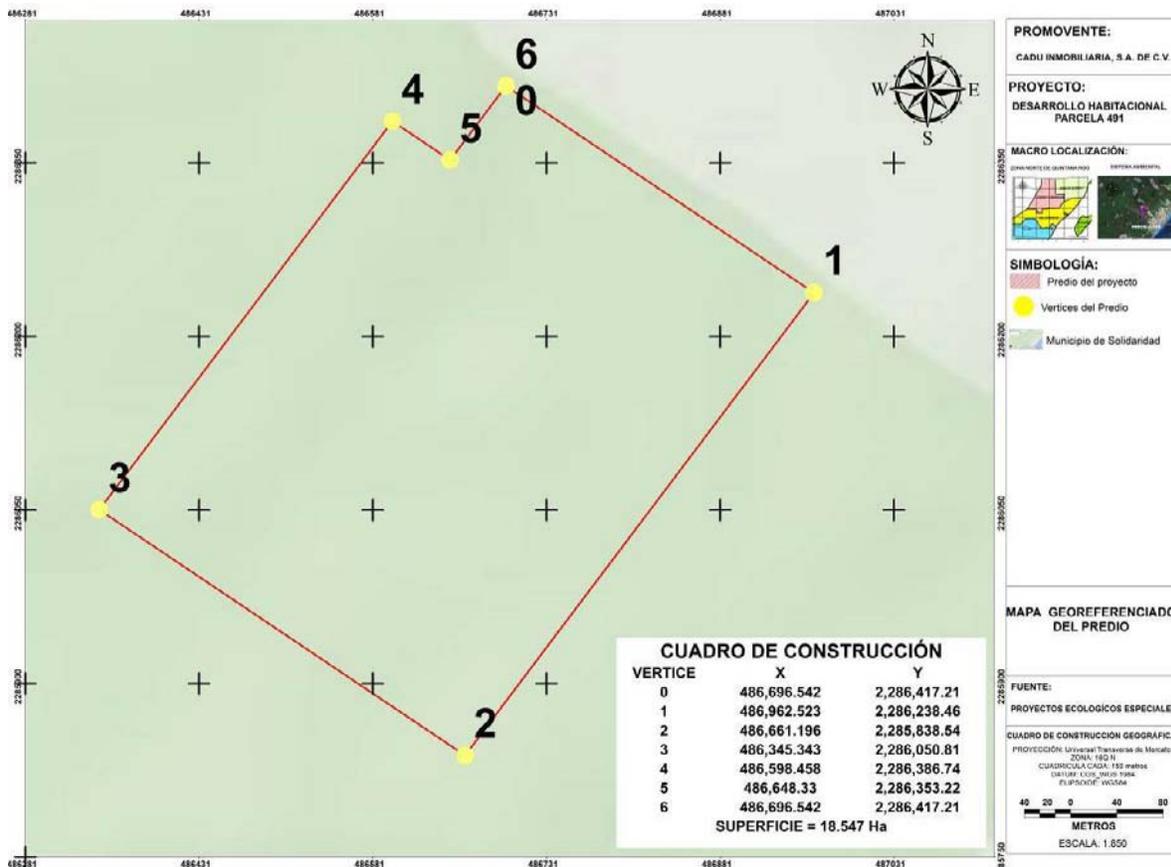


Figura 2. Plano georreferenciado del predio donde se pretende ejecutar el proyecto.

El predio donde se pretende establecer el proyecto denominado "Desarrollo Habitacional Parcela 491", geográficamente lo podemos localizar en las siguientes

coordenadas las cuales se presentan con proyección en Unidades UTM/Datum WGS-84, Zona 16Q Norte.

Cuadro 3. Cuadro de construcción de la Parcela 491

VÉRTICE	Coordenadas geográficas (UTM, GWS-84 16Q)	
	X	Y
0	486696.54	2286417.21
1	486962.52	2286238.46
2	486661.19	2286838.54
3	486345.34	2286050.81
4	486598.45	2286386.74
5	486648.33	2286353.22
6	486696.54	2286417.21

SUPERFICIE: 185,470.35 M2 (18.54 HAS)

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

En la figura 3, se representa la ubicación geográfica del predio, al norte de Quintana Roo, dentro de la jurisdicción del municipio de Solidaridad. Este predio está regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad que ubica al predio de interés en la UGA 11, denominada "Reserva Urbana de Solidaridad" y por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad 2010-2050.

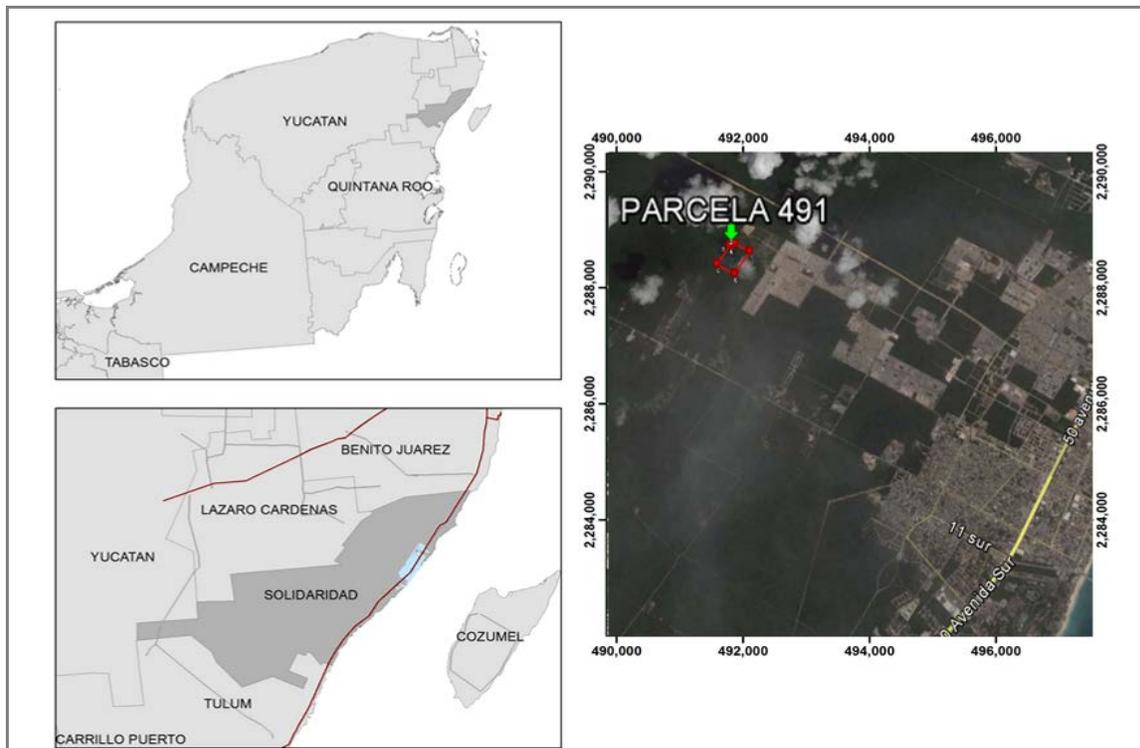


Figura 3. Croquis de localización del predio del proyecto en su contexto geopolítico.

En relación con los ordenamientos ecológicos, el sitio de interés se encuentra dentro del ámbito de aplicación del **POEL del Municipio Solidaridad**.

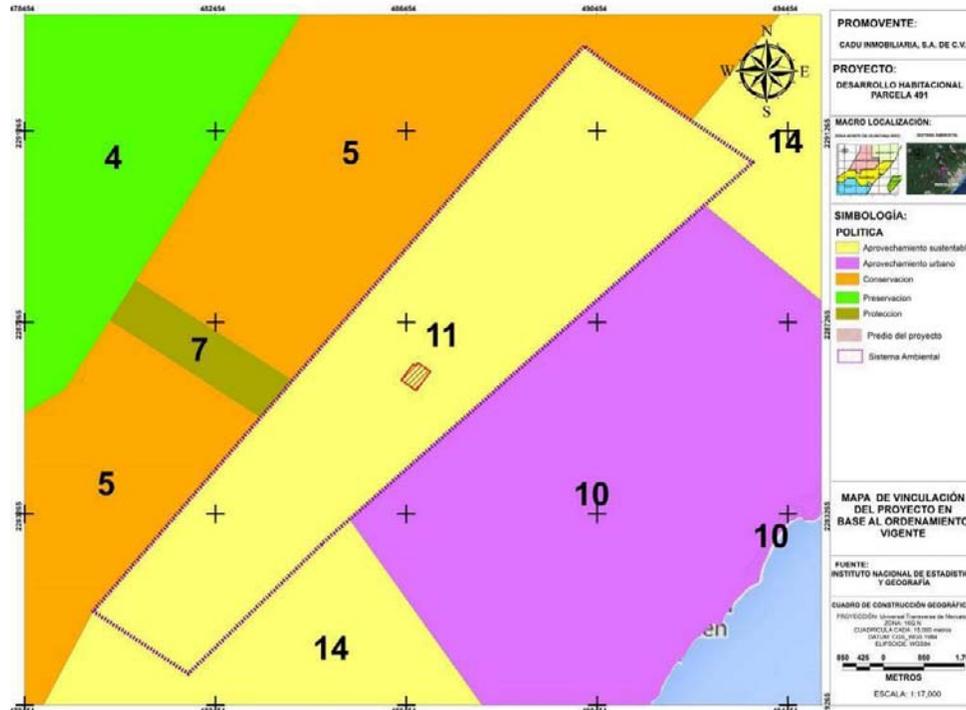


Figura 4. Ámbito de aplicación del POEL de Solidaridad

En relación con los planes directores, el sitio del proyecto se encuentra dentro del ámbito de aplicación del Programa de Desarrollo Urbano de Playa del Carmen. (Figura 5).

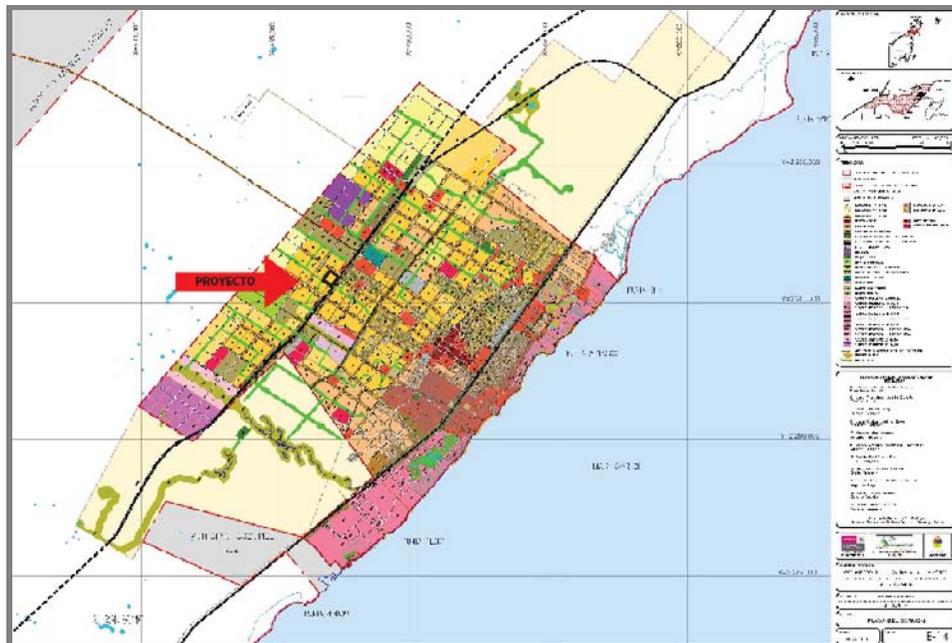


Figura 5. Ámbito de aplicación del PDU de Playa del Carmen.

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

La superficie de cambio de uso de suelo que se propone para el proyecto es de 166,675.44m² (16.66 has) que corresponden al 89.87% de la superficie total de este predio. Los vértices que conforman la zona de aprovechamiento o zona de CUSTF, a continuación en la siguiente figura, se presentan el polígono y el cuadro de construcción donde se pretende el cambio de uso de suelo y donde quedarán desplantadas las nuevas obras por construir, comprendidas de áreas habitacionales, vialidades, área comercial, entre las cuales se incluyen las áreas verdes.

A continuación se representa el polígono que corresponde a la superficie que se requiere para la autorización de cambio de uso de suelo. Ver figura 6.

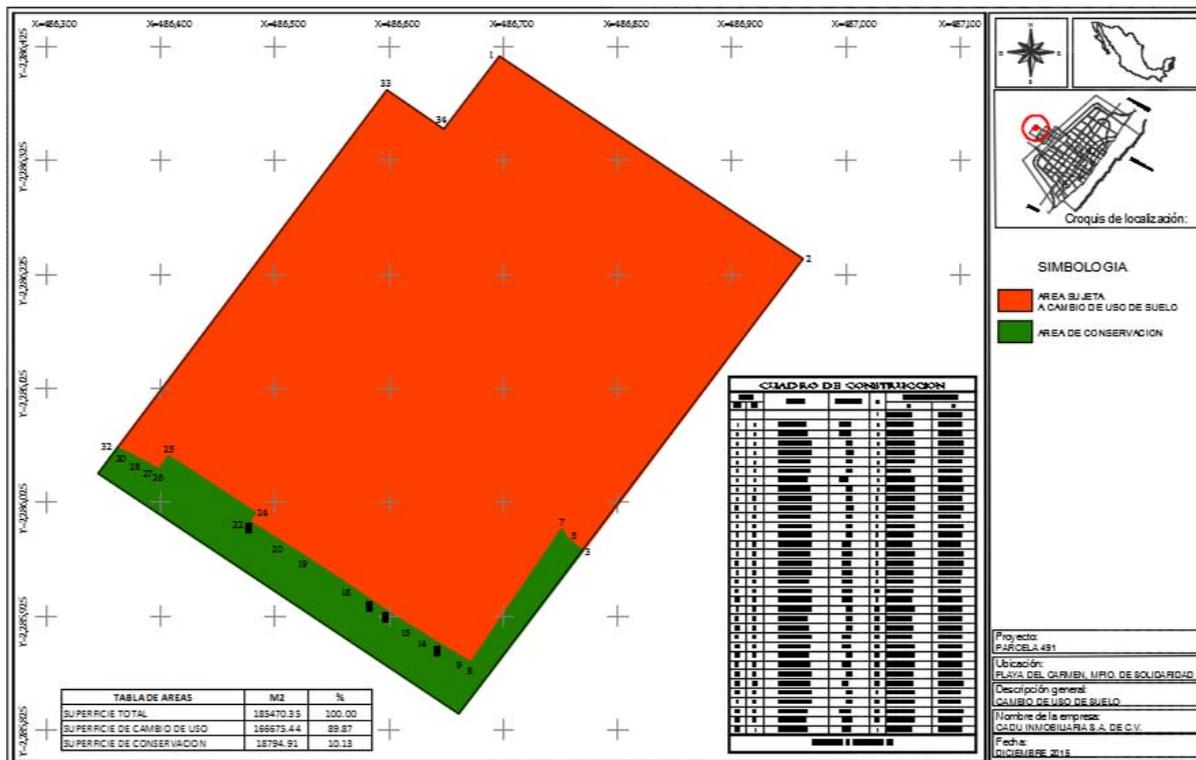


Figura 6. Distribución espacial del área a solicitar de CUSF del proyecto. El polígono de color naranja representa el área sujeta a CUSF y el color verde representa el área de conservación.

Cuadro 4. Coordenadas que delimitan el polígono del área sujeta al cambio de uso de suelo.

Vértice/Punto	Coordenadas geográficas (UTM, GWS-84 16Q)	
	X	Y
1	2,286,417.2104	486,696.5421
2	2,286,238.4561	486,962.5235
3	2,285,982.4147	486,769.6017
4	2,285,986.8650	486,763.2668
5	2,285,990.5842	486,758.9670

6	2,285,994.4475	486,754.9344
7	2,286,001.1631	486,750.7255
8	2,285,883.7289	486,671.8032
9	2,285,888.8497	486,663.3059
10	2,285,893.4482	486,655.7573
11	2,285,897.6688	486,648.8890
12	2,285,900.6128	486,644.1316
13	2,285,903.6597	486,639.2365
14	2,285,908.0801	486,632.1854
15	2,285,917.7812	486,616.9169
16	2,285,929.7944	486,598.3884
17	2,285,939.9143	486,583.0920
18	2,285,953.1677	486,563.4594
19	2,285,978.3315	486,525.4011
20	2,285,992.2149	486,503.5511
21	2,286,008.1109	486,477.6759
22	2,286,009.8805	486,474.7955
23	2,286,008.1841	486,477.7246
24	2,286,015.8784	486,482.8494
25	2,286,065.5181	486,407.4061
26	2,286,053.5595	486,398.4108
27	2,286,058.0283	486,390.2352
28	2,286,063.9806	486,379.0671
29	2,286,065.1407	486,376.8702
30	2,286,070.6184	486,366.4050
31	2,286,072.6722	486,362.4412
32	2,286,072.9053	486,361.9901
33	2,286,386.7404	486,598.4582
34	2,286,353.2240	486,648.3297
1	2,286,417.2104	486,696.5421
superficie = 166,675.44 m2		

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. Área 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. (Fig. 7).

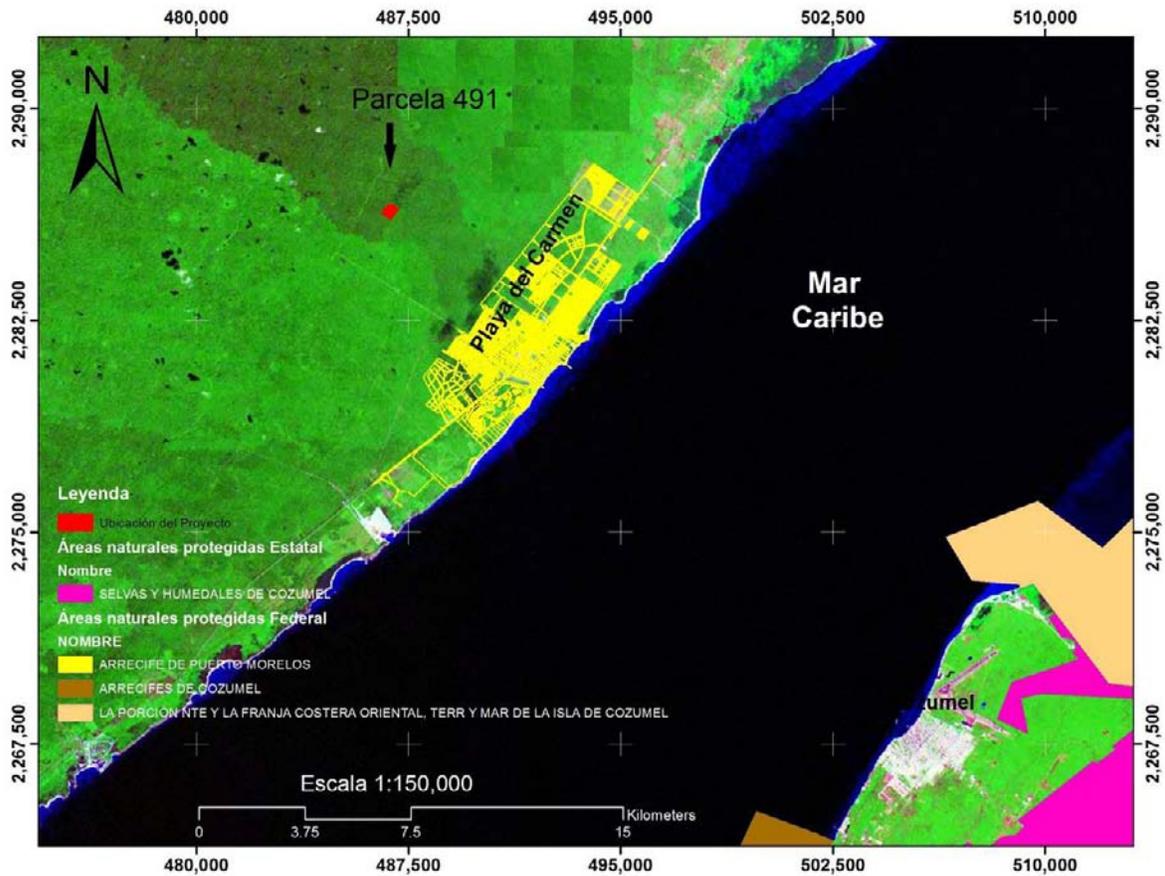


Figura 7. Ubicación Geográfica del predio respecto a las ANP'S

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.
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
AICAS	No hay capas que intersecten
Regiones Marinas Prioritarias	No hay capas que intersecten
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 al sur 53 kilómetros de distancia y al norte a 30 kilómetros del Parque Nacional Arrecife Puerto Morelos. 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.

IV. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS 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" a 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.

Según el Programa Nacional Hídrico 2007-2012 de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el área de estudio de este proyecto se encuentra en la región XII península de Yucatán. 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.

Por lo tanto, el sistema ambiental del proyecto, se encuentra ubicado en la Región Hidrológica 32 Yucatán Norte (RH-32). Esta región abarca, además de la parte Norte del estado de Quintana Roo, también parte de los estados de Yucatán y Campeche, y cuenta con una superficie total de 56,443 Km²; en Quintana Roo comprende la porción Norte, cubriendo un área que equivale a 31.77 % estatal; sus límites en la entidad son:

- i. Al Norte, el Golfo de México;
- ii. Al Este, el Mar Caribe;
- iii. Al Sur, la Región Hidrológica 33 (RH33); y
- iv. Al Oeste, el estado de Yucatán donde continúa.

De acuerdo con el Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33¹, 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 (Figura 8).

A nivel de Subcuenca el predio en estudio se encuentra ubicado en la Subcuenca "d" Solidaridad, se caracteriza por presentar una precipitación promedio que va de 800 mm en el Norte a más de 1,500 al Sureste de la cuenca y con un rango de escurrimiento de 0 a 5% en casi toda la superficie, excepto en las franjas costeras que tienen de 5 a 10% o 10 a 20% debido a la presencia de arcillas y limos.

¹ 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.

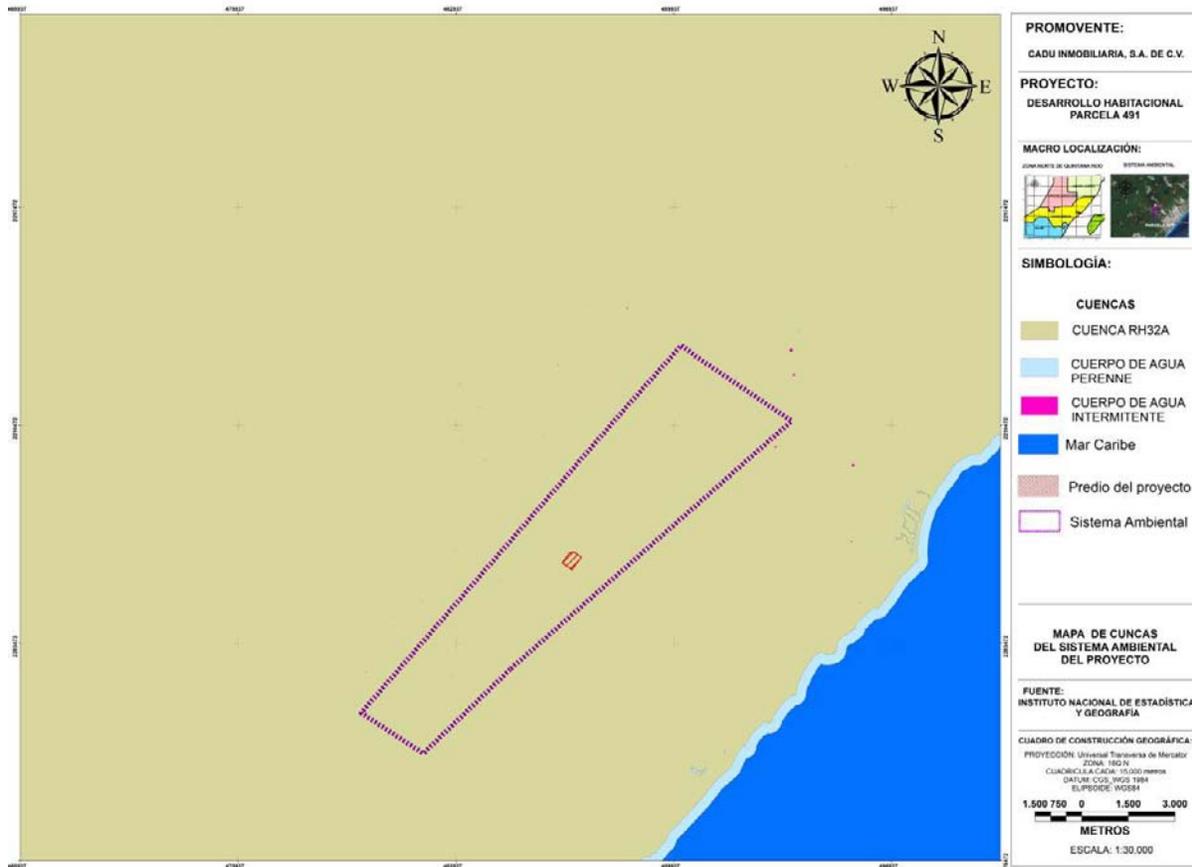


Figura 8. El sistema ambiental del proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 491" se localiza en la Cuenca hidrológica RH32, Cuenca 32 A Quintana Roo, Subcuenca "d": Solidaridad. FUENTE: INEGI serie V.

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

Para la delimitación del área de estudio del proyecto se ha considerado la vinculación entre los sistemas ecológicos o naturales y los físicos particulares. Además de que se citan algunas de las actividades económicas y los procesos sociales cercanos al sitio de interés.

El proyecto de cambio de uso del suelo en terrenos forestales se ubica al noroeste de la Ciudad de Playa del Carmen y su área de influencia corresponde a los límites de la Unidad de gestión ambiental 11 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Solidaridad dentro de la superficie contenida en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad 2010-2050. Es precisamente en esta zona en donde existen las mayores presiones para los desarrollos habitacionales a gran escala, dirigidos principalmente a satisfacer la demanda de interés social evitando los asentamientos irregulares.

La caracterización del Sistema Ambiental debe aportar un diagnóstico del estado de conservación o de alteración de los componentes y procesos ecológicos de la zona elegida, es decir, de la integridad funcional de los ecosistemas, ya que en última instancia un proyecto es viable ambientalmente si es compatible con la vocación del suelo y permite la continuidad de los procesos y la permanencia de los componentes ambientales (artículo 44 del REIA).

Los criterios aplicados para la delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto denominado "*Desarrollo Habitacional Parcela 491*", son los siguientes:

- 1.- Se incluye la totalidad de la superficie sujeta a cambio de uso del suelo y por lo tanto la superficie total del predio.
- 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 indirectos, así como las áreas de los asentamientos humanos que resultan beneficiadas con el establecimiento y la operación eficiente de este proyecto.
- 4.- De acuerdo con el programa de Gobierno 2011-2016, se plantea la necesidad de impulsar el desarrollo social de la zona norte de Quintana Roo, mismo que se asocia a la mejora en la calidad de vida y servicios que se ofertan a los habitantes de la región.
- 5.- El ambiente terrestre dentro de la zona donde se construirá la obra, comprende un área cubierta con vegetación arbórea de selva mediana subperennifolia, con evidencia de afectaciones por el paso de Huracanes.
- 6.- La zona no se encuentra ubicada dentro de ningún Área Natural Protegida que haya sido decretada por la SEMARNAT o por el Gobierno del Estado de Quintana Roo.
- 7.- En la zona existe un Programa de Ordenamiento Ecológico Local y que ubica al sitio de referencia dentro del área en la que aplica una política de Aprovechamiento Sustentable y un uso predominante propio para el uso habitacional.
- 8.- Que en la zona aplica Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad 2010-2050 (Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo a 20 de diciembre de 2010), con un destino Habitacional, densidad media.

Para la definición del área de estudio se tomó en cuenta los límites de la Unidad de gestión ambiental 11 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Solidaridad que regula y reglamenta el desarrollo del municipio de Solidaridad, Quintana Roo, (5,087.58 has), dentro de la cual se encuentra la totalidad de la poligonal del predio. Considerando que esta UGA se definió con base al acelerado desarrollo del centro urbano de Playa del Carmen requiere prever las tendencias de crecimiento de la ciudad, por ello se consideró viable la promoción de áreas de dotación urbana a futuro,

con la finalidad de poder atender la creciente demanda viviendas por parte de los diferentes sectores de población y abatir el rezago habitacional de la zona, como lo establece el Programa Estatal de Desarrollo 2005-2011, con ciudades dignas que tengan un crecimiento ordenado. La escasez de vivienda genera inequidades sociales y propicia el surgimiento y proliferación de asentamientos humanos no regulares, teniendo como resultado un crecimiento anárquico en los centros urbanos, y el aumento del rezago en infraestructura urbana y de servicios.

En el área de influencia de este proyecto existen una gran cantidad desarrollos habitacionales ocupados como Las Palmas, Villas del Sol, Villas del Sol II, Punta Estrella y Bosques de la Riviera al sureste, así como fraccionamientos en expansión. Así mismo, al estar dentro de una zona urbana, se presentan tiendas de autoservicio, gimnasios, gasolineras, escuelas, centros de culto religioso, centros comerciales entre otros.

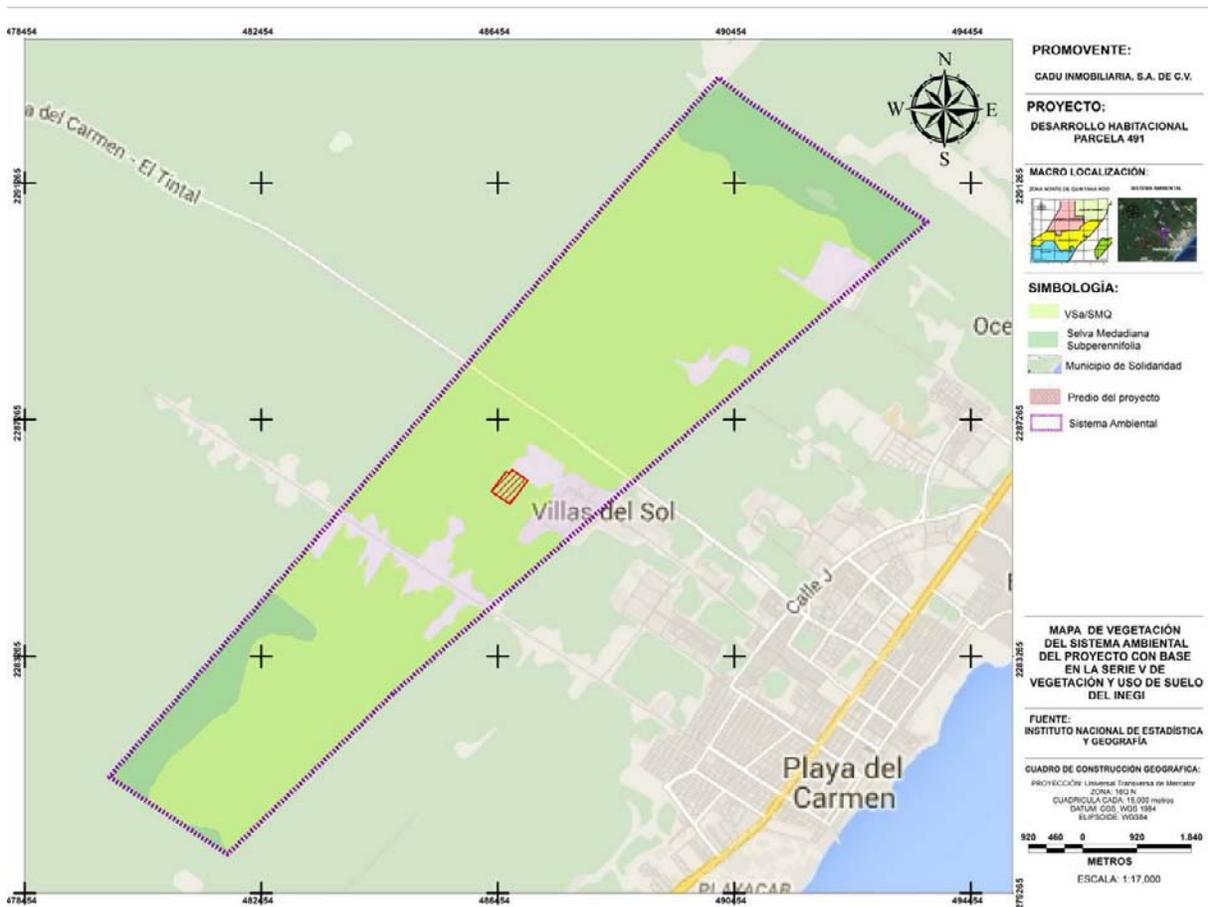


Figura 9. Ubicación del predio, delimitación del área de influencia y descripción del sistema ambiental.

En el cuadro 5, se presenta la superficie expresada en metros cuadrados y por hectárea, 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.

Cuadro 5. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones que prevalecen en el sistema ambiental.

Clave	Condición de la vegetación y uso del suelo	Hectáreas	Porcentaje
VSA/SMQ	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia	3,951.17	77.66
SMQ	Selva Mediana Subperennifolia	712.981	14.01
AH	Asentamientos Humanos	423.42	8.32
		5,087.58 has	100%

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

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.

En la actualidad existe la necesidad por parte de las autoridades municipales y estatales, por dotar de terrenos aptos para desarrollos de diferentes tipos económicos, ya que las superficies planeadas para la reserva urbana de largo plazo prácticamente se han agotado, por ello es importante establecer una planeación acorde a las expectativas de crecimiento poblacional que actualmente se tienen, generando zonas aptas para este desarrollo.

Asimismo se describen las tendencias de desarrollo y/o deterioro que registra el sistema ambiental de la cuenca y que han incidido de manera determinante en la calidad ambiental que se presenta actualmente en este sistema ambiental.

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 del suelo, 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.

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 Playa del Carmen.

La vegetación predominante en el sistema ambiental de este proyecto, presenta características que corresponden con una vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia, esta selva es el tipo de vegetación más extenso en el municipio de Solidaridad. 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.

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-SOL). 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.

El sistema ambiental, en donde se localiza el sitio del proyecto, se caracteriza por la presencia del centro de población de la ciudad de Playa del Carmen el cual está rodeado por un área de selva fragmentada por caminos y áreas desmontadas. Al Norte, al Oeste y al Sur de la ciudad de Playa del Carmen se presentan grandes extensiones de vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subperennifolia y porciones de esta vegetación que se aprecian fragmentadas por carreteras y caminos (Figura 10). Aunado a lo anterior, el sitio del proyecto se encuentra en colindancia con áreas urbanizadas en expansión contempladas en la planeación del PDU de Playa del Carmen, como es el caso de Villas del Sol al noroeste, así como, proyectos habitacionales en desarrollo como Las Palmas, Punta Estrella y Bosques de la Riviera al sureste.

Una consideración importante que se puede obtener de la figura es que resulta evidente que la vegetación de selva con desarrollo secundario se extiende ampliamente por toda la periferia norte y poniente de la ciudad. Aunque se debe referir que hacia el sureste ésta interrumpe drásticamente su distribución, debido precisamente al crecimiento de la mancha urbana de la ciudad de Playa del Carmen. Por lo anterior, se considera que el sistema natural en la zona de interés se encuentra fragmentado o en vías de ello, y de alguna manera, se ha interrumpido la distribución natural del ecosistema de selva, modificando de nueva cuenta su estructura y función. En vista de la situación actual de la vegetación de la zona, por lo que se puede considerar que el proyecto tendrá un área de influencia de tipo local.

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 suroeste².

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.

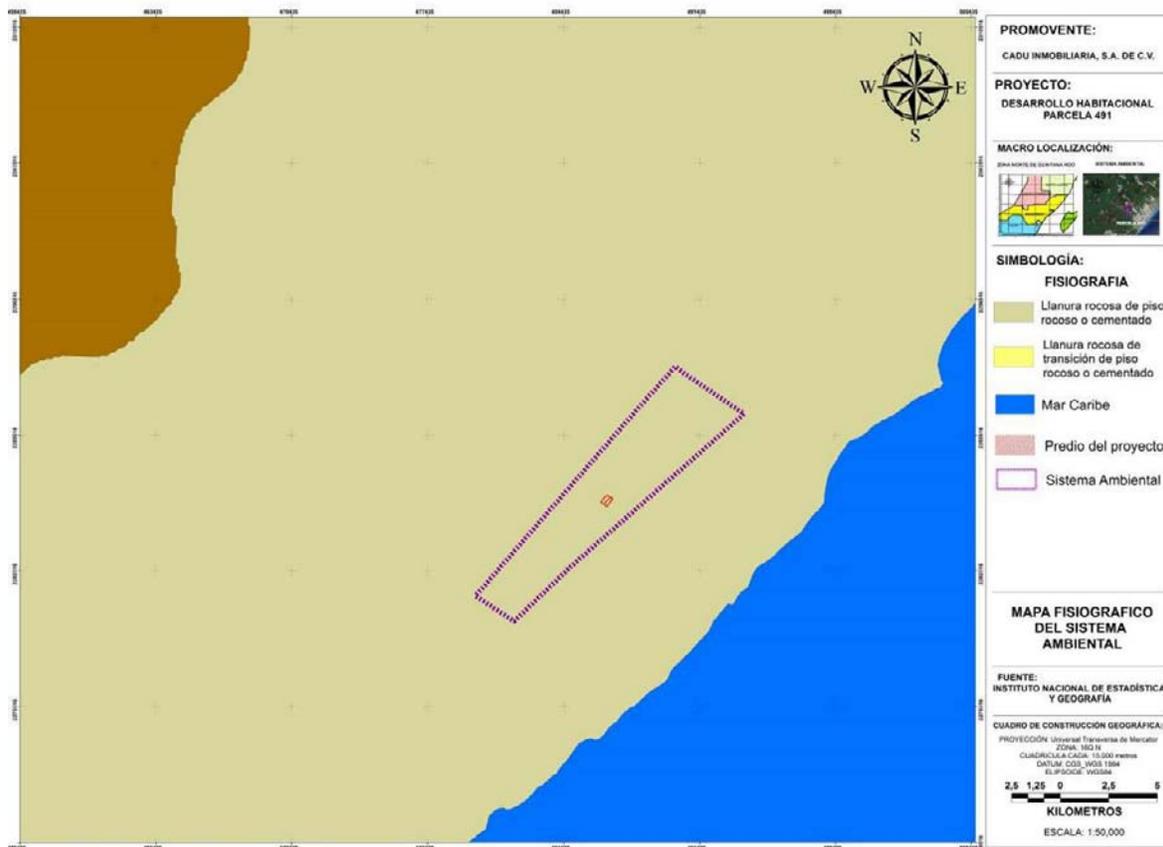


Figura 11. El sistema ambiental se ubica en la subprovincia fisiográfica Carso Yucateco.

² INEGI y Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. México. 79 p.

IV.2.2.2 Clima

En el sistema ambiental definido se pueden observar 2 tipos de climas de acuerdo con la clasificación climática de Koppen modificado por García (1981), el Aw2(x') y el Aw1(x'), donde se localiza el predio se manifiesta el subtipo climático cálido subhúmedo Aw1(x'), La Ax indica que el clima pertenece al grupo de los climas cálidos, con temperatura media anual mayor a los 26 °C y la del mes más frío mayor a los 18 °C; la w1 lo define como clima subhúmedo con lluvias repartidas en todo el año. Una característica que sirve como referencia para la clasificación en este grupo climático es que la temperatura media del mes más frío es mayor de 18 °C.

Por otra parte, las isoyetas se encuentran cercanas a los 1,500 mm, estando los valores medios de humedad relativa en un rango del 80 al 90 % como consecuencia del régimen de lluvias prevaleciente y su cercanía al mar. El balance de escurrimiento medio anual es de 0-20 milímetros mientras que el déficit por evapotranspiración para la zona es de 600 a 700 milímetros anuales. Con base en los registros para el lapso 1981-2010 de la estación meteorológica de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en Playa del Carmen, la precipitación media anual es de 1,276.3 mm y se concentra principalmente de junio hasta octubre (69.3%).

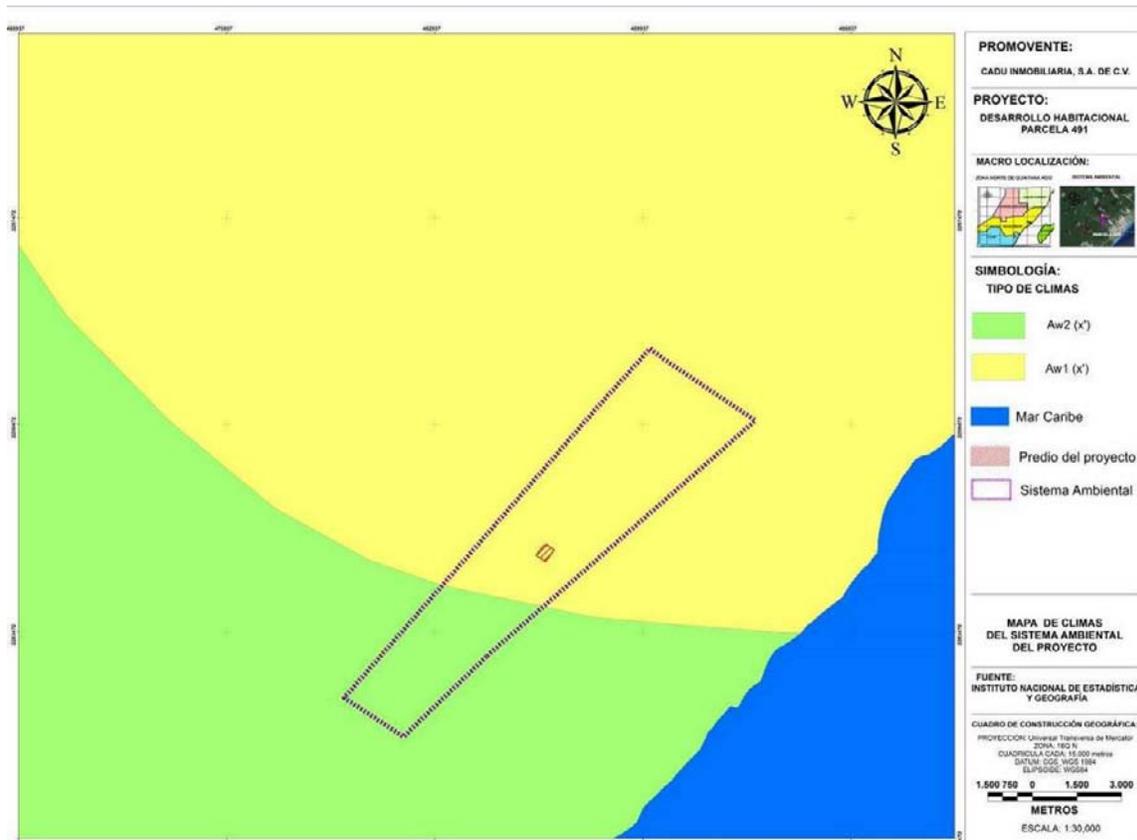
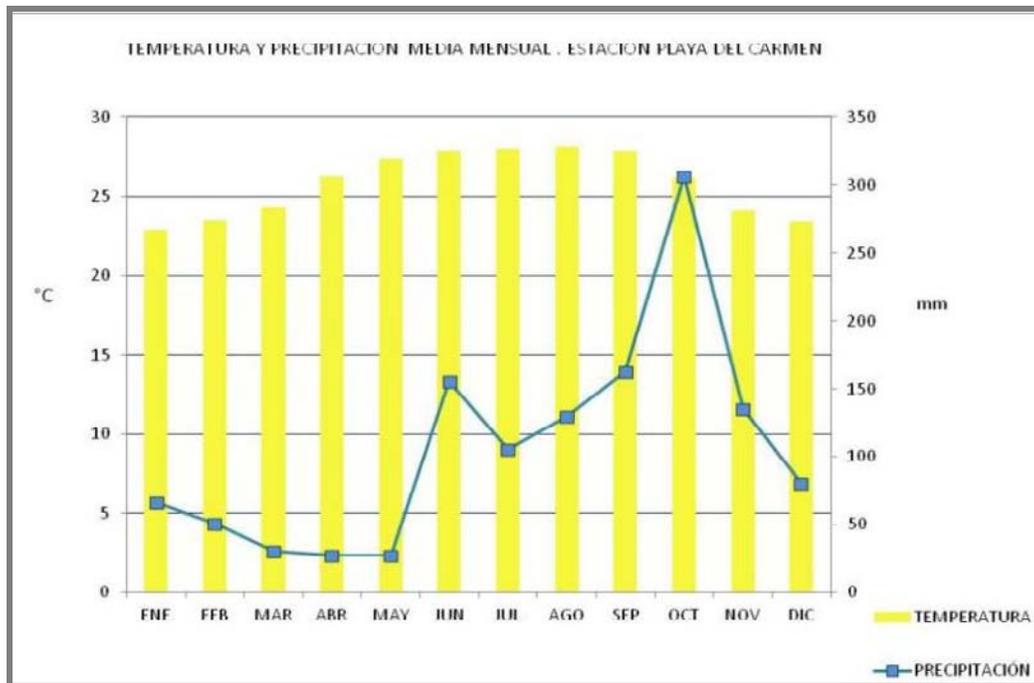


Figura 12. Subtipos climáticos que se presentan en la zona norte del estado de Quintana Roo. Fuente: INEGI.



MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TEMPERATURA	22.89	23.51	24.32	26.22	27.37	27.83	27.97	28.108	27.82	26.18	24.07	23.43
PRECIPITACIÓN	66.5	50.5	30.7	27	27	155.6	105.5	129.6	162.7	306.1	134.9	80.2

Figura 13. Marcha anual de la temperatura y precipitación para la zona de estudio. Fuente: Datos obtenidos por la CNA en la estación meteorológica Playa del Carmen. Precipitación (1981-2010); Temperatura (1998-2011).

También se encuentra presente en este sistema ambiental el clima subtipo Aw2(x'), denominado cálido subhúmedo con lluvias en verano. Este clima, es el más húmedo de los subhúmedos, con precipitación media anual entre 1,500 y 2,000 mm y temperatura media anual entre 26 y 28 °C. El subtipo climático Aw2 se reconoce como el más húmedo de los subhúmedos y dentro del municipio se aprecia como una franja que parte de la porción central hacia el sur de Lázaro Cárdenas. 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.

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 (Figura 14).

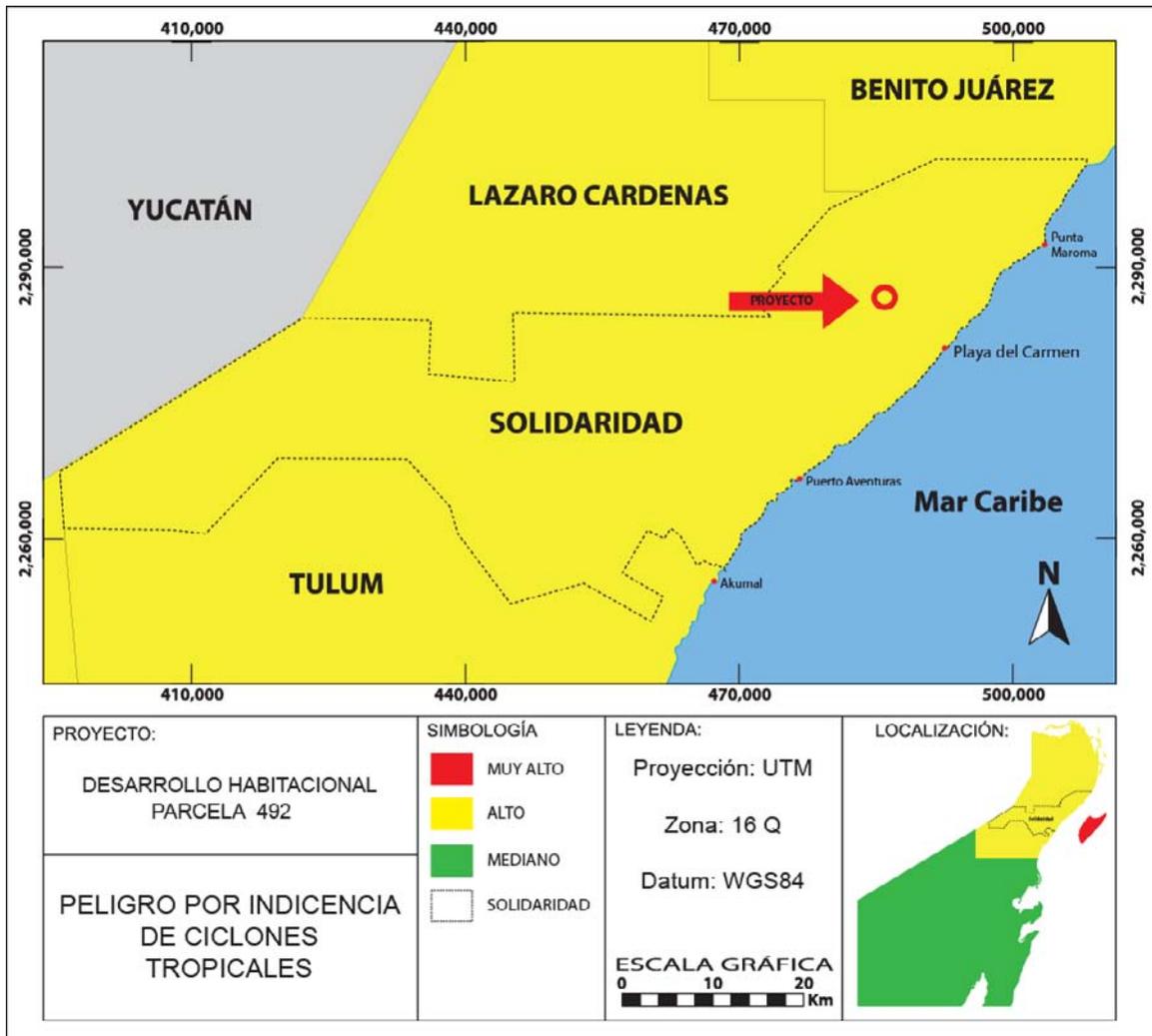


Figura 14. Mapa de peligros por incidencia de ciclones tropicales. Fuente: Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

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

En el cuadro 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 6. Lista de algunos de los huracanes que se han presentado en la región de la Península de Yucatán.

NOMBRE	CATEGORÍA	ESTADOS AFECTADOS	FECHA		VELOCIDAD MÁXIMA VIENTOS (KM/H)
			AÑO	MES	
Ernesto	H1	Sur de Quintana Roo	2012	Agosto	150
Rina	TT	Norte de Quintana Roo	2011	Octubre	120
Paula	H1	Norte de Quintana Roo	2010	Noviembre	160
Ida	H2	Norte de Quintana Roo	2009	Noviembre	160
Dean	H5	Península de Yucatán, Veracruz, 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 son sistemas biofísicos abiertos, dispuestos en capas y compuestos de minerales, materia orgánica y micro-organismos que sirven de soporte para los seres vivos y permiten el crecimiento de las plantas en condiciones naturales. Este sistema intercambia materia y energía con la biósfera, litósfera, atmósfera e hidrósfera; se considera un recurso natural no renovable, con funciones ecológicas, ambientales y culturales. El suelo almacena nutrientes, participa en la liberación moderada de los mismos y suministra otros elementos para el crecimiento de las plantas. Mediante los ciclos biogeoquímicos, los nutrimentos pueden ser transformados a formas disponibles para las plantas y convertirse en biomasa. La producción de biomasa es la función del suelo más estudiada; de manera particular se sabe que ciertos cultivos requieren condiciones especiales para su buen desarrollo y sólo es posible cultivarlos con éxito en

suelos con características particulares. Por el contrario, otros cultivos pueden crecer y desarrollarse en diversos grupos de suelos.

Los suelos tienen la capacidad para filtrar el agua, limpiándola de impurezas mediante las cargas negativas y positivas en sus partículas minerales y orgánicas, protegiendo la calidad del agua, el aire y la biota. De la misma manera, las comunidades microbianas, y la macro-fauna del suelo, pueden transformar los compuestos orgánicos, ya sea por mineralización o por humificación. En el suelo, el tiempo de residencia de los contaminantes es mucho mayor que en el aire y el agua, y el contaminante puede desactivarse por diversas reacciones.

La descripción edafológica del sistema ambiental se elaboró con base en la carta edafológica escala 1:50,000 del INEGI, la cual indica la distribución geográfica de los suelos, clasificados de acuerdo con las descripciones de unidades FAO/UNESCO 1968, modificada por DETENAL en 1970. Así mismo, se tomaron en cuenta las descripciones incluidas en el Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo (INEGI, 2002). La Cuenca Quintana Roo presenta en general suelos poco profundos y en asociaciones de dos o más tipos, donde predominan los litosoles y las rendzinas. Desde el punto de vista edáfico la Cuenca se distingue por la predominancia de los suelos someros y pedregosos, de colores que van del rojo al negro, pasando por diversas tonalidades de café.

Estos suelos muestran, en común, un abundante contenido de fragmentos de roca de 10 y 15 cm de diámetro, tanto en la superficie como en el interior de su perfil, además de que regularmente se ve acompañada de grandes y repetidos afloramientos de la típica coraza calcárea yucateca. Es común hallarlos en pequeñas asociaciones de dos o más tipos de suelos, los que corresponden casi exactamente a la combinación de toposformas que configuran el relieve de cada lugar. En el sistema ambiental están presentes los suelos Litosol y Rendzina que se encuentran interactuando y formando mezclas con predominancia de alguno de ellos.

El Litosol, conocido como suelo de piedra, presenta profundidades menores de 10 cm, y está limitado por la presencia de rocas, tepetate o caliche endurecido, su fragilidad natural y la susceptibilidad a la erosión es muy variable. Son suelos de color café claro a casi negro y por su textura y características presentan fuertes restricciones para su utilización con fines agrícolas, sin embargo, presentan buen drenaje, lo que favorece la infiltración de las aguas pluviales.

Por su parte, las rendzinas son suelos arcillosos y poco profundos –por debajo de los 25 cm- reposando sobre el material calcáreo, con más de 40 % de carbonato de calcio, con un contenido de materia orgánica entre 6 y 15 % y capacidad de intercambio catiónico de 20 a 45 meq/100 g de suelo. Estos presentan fase física (lítica somera), pero no química y tienen buen drenaje. Son moderadamente susceptibles a la erosión. Unidad Litosol (símbolo: I), del griego lithos: piedra; literalmente, suelo de piedra. Son suelos muy delgados, su espesor es menor a 10 cm, y descansa sobre un estrato duro y continuo, tal como roca, tepetate o caliche. Son los suelos más abundantes del país

pues ocupan 22 de cada 100 hectáreas de suelo. Se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación.

En el sistema ambiental definido para el proyecto está dominado por suelo tipo Litosol y al suelo Redzina. Los suelos en este sistema ambiental se caracterizan por ser someros y pedregosos y algunas ocasiones con rocosidad a través del perfil; en el sistema de clasificación taxonómica FAO/ UNESCO, se correlacionan como I + E/2, Litosol y Rendzina de clase textural media respectivamente (Figura 15).

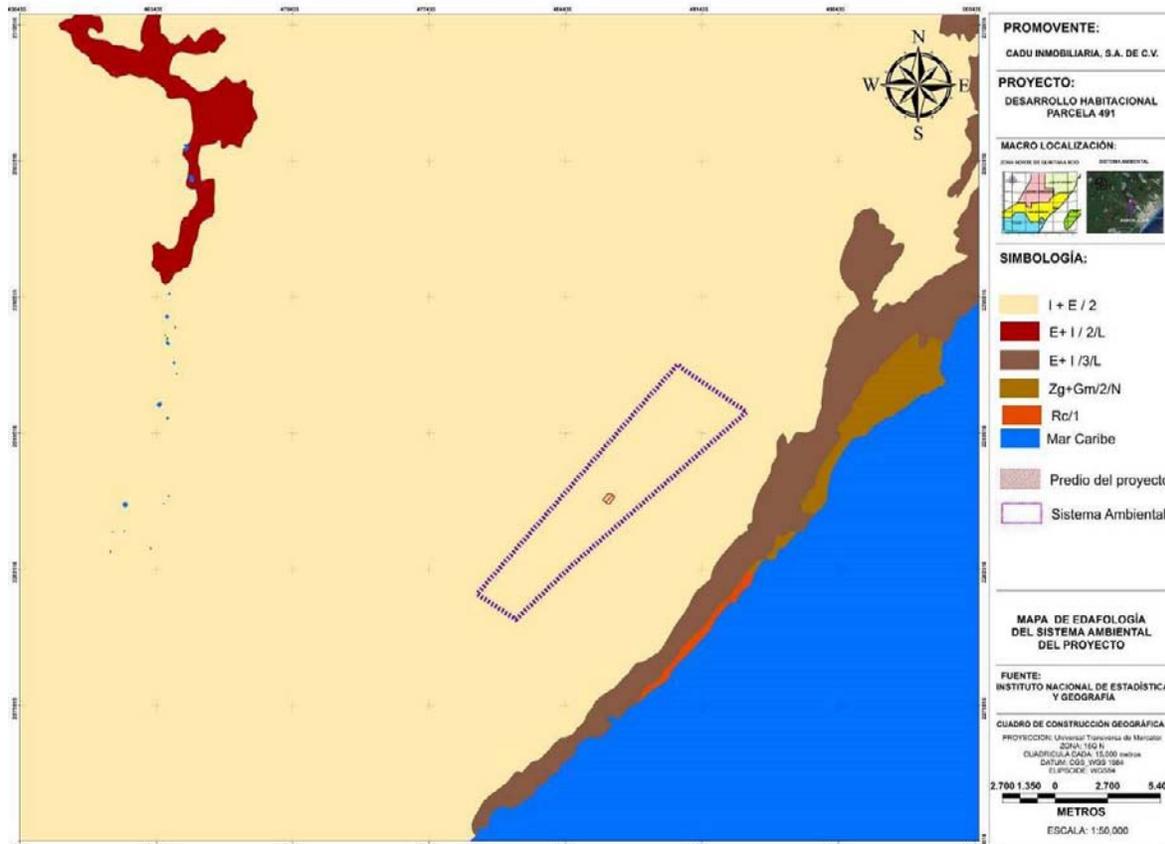


Figura 15. Carta edafológica de INEGI, se observa que el predio tiene originalmente el tipo de suelo Litosol y Rendzina.

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. El desarrollo geomorfológico de esta región se inició sobre el terciario superior, con la emersión de una secuencia carbonatada, que ha estado sujeta a una intensa disolución. Esto dio origen a un terreno rocoso, suavemente ondulado, caracterizado por la existencia de numerosos pozos naturales y cavernas de disolución.

El área se modificó durante el Cuaternario, por la formación de lagunas y áreas pantanosas y por la acumulación y litificación de depósitos eólicos, así como por la construcción resiente de dunas y depósitos de litoral.

La geología estructural como el resto de la Plataforma de Yucatán se encuentra prácticamente sin deformar. Las rocas calcáreas presentan un lechado casi horizontal y forman parte de un gran banco calcáreo que descansa en un basamento metamórfico del paleozoico. De manera más específica y de acuerdo con el INEGI (1984) en su carta geológica escala 1:250,000, en el sistema ambiental donde se localiza la zona del proyecto se encuentran rocas calizas del Terciario Superior Ts(cz).

Las calizas Ts(cz) son una unidad constituida por calizas merocristalinas y espáticas de facies de plataforma, con estratos cuyo espesor se infiere que son medianos y gruesos con un echado que tiende a ser horizontal. Su contenido fosilífero es de foraminíferos de los géneros Peneroplis, Archaias, Cosquinolina, Bolivina y Valvulina, además de gasterópodos, pelecípodos, equinoides, miliólidos, corales, algas y espículas de esponjas. Comprende la mayor parte del área del sitio del proyecto y presenta un relieve de planicie rocosa, ligeramente ondulada con depresiones originadas por disolución.

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.

Las calizas Tpl (cz). Esta unidad carece responder a la parte superior de la formación Carrillo Puerto. La parte inferior de lo expuesto está formada por un cuerpo masivo coquinífero, poco compacto, cubierto por calizas laminares con estratificación cruzada que representan dos buzamientos diferentes con ángulos distintos de inclinación. Estas calizas de texturas ooespatíticas, bioespatíticas y bioesparrudíticas, están formadas por fragmentos de conchas de pelecípodos y gasterópodos y por algunos restos de corales y esponjas.

La parte superior de esta unidad está constituida por calizas de textura de ooespatita, bioespatita y biomicrita, dispuestas en capas delgadas y medianas, de color blanco, con un lechado horizontal, contienen algas verdes, pelecípodos, ostrácodos y hexacorales. Su ambiente de depósito es de plataforma de agua poco profundo y morfológicamente constituye lomeríos de poca elevación paralelos a la línea de costa.



Figura 16. Mapa geológico del Área de Estudio. Fuente: Carta Geológica del INEGI.

IV.2.2.5 Hidrología superficial y subterránea

Hidrología superficial

El área de estudio forma parte de la región hidrológica RH32 Yucatán Norte y la cuenca denominada 32A Quintana Roo que por su potencial aprovechamiento corresponde a un material consolidado con posibilidades altas. De acuerdo con el Estudio hidrológico del Estado de Quintana Roo (INEGI, 2002) en el municipio de Solidaridad se presentan dos condiciones de escurrimiento. El rango menor del 5%, se presenta en casi toda la porción continental, mientras que los coeficientes de escurrimiento más altos (10 a 20%) debido a la presencia de arcillas y limos, se presentan en porciones aisladas cercanas a la línea de costa.

Los cuerpos de agua superficiales más representativos en el territorio del Municipio de Solidaridad se refiere principalmente a afloramientos de agua subterránea alumbrados por procesos naturales de disolución de la roca caliza por efecto del agua de lluvia que se infiltra al subsuelo y erosiona, química y físicamente, la roca formando grutas y cavernas, algunas de las cuales presentan desplomes en su techo formando los

denominados cenotes. El sitio del proyecto se ubica en las áreas con coeficientes de escurrimiento de 0 a 5%.

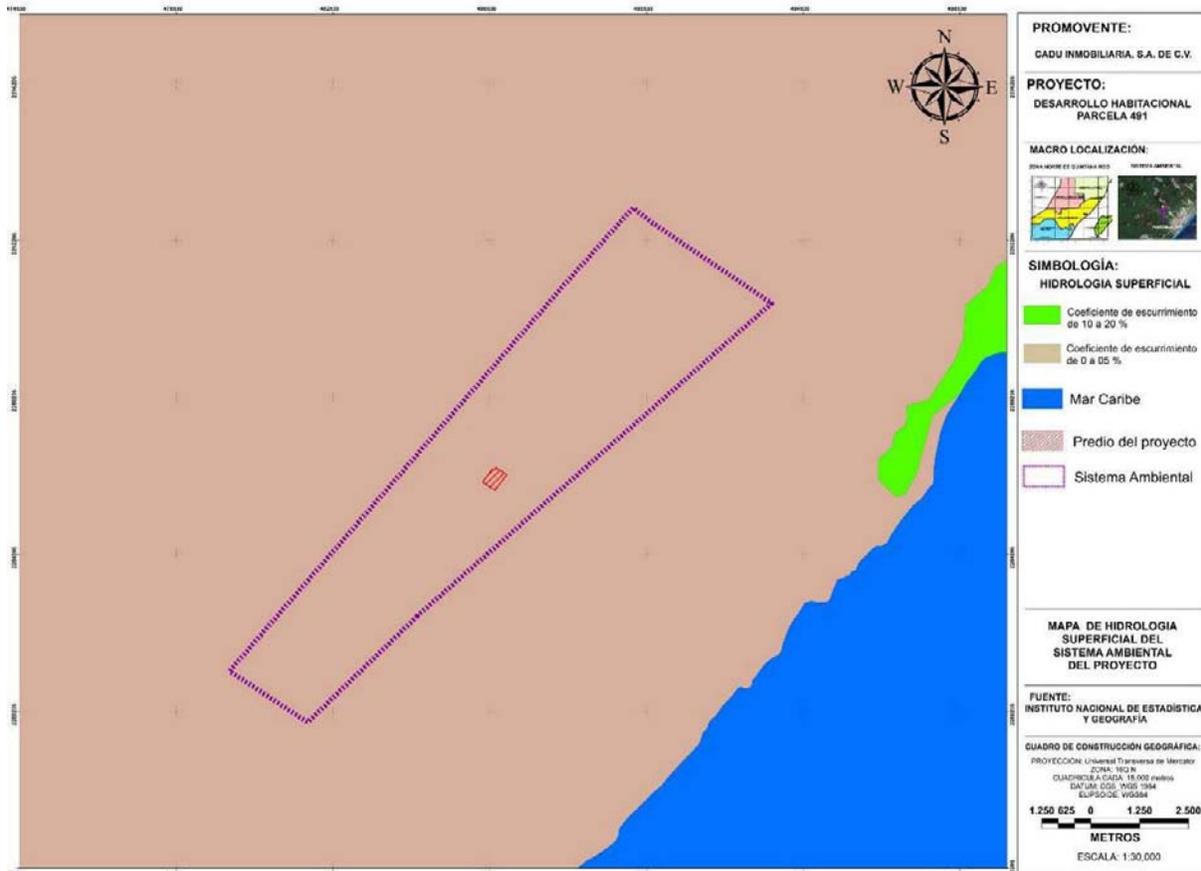


Figura 17. Mapa Hidrológico Superficial del Área de Estudio. Fuente: Carta Hidrológica de Aguas Superficiales del INEGI.

Hidrología subterránea

Con base en la Carta de hidrología subterránea (INEGI, 2002) la zona donde se ubica el predio, así como la mayor parte del Municipio de Solidaridad corresponde una unidad geohidrológica conformada por material consolidado con posibilidades altas de comportarse como un acuífero.

Las zonas que presentan condiciones diferentes se localizan en la angosta franja costera donde se intercalan áreas con material consolidado con posibilidades bajas y áreas compuestas con material no consolidado con posibilidades bajas también. En ambos casos, éstas últimas coinciden con áreas ocupadas por humedales.

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.



Figura 18. Mapa Hidrológico Subterráneo del Área de Estudio. Fuente: Carta Hidrológica de Aguas Superficiales del INEGI.

V.2.2.6 Aire

Las condiciones naturales 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 (y prácticamente en toda la Península de Yucatán) 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 (emisiones de fuentes móviles) 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 5 m/seg y hasta 20 m/seg, lo que se considera 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.

En esta comunidad vegetal predominan los rodales con vegetación secundaria arbórea, en menor proporción se presentan parches con dominancia de plantas arbustivas y herbáceas. En el sotobosque de esta comunidad son comunes las especies de palmas, trepadoras y epifitas.

El sistema ambiental se definió para una superficie total de 5,087.58 hectáreas que rodean el predio y corresponde al área donde se prevén los efectos directos de este proyecto. La Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia (VSA/SMQ) ocupa la mayor parte de este sistema ambiental aportando 4,374.6 hectáreas que representa el 85%, mientras que el 15% restante, está representada por vegetación de selva mediana subperennifolia (712.98 has).

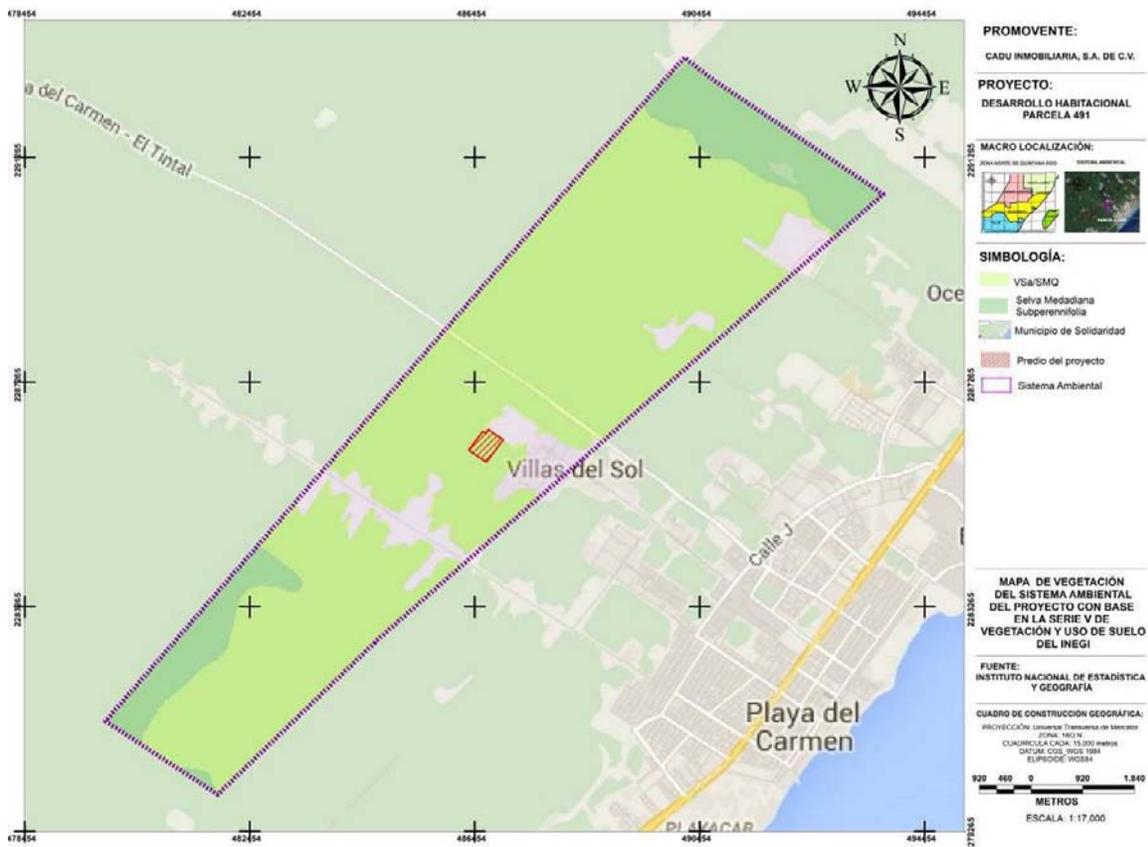


Figura 19. Vegetación y uso del suelo del sistema ambiental de acuerdo con la Carta de uso del suelo y vegetación de INEGI, Serie V.

A continuación se describen de manera general los tipos de vegetación reportados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en su Guía para la Interpretación de Cartografía Uso de Suelo y Vegetación Escala 1:250,000 Serie V, respecto al sistema ambiental definido, donde se ubica el terreno forestal de interés.

Selva Mediana Subperennifolia (SMQ). Se desarrolla en climas cálido-húmedos y subhúmedos, Aw para las porciones más secas, Am para las más húmedas y Cw en menor proporción. Con temperaturas típicas entre 20 y 28 grados centígrados. La precipitación total anual es del orden de 1000 a 1 600 mm. Se le puede localizar entre los 0 a 1300 metros sobre el nivel medio del mar. Ocupa lugares de moderada pendiente, con drenaje superficial más rápido o bien en regiones planas pero ligeramente más secas y con drenaje rápido, como en la Península de Yucatán. El material geológico que sustenta a esta comunidad vegetal son predominantemente rocas cársticas.

Los árboles de esta comunidad, al igual que los de la selva alta perennifolia, tienen contrafuertes y por lo general poseen muchas epífitas y lianas. Los árboles tienen una altura media de 25 a 35 m, alcanzando un diámetro a la altura del pecho menor que los de la selva alta perennifolia aun cuando se trata de las mismas especies. Es posible que esto se deba al tipo de suelo y a la profundidad. En este tipo de selva, se

distinguen tres estratos arbóreos, de 4 a 12 m, de 12 a 22 m y de 22 a 35 m. Formando parte de los estratos (especialmente del bajo y del medio) se encuentran las palmas. Especies importantes: *Lysiloma latisiliquum*, *Brosimum malicastrum* (ox, ramón, capomo), *Bursera simaruba* (chaka', palo mulato, jote, copal), *Manilkara zapota* (ya',zapote, chicozapote), *Lysiloma spp.* (Tsalam, guaje, tepeguaje), *Vitex gaumeri* (ya'axnik), *Bucida buceras* (pukte'), *Alseis yucatanensis* Ua'asché), *Carpodiptera floribunda*. En las riberas de los ríos se nota a *Pachira aquatica* (k'uuyche'). Las epífitas más comunes son algunos helechos y musgos, abundantes orquídeas y bromeliáceas y aráceas.

Vegetación secundaria de las selvas. Comunidades originadas por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original; en otros casos presenta un aspecto y composición florística diferente. Se desarrollan en zonas desmontadas para diferentes usos y en áreas agrícolas abandonadas. En la clasificación de estas comunidades se consideran las siguientes etapas sucesionales secundarias. ARBÓREA (*VSA): se desarrolla después de transcurridos varios años del desmonte original y por lo tanto después de las etapas herbácea y arbustiva. Según la antigüedad se pueden encontrar comunidades de árboles formadas por una sola especie o varias. ARBUSTIVA (*VSA): Fase sucesional secundaria de la vegetación con predominancia de arbustos. Puede ser sustituida o no por una fase arbórea. Con el tiempo puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original. HERBÁCEA (*VSh): Primera fase sucesional secundaria de la vegetación, con predominancia de formas herbáceas. Puede ser sustituida o no por una fase arbustiva. Con el tiempo puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original.

Por lo tanto, dentro del sistema ambiental se distribuyen extensas zonas en donde la vegetación natural de selva (en su nivel más alto), ha sido reemplazada por áreas de vegetación alterada y en distintos grados de recuperación, la cual en la gran mayoría de los casos alcanza alturas entre los 2 y 10 m y en donde sobresalen especies arbóreas solitarias o en conjuntos más diversos de dimensiones de escasas a regulares. La composición florística es semejante a la de una vegetación conservada de selva mediana, solamente que la estructura horizontal y vertical se encuentra completamente modificada. Las causas que afectan a la vegetación son variadas y pueden ser atribuidas a fenómenos naturales como son: el impacto de huracanes y la presencia de actividades humanas. Además de las acciones de uso del suelo con fines agropecuarios, el aprovechamiento furtivo de la madera, el cual se realiza sin ninguna tecnificación, a no ser el empleo de la motosierra para la tumba de los árboles y para su aserrío. Así como el propio desarrollo urbano.

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

Condiciones de la vegetación en el área de influencia.- Las condiciones ambientales predominantes en el área de influencia de este proyecto, corresponde con las características de las zonas urbanas donde por el patrón de crecimiento de la mancha urbana se dejan parches de vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia. En el área de influencia directa de este proyecto predomina la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, en menor proporción la selva mediana subperennifolia. En el área de influencia de este proyecto se identifican áreas urbanizadas, áreas sin vegetación aparente que representan fragmentos que permanecen actualmente sin cobertura vegetal que están ocupadas por: los asentamientos humanos, las carreteras y los caminos de terracería, por lo que corresponde a un ecosistema fragmentado y en continua modificación.

Para obtener datos cuantitativos sobre la vegetación en el sistema ambiental que permitan comparar los valores y características de la vegetación con las del área sujeta a cambio de uso de suelo; se realizaron estimaciones de la flora mediante 3 sitios de muestreo dentro del sistema ambiental cerca del predio en estudio en donde se desarrolla la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, lo anterior con la intención de obtener valores de densidad relativa, frecuencia relativa, dominancia relativa, el valor de importancia y Índice de Shannon-Wiener (riqueza de especies y la distribución de los individuos entre las especies) del sistema ambiental, todo lo anterior para compararlos con los valores obtenidos en el área sujeta a cambio de uso de suelo.

Las unidades de muestreo consistieron en sitios circulares con subunidades concéntricas de 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.

Los sitios de muestreo de que se establecieron en el sistema ambiental que se realizaron se presentan en el siguiente cuadro, donde se expresan sus coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo dentro del sistema ambiental.

Cuadro 7. Coordenadas en UTM de los sitios de muestreo empleados durante el levantamiento de datos en campo en el Sistema Ambiental. Datum WGS-84 México.

Núm. Sitio	Coordenadas geográficas (UTM, GWS-84 16Q)	
	X	Y
4	486046	2285727
5	486256	2286006
6	486479	2286307

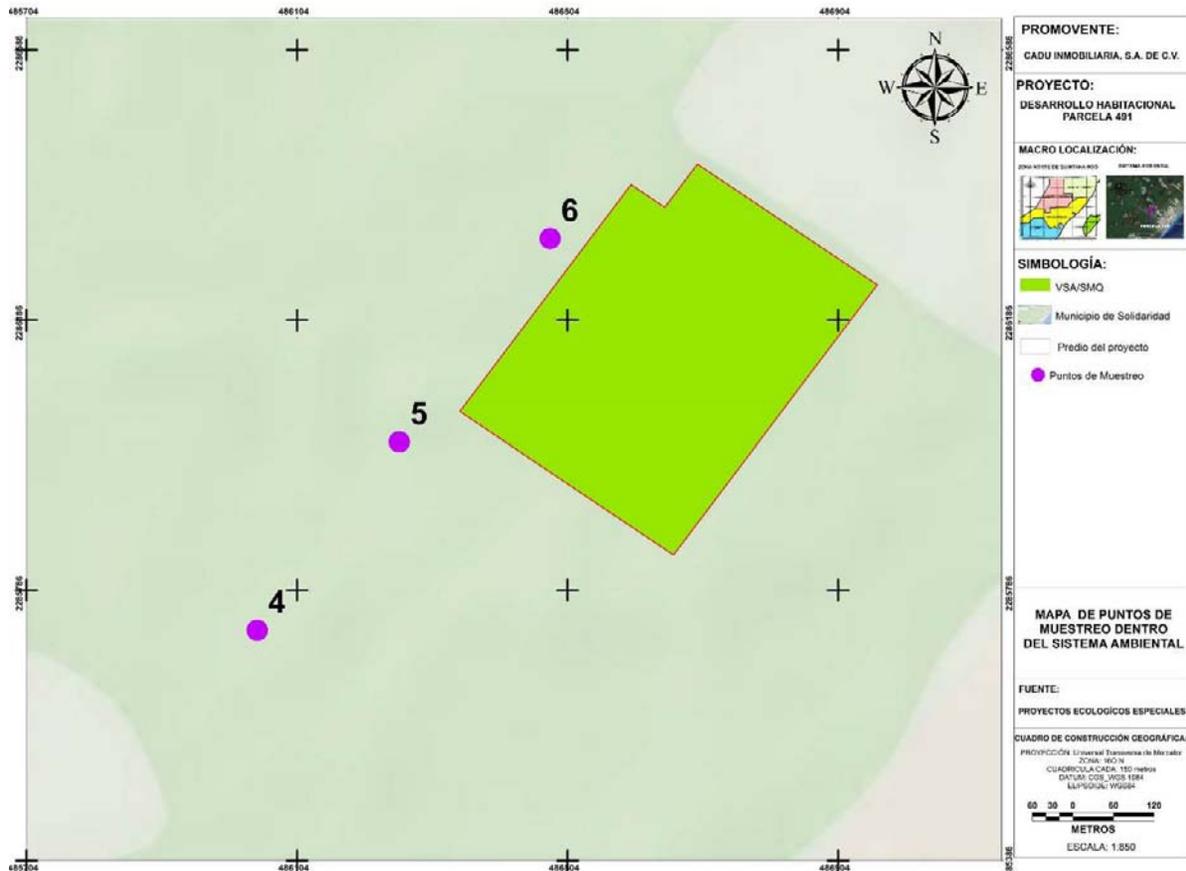


Figura 20. Distribución espacial de los sitios de muestreo para la diversidad de flora en el sistema ambiental.

El listado florístico del sistema ambiental se obtuvo de los recorridos realizados en las distintas partes del sistema ambiental a través de caminatas para identificar las especies de flora y de los sitios de muestreo realizados dentro del mismo, en donde se identificó un elevado número de especies vegetales, y por lo consiguiente una buena riqueza florística, las cuales se pueden observar en el siguiente cuadro.

En total se identificaron 121 especies de vegetación, de las cuales 85 especies son árboles, 15 especies son arbustivas, arborescentes, 10 son herbáceas, 3 palmas y 8 especie rastreras y trepadoras. Estas especies se encuentran agrupadas en 47 familias, de la cual las leguminosas son las más abundantes con 17 especies identificadas.

Cuadro 8. Riqueza florística registrada en el Sistema Ambiental y su correspondiente forma de vida y categoría de protección.

No.	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	PROTECCIÓN
1	ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i>	kulimche	Árbol	Amenazada
2	ANACARDIACEAE	<i>Metopium brownei</i>	Chechem	Árbol	
3	ANACARDIACEAE	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruela monte	Árbol	

No.	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	PROTECCIÓN
4	ANNONACEAE	<i>Mosannonna depressa</i>	Boox elemuy	Árbol	
5	ANNONACEAE	<i>Sapranthus campechianus</i>	Sak elemuy	Árbol	
6	APOCYNACEAE	<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	Árbol	
7	APOCYNACEAE	<i>Plumeria obtusa</i>	Flor de mayo	Arborescente	
8	ARACEAE	<i>Anthurium schlechtendalii</i>	X-boobtun	Epifita	
9	ARACEAE	<i>Syngonium podophyllum</i>		Trepadora	
10	ARALIACEAE	<i>Dendropanax arboreus</i>	Sakchaca	Árbol	
11	ARECACEAE	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Xiat	Palma	
12	ARECACEAE	<i>Sabal japa</i>	Huano	Palma	
13	ARECACEAE	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	Palma	Amenazada
14	BIGNONIACEAE	<i>Cydista potosina</i>	X-k'an lol	Trepadora	
15	BIGNONIACEAE	<i>Stizophyllum riparium</i>	K'an ak'	Trepadora	
16	BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Maculis amarillo	Árbol	Amenazada
17	BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia rosae</i>	Maculis	Árbol	
18	BOMBACACEAE	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Ceiba	Árbol	
19	BORAGINACEAE	<i>Cordia alliodora</i>		Árbol	
20	BORAGINACEAE	<i>Cordia dentata</i>		Árbol	
21	BORAGINACEAE	<i>Cordia dodecandra</i>	Ciricote	Árbol	
22	BORAGINACEAE	<i>Cordia gerascanthus</i>	Bohon	Árbol	
23	BROMELIACEAE	<i>Aechmea bracteata</i>	X-cinta ku'uk	Herbácea	
24	BROMELIACEAE	<i>Bromelia alsodes</i>	Ts'albay	Epifita	
25	BROMELIACEAE	<i>Bromelia karatas</i>	Piñuela	Epifita	
26	BURSERACEAE	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	Árbol	
27	BURSERACEAE	<i>Protium copal</i>	Copal	Árbol	
28	CACTACEAE	<i>Selenicereus testudo</i>		Trepadora	
29	CARICACEAE	<i>Carica papaya</i>	Put ch'lich	Arborescente	
30	COMMELINACEAE	<i>Tradescantia spathacea</i>	Chaktsam	Herbácea	
31	COMPOSITAE	<i>Eupatorium daleoides</i>	Euda	Arbustiva	
32	DIOSCOREACEAE	<i>Dioscorea carionis</i>		Trepadora	
33	EBENACEAE	<i>Diospyros tetrasperma</i>	Siliil	Árbol	
34	EBENACEAE	<i>Diospyros yatesiana</i>	Booxsiliil	Árbol	
35	EBENACEAE	<i>Diospyros yucatanensis</i>	Uchul ché	Árbol	
36	EUPHORBIACEAE	<i>Cnidoscopus chayamansa</i>	Chaya	Arbustiva	
37	EUPHORBIACEAE	<i>Croton niveus</i>		Árbol	
38	EUPHORBIACEAE	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayte	Árbol	
39	EUPHORBIACEAE	<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomolche	Árbol	

No.	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	PROTECCIÓN
40	FABACEAE	<i>Acacia cornigera</i>	Subin	Árbol	
41	FABACEAE	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	Árbol	
42	FABACEAE	<i>Bauhinia jennindsii</i>	Lengua de vaca	Arbustiva	
43	FABACEAE	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitinche	Árbol	
44	FABACEAE	<i>Caesalpinia mollis</i>	Chakté	Árbol	
45	FABACEAE	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Takimche	Árbol	
46	FABACEAE	<i>Diphysa carthagenensis</i>	Ts'u'ts'uk	Árbol	
47	FABACEAE	<i>Erythrina standleyana</i>	Chac chobenche	Árbol	
48	FABACEAE	<i>Gliricidia sepium</i>	Sakyab	Árbol	
49	FABACEAE	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	Árbol	
50	FABACEAE	<i>Lonchocarpus xuul</i>	Xuul	Árbol	
51	FABACEAE	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	Árbol	
52	FABACEAE	<i>Mimosa bahamensis</i>	Sackatsin	Arbustiva	
53	FABACEAE	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	Árbol	
54	FABACEAE	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	Árbol	
55	FABACEAE	<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	Árbol	
56	FABACEAE	<i>Zygia stevensonii</i>	Sist	Arbustiva	
57	GRAMINEAE	<i>Lasiacis divaricata</i>	Siit	Herbácea	
58	HIPPOCRATEACEAE	<i>Hippocratea voluvilis</i>	Hoja dura	Árbol	
59	ICACINACEAE	<i>Ottoschultzia pallida</i>	Uvasche	Árbol	
60	LAMIACEAE	<i>Callicarpa acuminata</i>	Xpukin	Arbustiva	
61	LAMIACEAE	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnik	Árbol	
62	LAURACEAE	<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelillo	Árbol	
63	MALPIGHIACEAE	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Sakpah	Árbol	
64	MALPIGHIACEAE	<i>Malpighia glabra</i>	Huayacte	Árbol	
65	MALVACEAE	<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	Árbol	
66	MALVACEAE	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipán	Arbustiva	
67	MELIACEAE	<i>Trichilia glabra</i>	Chobenche	Árbol	
68	MORACEAE	<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	Árbol	
69	MORACEAE	<i>Ficus maxima</i>	Akum	Árbol	
70	MORACEAE	<i>Ficus obtusifolia</i>	Sak' awaj	Árbol	
71	MORACEAE	<i>Ficus pertusa</i>	Ju'um ch'iich'	Árbol	
72	MYRSINACEAE	<i>Parathesis cubana</i>	Pico paloma	Árbol	
73	MYRTACEAE	<i>Calyptanthus pallens</i>	Chak ni	Árbol	
74	MYRTACEAE	<i>Eugenia axillaris</i>	Euax	Árbol	
75	MYRTACEAE	<i>Eugenia biflora</i>		Árbol	

No.	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	PROTECCIÓN
76	MYRTACEAE	<i>Myrcianthes fragrans</i>	Guayabillo	Árbol	
77	NOLINACEAE	<i>Beaucarnea plianilis</i>	Despeinada	Arborescente	Amenazada
78	NYCTAGINACEAE	<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi	Árbol	
79	ORCHIDACEAE	<i>Catasetum integerrimum</i>	Ch'iit ku'uk	Herbácea	
80	ORCHIDACEAE	<i>Rhyncholaelia digbyana</i>		Herbácea	
81	POLYGONACEAE	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Salkbob	Árbol	
82	POLYGONACEAE	<i>Coccoloba spicata</i>	Bob	Árbol	
83	POLYGONACEAE	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Dzidzilche	Árbol	
84	POLYGONACEAE	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	Sac itsá	Arbustiva	
85	PUTRANJIVACEAE	<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	Árbol	
85	RHAMNACEAE	<i>Colubrina arborescens</i>	Pimientillo	Árbol	
87	RHAMNACEAE	<i>Krugiodendron ferreum</i>	Chintok	Árbol	
88	RUBIACEAE	<i>Guettarda combsii</i>	Tasta'ab	Árbol	
89	RUBIACEAE	<i>Guettarda elliptica</i>	Kibche	Árbol	
90	RUBIACEAE	<i>Psychotria pubescens</i>	X-yax k'anán	Arbustiva	
91	RUBIACEAE	<i>Randia aculeata</i>	Randia	Árbol	
92	RUBIACEAE	<i>Randia longiloba</i>		Árbol	
93	RUTACEAE	<i>Casimiroa tetrameria</i>	Yuy	Árbol	
94	RUTACEAE	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranja che	Árbol	
95	RUTACEAE	<i>Pilocarpus racemosus</i>	Tamkasché	Árbol	
96	RUTACEAE	<i>Psychotria nervosa</i>	Café de monte	Herbácea	
97	RUTACEAE	<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	Sinanche	Árbol	
98	SALICACEAE	<i>Casearia corymbosa</i>	Xi'imché	Árbol	
99	SALICACEAE	<i>Laetia thamnina</i>	Zapote amarillo	Árbol	
100	SALICACEAE	<i>Zuelania guidonia</i>	Tamay	Árbol	
101	SAPINDACEAE	<i>Blomia prisca</i>	Arbol de sol	Árbol	
102	SAPINDACEAE	<i>Cardiospermum halicacabum</i>	P'aak ak'	Trepadora	
103	SAPINDACEAE	<i>Cupania dentata</i>	Cude	Árbol	
104	SAPINDACEAE	<i>Exothea diphylla</i>	Wayam kox	Árbol	
105	SAPINDACEAE	<i>Talisia olivaeformis</i>	Huaya	Árbol	
106	SAPINDACEAE	<i>Thouinia paucidentata</i>	Kanchunup	Árbol	
107	SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Chi' keej	Árbol	
108	SAPOTACEAE	<i>Crysophyllum caimito</i>	Caimito	Árbol	
109	SAPOTACEAE	<i>Dipholis salicifolia</i>	Sapote faisán	Árbol	
110	SAPOTACEAE	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	Árbol	
111	SAPOTACEAE	<i>Mastichodendron</i>	Caracolillo	Árbol	

No.	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	PROTECCIÓN
		<i>foetidissimum</i>			
112	SAPOTACEAE	<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	Árbol	
113	SAPOTACEAE	<i>Pouteria reticulata</i>	Sapotillo	Árbol	
114	SAPOTACEAE	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Chak ya'	Árbol	
115	SIMAROUBACEAE	<i>Picramnia antidesma</i>	K'aanchik'in ché	Arbustiva	
116	SIMAROUBACEAE	<i>Simaruba glauca</i>	Negrito	Árbol	
117	SMILACACEAE	<i>Smilax mollis</i>	Ts'ay keej	Trepadora	
118	ULMACEAE	<i>Trema micrantha</i>	Sak pixoy	Arbustiva	
119	URTICACEAE	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	Árbol	
120	VITACEAE	<i>Cissus gossypifolia</i>	Ta'ab kanil	Trepadora	
121	ZAMIACEAE	<i>Zamia loddigesii</i>	Chac wa	Herbácea	Amenazada

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 plántulas e individuos juveniles que presentaron alturas totales menores de 1 metro, registradas en las unidades de muestreo de 5 m². En total se registraron 13 especies que se localizaron en el estrato de regeneración.

Cuadro 9. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato herbáceo del sistema ambiental.

Especie	Nombre común	No./Ind	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Valor de Importancia Relativa
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	2	11.1	11.1	22.2
<i>Psychotria nervosa</i>	CAFÉ	2	11.1	11.1	22.2
<i>Calyptanthes pallens</i>	CHACNI	1	5.6	5.6	11.1
<i>Diospyros yucatanensis</i>	UCHUL CHÉ	1	5.6	5.6	11.1
<i>Drypetes lateriflora</i>	EKULUB	1	5.6	5.6	11.1
<i>Malmea depressa</i>	ELEMUY	1	5.6	5.6	11.1
<i>Talisia olivaeformis</i>	HUAYA	2	11.1	11.1	22.2
<i>Nectandra coriacea</i>	LAURELILLO	1	5.6	5.6	11.1
<i>Parathesis cubana</i>	PICO PALOMA	1	5.6	5.6	11.1
<i>Simaruba glauca</i>	PASAK	1	5.6	5.6	11.1
<i>Guettarda combsii</i>	TASTAB	1	5.6	5.6	11.1
<i>Malvaviscus arboreus</i>	TULIPAN	3	16.7	16.7	33.3
<i>Dendropanax arboreus</i>	SACCHACA	1	5.6	5.6	11.1
			100.0	100	200

En el cuadro 10, se presentan los valores de importancia relativa (VIR) de las especies del estrato arbustivo que corresponde a arbustos mayores de un metro de altura total y individuos arbóreos juveniles que presentaron diámetros de 3 a 9.9 cm, registradas en las unidades de muestreo de 100 m². En total se registró 26 especies.

De acuerdo con los datos obtenidos, las especies con el valor de importancia relativa más alta son *Coccoloba spicata* (Bob) con 45.9%, *Lonchocarpus rugosus* (Kanasin) con 35.3%, y *Nectandra coriácea* (Laurelillo) con 26.3%.

Cuadro 10. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbustivo del sistema ambiental incluyendo arbustos mayores de 1 metro y árboles juveniles con DN desde 3 cm y hasta 9.9 cm.

Especie	Nombre común	No./Ind	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	Valor de Importancia Relativa
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	19	17.593	6.667	21.68	45.9
<i>Cryosophillum caimito</i>	CAIMITO	1	0.926	2.222	0.29	3.4
<i>Bursera simaruba</i>	CHACAH	5	4.630	6.667	5.20	16.5
<i>Calyptanthes pallens</i>	CHACNI	7	6.481	4.444	3.52	14.4
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	3	2.778	4.444	1.88	9.1
<i>Cupania dentata</i>	CUDE	1	0.926	2.222	0.37	3.5
<i>Diospyros tetrasperma</i>	SILIL	2	1.852	2.222	3.11	7.2
<i>Diospyros yucatanensis</i>	UCHUL CHÉ	3	2.778	4.444	3.27	10.5
<i>Eugenia biflora</i>	EUGENIA	2	1.852	2.222	0.49	4.6
<i>Ficus obtusifolia</i>	SAK' AWAJ	1	0.926	2.222	2.57	5.7
<i>Ficus pertusa</i>	JU'UM CH'IICH'	1	0.926	2.222	0.64	3.8
<i>Platymiscium yucatanum</i>	GRANADILLO	1	0.926	2.222	0.76	3.9
<i>Talisia olivaeformis</i>	HUAYA	1	0.926	2.222	0.46	3.6
<i>Malpighia glabra</i>	HUAYAKTE	4	3.704	4.444	1.80	10.0
<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	1	0.926	2.222	2.08	5.2
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANAZIN	15	13.889	4.444	16.94	35.3
<i>Swartzia cubensis</i>	KATALOX	3	2.778	4.444	2.43	9.6
<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	4	3.704	2.222	2.47	8.4
<i>Nectandra coriacea</i>		15	13.889	4.444	7.94	26.3
<i>Simaruba glauca</i>	PASAK	4	3.704	4.444	4.85	13.0
<i>Colubrina arborescens</i>	PIMIENTILLO	1	0.926	2.222	0.51	3.7
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	TAKINCHE	1	0.926	2.222	2.08	5.2
<i>Zuelania guidonia</i>	TAMAY	1	0.926	11.111	0.64	12.7
<i>Guettarda combsii</i>	TASTAB	5	4.630	6.667	2.02	13.3
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	4	3.704	4.444	5.98	14.1
<i>Dendropanax arboreus</i>	SACCHACA	3	2.778	2.222	6.01	11.0
			100.000	100.000	100.00	300.0

En el cuadro 11, se presenta el valor de importancia relativa del estrato arbóreo que corresponde a individuos que presentaron diámetros mayores a 10 cm de diámetro. En total, en las 3 unidades de muestreo para obtener los valores del sistema ambiental se registró la presencia de 16 especies arbóreas, se puede observar que las especies *Bursera simaruba*, *Dendropanax arboreus*, *Vitex gaumeri* y *Lysiloma latisiliquum* obtuvieron los valores más altos de VIR. Todas ellas características de la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

Cuadro 11. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbóreo del sistema ambiental considerando los individuos con un DN de 10 cm en adelante.

Especie	Nombre común	No./Ind	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	Valor de Importancia Relativa
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	1	1.02	4.00	0.63	5.65
<i>Bursera simaruba</i>	CHACAH	31	31.63	12.00	26.85	70.49
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	1	1.02	4.00	1.40	6.42
<i>Diospyros yucatanensis</i>	UCHULCHE	1	1.02	4.00	0.71	5.73
<i>Ficus obtusifolia</i>	SAK' AWAJ	2	2.04	8.00	2.69	12.73
<i>Ficus pertusa</i>	JU'UM CH'IICH'	2	2.04	4.00	1.42	7.46
<i>Platymiscium yucatanum</i>	GRANADILLO	1	1.02	4.00	0.69	5.72
<i>Piscidia piscipula</i>	JABÍN	1	1.02	4.00	0.80	5.83
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANAZIN	4	4.08	4.00	2.86	10.94
<i>Swartzia cubensis</i>	KATALOX	3	3.06	8.00	2.57	13.63
<i>Simaruba glauca</i>	PASAK	5	5.10	8.00	4.30	17.40
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	TAKINCHE	1	1.02	4.00	1.05	6.07
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TSALAM	8	8.16	12.00	15.54	35.70
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	15	15.31	8.00	14.23	37.54
<i>Dendropanax arboreus</i>	SACCHACA	21	21.43	8.00	23.35	52.78
<i>Gliricidia sepium</i>	SACYAB	1	1.02	4.00	0.91	5.93
			100.00	100.00	100.00	300.0

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

En los cuadros 12, 13 y 14, se presentan los valores de diversidad de especies (Índice de Shannon-Wiener) en los tres estratos de la vegetación de las especies registradas en las unidades de muestreo que corresponden al sistema ambiental. 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.

Los resultados obtenidos en el caso del estrato arbustivo resulto ser el más alto con $H=2.8$, sin embargo para el estrato arbóreo se observa una disminución considerando que el resultado fue de 2.1, el estrato herbáceo obtuvo el valor H de (2.2) que a su vez resulta ser el estrato mejor distribuido.

Cuadro 12. Diversidad (H') y Equidad de las especies del estrato herbáceo.

Nombre científico	Nombre común	No./Ind	pi		(LNpi)
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	2	0.1111	0.244136064	-2.197224577
<i>Psychotria nervosa</i>	CAFÉ	2	0.1111	0.244136064	-2.197224577
<i>Calyptanthes pallens</i>	CHACNI	1	0.0556	0.160576209	-2.890371758
<i>Diospyros yucatanensis</i>	UCHULCHE	1	0.0556	0.160576209	-2.890371758
<i>Drypetes lateriflora</i>	EKULUB	1	0.0556	0.160576209	-2.890371758
<i>Malmea depressa</i>	ELEMUY	1	0.0556	0.160576209	-2.890371758
<i>Talisia olivaeformis</i>	HUAYA	2	0.1111	0.244136064	-2.197224577
<i>Nectandra coriacea</i>	LAURELILLO	1	0.0556	0.160576209	-2.890371758
<i>Parathesis cubana</i>	PICO PALOMA	1	0.0556	0.160576209	-2.890371758
<i>Simaruba glauca</i>	PASAK	1	0.0556	0.160576209	-2.890371758
<i>Guettarda combsii</i>	TASTAB	1	0.0556	0.160576209	-2.890371758
<i>Malvaviscus arboreus</i>	TULIPÁN	3	0.1667	0.298626578	-1.791759469
<i>Dendropanax arboreus</i>	SACCHACA	1	0.0556	0.160576209	-2.890371758
			1.00	2.5	
			H=	2.5	
			Hmax=	2.6	
			Equitabilidad=	0.97	

Cuadro 13. Diversidad (H') y Equidad del estrato arbustivo.

Nombre científico	Nombre común	No./Ind	pi		(LNpi)
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	19	0.1759	0.305705118	-1.737692248
<i>Crysothamnium caimito</i>	CAIMITO	1	0.0093	0.043353067	-4.682131227
<i>Bursera simaruba</i>	CHACAH	5	0.0463	0.14225432	-3.072693315
<i>Calyptanthes pallens</i>	CHACNI	7	0.0648	0.177347662	-2.736221078
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	3	0.0278	0.099542193	-3.583518938
<i>Cupania dentata</i>	CUDE	1	0.0093	0.043353067	-4.682131227
<i>Diospyros tetrasperma</i>	SILIL	2	0.0185	0.073870075	-3.988984047
<i>Diospyros yucatanensis</i>	UCHUL CHÉ	3	0.0278	0.099542193	-3.583518938
<i>Eugenia biflora</i>	EUGENIA	2	0.0185	0.073870075	-3.988984047
<i>Ficus obtusifolia</i>	SAK' AWAJ	1	0.0093	0.043353067	-4.682131227
<i>Ficus pertusa</i>	JU'UM CH'IICH'	1	0.0093	0.043353067	-4.682131227
<i>Platymiscium yucatanum</i>	GRANADILLO	1	0.0093	0.043353067	-4.682131227
<i>Talisia olivaeformis</i>	HUAYA	1	0.0093	0.043353067	-4.682131227

<i>Malpighia glabra</i>	HUAYAKTE	4	0.0370	0.122068032	-3.295836866
<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	1	0.0093	0.043353067	-4.682131227
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANAZIN	15	0.1389	0.27417792	-1.974081026
<i>Swartzia cubensis</i>	KATALOX	3	0.0278	0.099542193	-3.583518938
<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	4	0.0370	0.122068032	-3.295836866
<i>Nectandra coriacea</i>	LAURELILLO	15	0.1389	0.27417792	-1.974081026
<i>Simaruba glauca</i>	PASAK	4	0.0370	0.122068032	-3.295836866
<i>Colubrina arborescens</i>	PIMIENTILLO	1	0.0093	0.043353067	-4.682131227
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	TAKINCHE	1	0.0093	0.043353067	-4.682131227
<i>Zuelania guidonia</i>	TAMAY	1	0.0093	0.043353067	-4.682131227
<i>Guettarda combsii</i>	TASTAB	5	0.0463	0.14225432	-3.072693315
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	4	0.0370	0.122068032	-3.295836866
<i>Dendropanax arboreus</i>	SACCHACA	3	0.0278	0.099542193	-3.583518938
			1.00	2.8	
			H=	2.8	
			Hmax=	3.3	
			Equitabilidad=	0.85	

Cuadro 14. Diversidad (H') y Equidad del Estrato Arbóreo.

ESPECIE	Nombre Común	No./Ind	pi		(LNpi)
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	1	0.0102	0.046785382	-4.584967479
<i>Bursera simaruba</i>	CHACAH	31	0.3163	0.364085597	-1.150980274
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	1	0.0102	0.046785382	-4.584967479
<i>Diospyros yucatanensis</i>	UCHULCHE	1	0.0102	0.046785382	-4.584967479
<i>Ficus obtusifolia</i>	SAK' AWAJ	2	0.0204	0.079424904	-3.891820298
<i>Ficus pertusa</i>	JU'UM CH'IICH'	2	0.0204	0.079424904	-3.891820298
<i>Platymiscium yucatanum</i>	GRANADILLO	1	0.0102	0.046785382	-4.584967479
<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	1	0.0102	0.046785382	-4.584967479
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANAZIN	4	0.0408	0.130558086	-3.198673118
<i>Swartzia cubensis</i>	KATALOX	3	0.0306	0.106725159	-3.48635519
<i>Simaruba glauca</i>	PASAK	5	0.0510	0.151812733	-2.975529566
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	TAKINCHE	1	0.0102	0.046785382	-4.584967479
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TSALAM	8	0.0816	0.20453273	-2.505525937
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	15	0.1531	0.287283257	-1.876917278
<i>Dendropanax arboreus</i>	SACCHACA	21	0.2143	0.330095366	-1.540445041
<i>Gliricidia sepium</i>	SACYAB	1	0.0102	0.046785382	-4.584967479
		98	1.00	2.1	
			H=	2.1	
			Hmax=	2.8	
			Equitabilidad=	0.74	

IV.2.4 Tipos de fauna en el Sistema Ambiental.

El Estado de Quintana Roo, corresponde a la Provincia Biótica Yucatanense de la Región Zoogeográfica Neotropical, que contiene fauna muy diversa, pero todavía mal conocida. La diversidad faunística de la Península de Yucatán, es el resultado de la ubicación geográfica concomitante con las rutas migratorias de gran número de aves; el origen geológico y características cársticas que son la base de la existencia de gran cantidad de fauna troglobítica endémica; los sistemas lagunares costeros y la barrera arrecifal coralina, cuyas características ecosistémicas implican alta diversidad de especies acuáticas, y la variedad de ecosistemas terrestres que albergan gran diversidad de fauna y flora.

El objetivo de este estudio es establecer las bases de conocimiento del tipo de fauna presente en el predio, que permitan diseñar una estrategia de protección a la fauna nativa que actualmente habita o utiliza la zona del predio a desarrollar, de manera que se conserve la biodiversidad de la comunidad de macro vertebrados, mediante técnicas de ahuyentamiento, rescate, rehabilitación y reinserción en ecosistemas que favorezcan su sobrevivencia. Así como para establecer una serie de estrategias que permitan el gradual desmonte y desarrollo del proyecto, de manera que se favorezca el desplazamiento de la macrofauna presente en el predio, desde las áreas que serán desmontadas.

Una fase del trabajo de gabinete que consistió en la revisión bibliográfica sobre estudios realizados en la zona a fin de contar con un listado lo más completo posible. Y una segunda fase correspondiente al trabajo de campo en el cual la metodología empleada para el reconocimiento de los vertebrados terrestres se fundamentó en los trabajos de Acosta-Aburto (2001), Aranda-Sánchez (1981,2000), Day et al. (1980), Gaviño et al. (1979), Manzanilla y Péeffaur (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 (2000), López-Ornat (1990), Mackinnon (1986), NGS (1995), Peterson and Chalif (1993), Reid (1997) y Navarro et al. (1990).

Para el registro de la fauna presente en el área del Sistema ambiental que se ubica en Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, se realizaron jornadas continuas de trabajo de campo para el registro de la fauna, día y noche, a lo largo de 4 días. Diariamente se establecieron dos recorridos tanto diurnos como nocturnos sobre dos transectos en el mes de octubre (días consecutivos), los horarios establecidos fueron de aproximadamente 5 horas, el muestreo faunístico consistió en realizar observaciones de fauna terrestre mediante 2 transectos con diferentes longitudes (ancho del predio) con una amplitud de hasta 10 m a cada lado del transecto con la finalidad de obtener una mayor cobertura en los resultados. Esta amplitud fue mayor donde la vegetación permitió una mayor visibilidad. Las técnicas aplicadas para el muestreo y registro de cada uno de los grupos faunísticos.

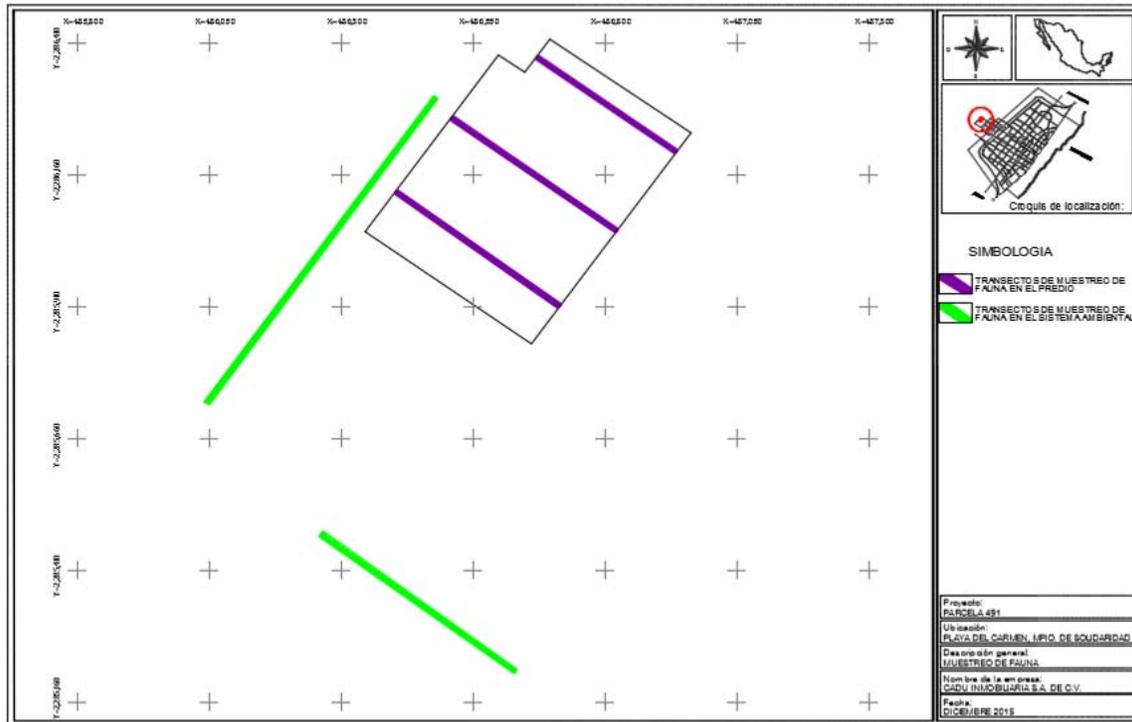


Figura 21. Transectos de muestreo de fauna del sistema ambiental en color verde.

En el área de estudio el análisis de la fauna terrestre se enfocó a los vertebrados que la habitan de manera permanente o temporal para reproducción, refugio o alimentación en alguna época del año, o que se encontraban de paso al momento de los muestreos. La zona estudiada, al encontrarse inmersa en un área urbana, presenta una escasa riqueza de especies de fauna debido a su ahuyentamiento por causa de las actividades humanas.

Para los grupos registrados en este estudio se obtuvo la riqueza específica, definida como el número de especies presentes, así como la cantidad de individuos por especie registrados durante los muestreos. Con esos datos se obtuvieron índices de diversidad, dominancia y equitabilidad. Se calcularon los índices de diversidad de Shannon-Weaver (H') para toda la fauna registrada en el lugar en su conjunto, así como por grupo taxonómico.

Durante los recorridos hechos para la realización de la presente caracterización de fauna, los resultados obtenidos del levantamiento en los recorridos para el grupo de vertebrados terrestres se presenta en el siguiente cuadro. Como se observa, el total de organismos registrados durante los recorridos en campo por medio de las técnicas empleadas suma 39 especies, siendo el grupo de las aves el más abundante con 28 especies.

Cuadro 15. Concentrado de las especies de fauna identificadas en el sistema ambiental

REGISTRO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	REGISTROS DE CAMPO
	Mamíferos	Nombre	Individuos
1	<i>Agouti paca</i>	Tepezcuintle	1
2	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago ciricotero	3
3	<i>Dasiprocta punctata</i>	Sereque	1
4	<i>Nasua narica</i>	Tejón	4
5	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	2
	TOTAL		11
	Aves	Nombre	Individuos
1	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo	1
2	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	2
3	<i>Cardinalis cardinales</i>	Cardenal	2
4	<i>Centurus pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	1
5	<i>Columba flavirostris</i>	Paloma morada	1
6	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita común	4
7	<i>Conopus cinereus</i>	Mosquero	3
8	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	1
9	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	1
10	<i>Cyanocorax morio</i>	Pea	5
11	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	3
12	<i>Dendroica dominica</i>	Chipe garganta amarilla	2
13	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	1
14	<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto corona azul	1
15	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolotito bajeño	1
16	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	2
17	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma	1
18	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frentidorado	3
19	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle	5
20	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Copetón tirano	4
21	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Mosquero	2
22	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	6
23	<i>Passerina ciris</i>	Mariposo	1
24	<i>Piaya cayana</i>	Cuco	1
25	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	2
26	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	3
27	<i>Sporophila torqueola</i>	Dominico	1
28	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	1
	TOTAL		61

	Reptiles	Nombre	Individuos
1	<i>Cnemidophorus angusticeps</i>	Lagartija	2
2	<i>Conophis lineatus</i>	Culebra	1
3	<i>Micrurus diastema</i>	Coralillo	1
4	<i>Vasiliscus vitatus</i>	Toloke	1
5	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris	2
6	<i>Boa constrictor</i>	Boa	1
	TOTAL		8

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 a los alrededores del predio; y por la presencia humana debido a que la zona de estudio se encuentra colindante a sitios habitados. Además, 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 habitan el área en un momento en particular (cf. Manzanilla y Péfaur, 2000).

Así mismo se contara con un 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 su zona aledaña del sistema ambiental.

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

Cuadro 16. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Mamíferos

Registro	Mamíferos	Nombre	D-muestra	Pi	-(pi)(log2pi)	(log2pi)
1	<i>Agouti paca</i>	Tepezcuintle	1	0.090909091	0.314493784	
2	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago ciricotero	3	0.272727273	0.51121885	
3	<i>Dasiprocta punctata</i>	Sereque	1	0.090909091	0.314493784	
4	<i>Nasua narica</i>	Tejón	4	0.363636364	0.530702407	
5	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	2	0.181818182	0.447169385	
	TOTAL		11	1	2.118078209	
				H	2.11	
				HMAX	2.32	
				Equitatividad	0.91	

Cuadro 17. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de las Aves

Registro	Aves	Nombre	D-muestra	Pi	$-(pi)(\log_2 pi)$	$(\log_2 pi)$
1	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo	1	0.016393443	0.097225202	
2	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	2	0.032786885	0.161663519	
3	<i>Cardinales cardinales</i>	Cardenal	2	0.032786885	0.161663519	
4	<i>Centurus pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	1	0.016393443	0.097225202	
5	<i>Columba flavirostris</i>	Paloma morada	1	0.016393443	0.097225202	
6	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita común	4	0.06557377	0.257753268	
7	<i>Conopus cinereus</i>	Mosquero	3	0.049180328	0.213726631	
8	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	1	0.016393443	0.097225202	
9	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	1	0.016393443	0.097225202	
10	<i>Cyanocorax morio</i>	Pea	5	0.081967213	0.295804036	
11	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	3	0.049180328	0.213726631	
12	<i>Dendroica dominica</i>	Chipe garganta amarilla	2	0.032786885	0.161663519	
13	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	1	0.016393443	0.097225202	
14	<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto corona azul	1	0.016393443	0.097225202	
15	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolotito bajoño	1	0.016393443	0.097225202	
16	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	2	0.032786885	0.161663519	
17	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma	1	0.016393443	0.097225202	
18	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frentidorado	3	0.049180328	0.213726631	
19	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle	5	0.081967213	0.295804036	
20	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Copetón tirano	4	0.06557377	0.257753268	
21	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Mosquero	2	0.032786885	0.161663519	
22	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	6	0.098360656	0.329092607	
23	<i>Passerina ciris</i>	Mariposo	1	0.016393443	0.097225202	
24	<i>Piaya cayana</i>	Cuco	1	0.016393443	0.097225202	
25	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	2	0.032786885	0.161663519	
26	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	3	0.049180328	0.213726631	
27	<i>Sporophila torqueola</i>	Dominico	1	0.016393443	0.097225202	
28	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	1	0.016393443	0.097225202	
			61	1	4.525022486	
				H	4.52	
				HMAX	4.81	
				Equitatividad	0.94	

Cuadro 18. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Reptiles

Registro	Reptiles	Nombre	D-muestra	Pi	$-(pi)(\log_2 pi)$	$(\log_2 pi)$
1	<i>Cnemidophorus angusticeps</i>	Lagartija	2	0.25	0.5	
2	<i>Conophis lineatus</i>	Culebra	1	0.125	0.375	
3	<i>Micrurus diastema</i>	Coralillo	1	0.125	0.375	
4	<i>Vasiliscus vitatus</i>	Toloke	1	0.125	0.375	
5	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris	2	0.25	0.5	
6	<i>Boa constrictor</i>	Boa	1	0.125	0.375	
	TOTAL		8	1	2.5	
				H	2.5	
				HMAX	2.58	
				Equitatividad	0.97	

Para el sistema ambiental el grupo de las aves obtuvo el valor H más alto con 4.52 que se considera con una diversidad alta, esto indica que existe una muy buena cantidad de especies de aves en el área de estudio, en tanto que los reptiles y los mamíferos obtuvieron un Índice H de 2.5 y 2.11 en ambos casos considerado bajo. La equitatividad resultó alta en el grupo de los mamíferos, seguido de las aves y por último los reptiles, por lo tanto basado en los resultados se puede reconocer que las aves están mejor representadas en los muestreo del sistema ambiental.

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.

Condiciones del predio.

El área de estudio comprende un predio rústico en breña que colinda al Norte: 320.47 m. con Avenida de las Cigüeñas + 60.09 m con lote 002; al Sur 380.55 m con lote 001, manzana 511; al Este 500.73 m con lote 001, manzana 492; al Oeste 500.73 m en línea discontinua con lote 002. Con clave catastral 108007001491001, con una superficie total de 185,470.35 m², forma parte de la Reserva de crecimiento urbano de la Ciudad de Playa del Carmen. En este estudio se denominará indistintamente como "el sitio de proyecto" o simplemente "el predio".

La vegetación del predio en donde se ubica el proyecto se clasifica como vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia en estado de degradación y corresponde a las reservas de crecimiento de la ciudad de Playa del Carmen, municipio de Solidaridad, Quintana Roo, por lo que se encuentra sometido a una presión humana sobre los recursos naturales y de ocupación originada por la expansión de la mancha urbana de la misma ciudad.

Fines a que está destinado el predio

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, el predio del proyecto se ubica dentro de la Unidad de Gestión Ambiental 11 denominada "Reserva Urbana de Solidaridad" con una política ambiental de aprovechamiento sustentable, la cual permite para el caso del predio de interés, los usos de suelo que establezca el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Playa del Carmen. Y señala que posee una vocación de uso de suelo urbano, es decir, promueve el aprovechamiento del territorio al interior de los centros de población legalmente establecidos, para el desarrollo de proyectos que cumplan con los usos y destinos del suelo en los términos que se indiquen en el Plan o Programa de Desarrollo Urbano vigente y de acuerdo con la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Quintana Roo y la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo. El sitio del proyecto cuenta con un uso de suelo Habitacional H4, Mixto Barrial (MB) y Parque Lineal (PL).

Por su naturaleza, el proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 491" se encuentra clasificado como un Desarrollo Habitacional Urbano y pretende llevar a cabo la construcción de 1,114 unidades habitacionales sobre una superficie de 16.66 hectáreas, con una densidad habitacional de 60 viv/ha. El desarrollo habitacional contemplará viviendas de Interés Social Tipo unifamiliares y multifamiliares cuádruplex de dos recámaras, planteado en dos niveles en lotes tipo de tamaño promedio de 101.50 m², con un frente de 7.00 m por 14.50 m de fondo, y 47.2 m² de construcción en cada vivienda en cada nivel, y contarán con todos los servicios de energía eléctrica, agua potable y drenaje sanitario.

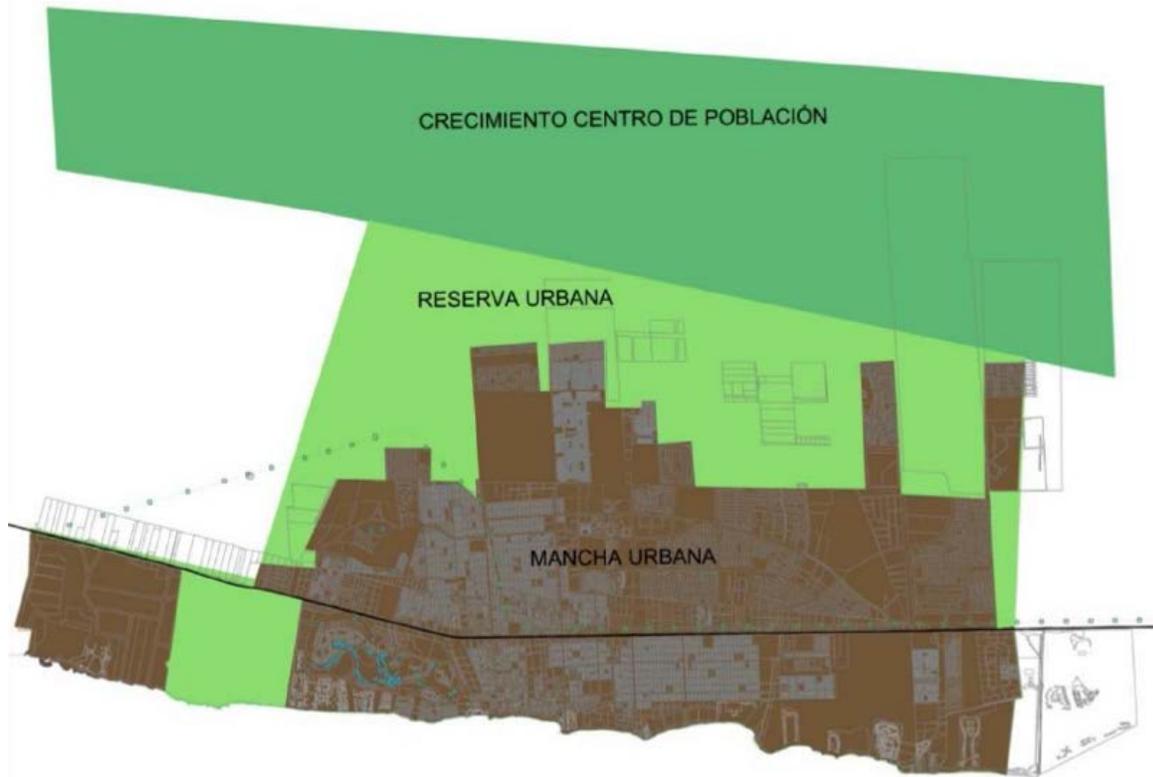


Figura 22. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población playa del Carmen municipio de Solidaridad 2010-2050.

V.1 Clima.

En el sitio del proyecto, de acuerdo con la clasificación climática de Koppen modificado por García (1981), se manifiesta el subtipo climático cálido subhúmedo Aw1(x'), La Ax indica que el clima pertenece al grupo de los climas cálidos, con temperatura media anual mayor a los 26 °C y la del mes más frío mayor a los 18 °C; la w1 lo define como clima subhúmedo con lluvias repartidas en todo el año. La precipitación media anual es de 1,276.3 mm y se concentra principalmente de junio hasta octubre (69.3%).

V.2 Suelo

Los suelos dentro del predio corresponden a la asociación de Rendzinas-Litsoles. Estos suelos someros 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.

De acuerdo con la carta edafológica del INEGI los suelos de este predio corresponden a la asociación I+E/2: Litosoles más Rendzina de clase textural media y en la clasificación maya son conocidos como Tzekel y Kankab. Los suelos de tzekel son negros delgados y pedregosos, se encuentran por lo regular en pequeños lomeríos, los suelos de kankab son rojizos, con poca o nula pedregosidad y se localizan en las planadas y pequeñas rejolladas.

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 Oriente, con una altura promedio de 5 metros sobre el nivel medio del mar (msnm) y relieve ondulado en el que se alternan pequeños lomeríos con pendiente media menor al 5%.

V.4 Hidrografía

El predio forma parte de la región hidrológica RH32 Yucatán Norte y la cuenca denominada 32A Quintana Roo que por su potencial aprovechamiento corresponde a un material consolidado con posibilidades altas. En esta cuenca (32A) no se presentan escurrimientos superficiales debido a la alta permeabilidad del material que constituye el terreno y la elevada evaporación, no existen cuerpos de agua ni afloraciones del manto freático. De acuerdo con las cartas de hidrología superficial y subterránea del INEGI; el terreno forestal se ubica dentro de una zona con material consolidado y posibilidades altas de funcionar como acuífero (hidrología subterránea); y en una zona con coeficiente de escurrimiento de 0 a 5%, lo cual indica que el relieve es plano (hidrología superficial).

V.5 Tipo de vegetación.

V.5.1 Procedimiento para la descripción de la vegetación

El procedimiento para elaborar el Mapa de vegetación de este predio se determinó tomando como referencia el mapa georreferenciado con el polígono del predio proporcionado por la empresa promovente, se lleva a cabo en gabinete un proceso de análisis e interpretación de imágenes aéreas y se obtiene una propuesta preliminar de rodalización de la vegetación a escala del predio.

Mediante comparación de rodalizaciones previas y la verificación de campo, se identificó un solo rodal predominante dentro del predio por lo que luego de realizar las correcciones pertinentes se obtiene el mapa de vegetación final que representa las condiciones y características actuales de la vegetación dentro de los límites de este predio. Los puntos de verificación física y los sitios de muestreo de la vegetación se representan en la figura 23.

Al iniciar el trabajo de campo se realizaron recorridos en los caminos de acceso y brechas para identificar los límites del predio. Luego de la verificación de los vértices extremos del polígono irregular que representa el predio, se procedió a realizar la distribución de los sitios de muestreo y se empezó a elaborar el listado de las especies vegetales presentes en el predio. Durante el estudio de vegetación los sitios de muestreo se ubicaron en campo con la ayuda de un GPS Marca Garmin en coordenadas UTM 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 en fuentes secundarias, la revisión de estudios de vegetación realizados en el norte de Quintana Roo, así como una revisión detallada de la normatividad ambiental vigente aplicable al área de estudio.

Durante el trabajo de campo se obtuvieron fotografías del predio, se realizaron recorridos en brechas y caminos que ya existían en el terreno para verificar los límites de la propiedad, reconocer los tipos de vegetación presentes a partir de sus diferencias fisonómicas y para identificar evidencias de usos y perturbaciones previas 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. Así como el listado reportado para la Península de Yucatán (Sosa, *et al.* 1985).

Los datos necesarios para la caracterización de la vegetación en el predio se obtuvieron del muestreo de las plantas presentes en 5 sitios de muestreo, distribuidos de manera sistemática con distancias de aproximadamente 200 y 180 metros entre filas e hileras, en puntos previamente identificados dentro de este predio.

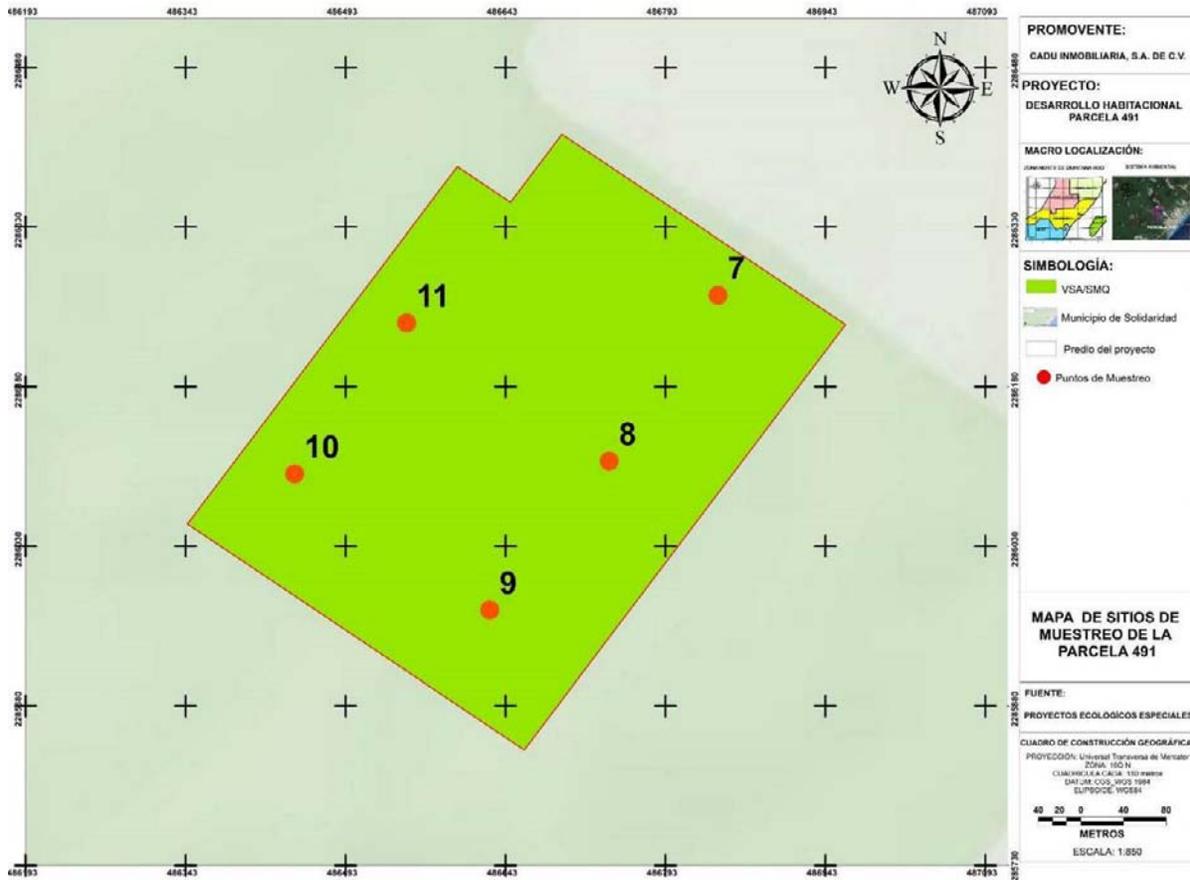


Figura 23. Ubicación de los sitios de muestreo y recorridos de verificación física.

V.5.2 Forma y tamaño de las unidades de muestreo.

Para calcular la densidad relativa, frecuencia relativa, dominancia relativa, el valor de importancia e índice de diversidad de Shannon–Wiener para el predio se utilizaron los datos obtenidos en 3 sitios de muestreo en donde se registran individuos de los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo. Dichos cálculos corresponden a la superficie de cambio de uso de suelo. El tamaño de cada unidad de muestreo consistió en una unidad circular 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. 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 m2 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).

Los sitios de muestreo de este predio que se seleccionaron para realizar el análisis comparativo de: valor de importancia, diversidad y riqueza, entre la superficie propuesta de CUSTF y el sistema ambiental, como se ha mencionado se realizó en 3 sitios. En el cuadro 20, se presentan las coordenadas de ubicación de dichos sitios de muestreo.

Cuadro 20. Coordenadas en UTM de los sitios de muestreo empleados durante el levantamiento de datos en campo dentro del predio. Datum WGS-84 México.

Núm. Sitio	Coordenadas geográficas (UTM, GWS-84 16Q)	
	X	Y
7	486843	2286266
9	486629	2285970
11	486551	2286240

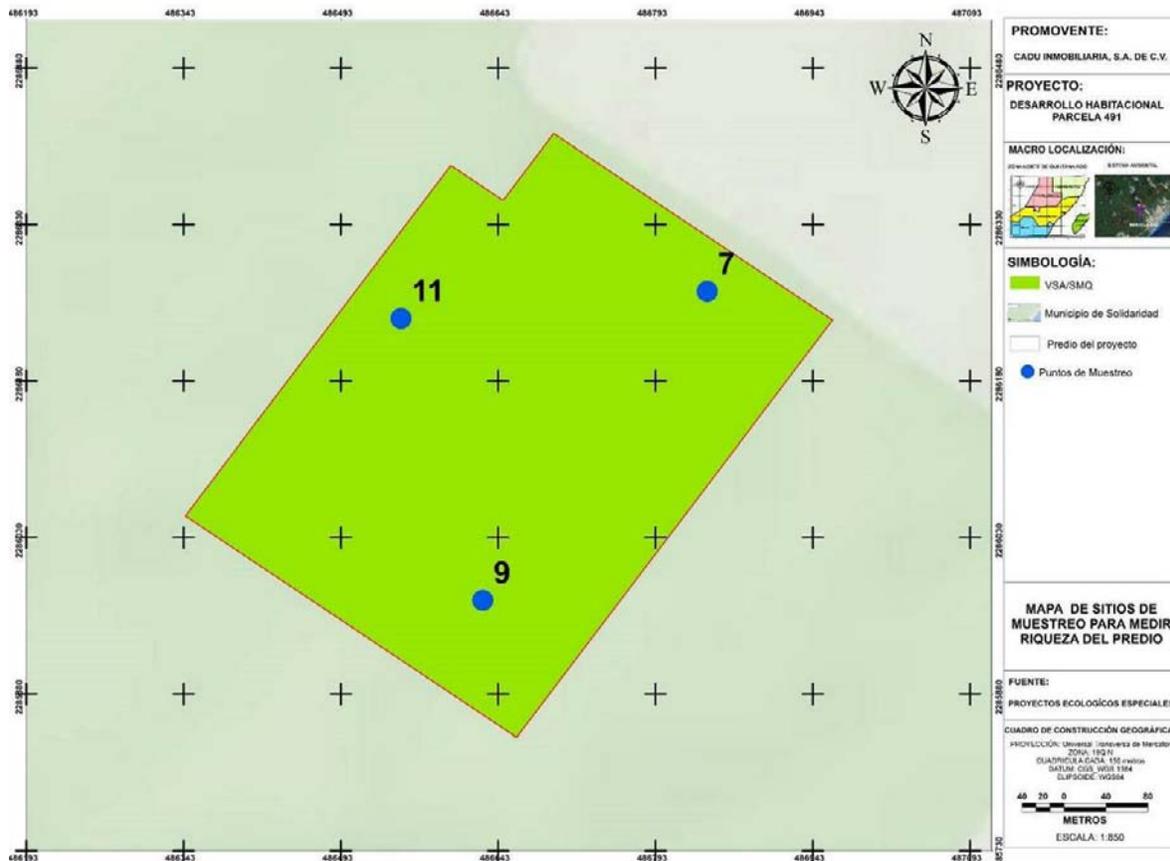


Figura 24. Distribución de las 3 unidades de muestreo para evaluar la diversidad florística dentro del predio.

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 = logS y log₂S

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

V.5.3 Descripción fisonómica de la vegetación identificada.

El predio estudiado se encuentra cerca de las áreas urbanizadas; por lo que, este tipo de vegetación carece de volúmenes aprovechables de madera con fines comerciales, pero puede contener recursos forestales no maderables, actualmente la mayor parte de

este predio, se encuentra afectado principalmente por el desarrollo de viviendas y obras de infraestructura urbana en construcción de la ciudad de Playa del Carmen.

La vegetación forestal que se encuentra presente corresponde a vegetación secundaria arbórea de Selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ), cubriendo toda la superficie del predio, con evidencias de perturbaciones de tipo antropogénica; salvo la existencia de árboles muertos en pie o derribados, aunque muy escasos; y otros más caídos vivos, lo cual es señal de perturbaciones ocurridas por fuertes vientos, derivados principalmente por la incidencia de huracanes en la zona (en los planos anexos se presenta el plano de vegetación del predio).

La comunidad que integra la cobertura vegetal del predio, presenta una composición florística joven, en donde algunos árboles adultos sobresalen del dosel, existiendo espacios para la entrada de luz, que es necesaria para el adecuado desarrollo de las plántulas durante el proceso de regeneración natural de la vegetación. A nivel del suelo es evidente la materia orgánica en descomposición, originada por el proceso de regeneración vegetativa (ramas, hojas, etc.) de las distintas especies que se encuentran presentes; así mismo, se pueden observar bejucos, lianas y bromelias creciendo en el follaje de la vegetación.

Los individuos arbóreos generalmente presentan contrafuertes en la base de los troncos, siendo esta, una característica peculiar de las selvas en la Península de Yucatán, ya que les permite alcanzar grandes alturas en suelos poco profundos. En el predio existe una gran cantidad de especies forestales como *Piscidia piscipula*, *Lonchocarpus rugosus*, *Swartzia cubensis*, *Caesalpinia yucatanensis*, *Lysiloma latisiliquum*, *Vitex gaumeri*, *Dendropanax arboreus*, *Ficus máxima*, *Ficus cotinifolia*, *Coccoloba spicata*, *Bursera simaruba*, *Metopium brownei*, *Diospyros cuneata*, *Ficus obtusifolia*, *Ficus pertusa* entre otras especies.

V.5.4 Estructura de la vegetación secundaria en el predio

La selva en estado natural está compuesta de una variedad generalmente alta de especies forestales arbóreas, arbustivas y aun herbáceas. En el predio se pueden distinguir tres estratos, cuyo orden de importancia por masa forestal, señala que el estrato arbóreo es el más importante y evidente, seguido del estrato arbustivo con arbustos y árboles de rápido crecimiento que se mezcla con el estrato arbóreo en algunas zonas; y por último tenemos el estrato herbáceo bien representado, debido a los espacios que existen para su crecimiento, aunque existe la competencia del espacio y la luz que ocurre en los niveles superiores del dosel.

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 en el siguiente orden;

• **Estrato arbóreo.** Los resultados del inventario forestal al interior del predio; arrojan un diámetro promedio de 13.1 cm para las especies que componen éste estrato, siendo el diámetro mayor registrado con un individuo de 25.2 cm correspondiente a la especie *Lysiloma latisiliquum* (*Tsalam*) por lo que fue el único individuo existente mayor a 25 cm de diámetro, en tanto que el diámetro menor fue de 10 cm correspondiente a las especies de *Bursera simaruba* (chacah) y *Metopium brownei* (Chechem negro), los individuos que integran este estrato presentan un follaje reducido por lo que el dosel generalmente no se encuentra completamente cerrado. La altura promedio que se encontró del arbolado es de 7.1 metros, siendo la altura máxima registrada en los sitios de muestreo de 11 metros correspondiente a dos individuos como el Álamo y Chechem negro; mientras que la altura menor registrada fue de 4.5 metros correspondiente a un individuo de la especie *Dendropanax arboreus*, en este estrato se encontraron aproximadamente 580 individuos por hectárea con un área basal de 8.3 m²/ha. Entre las especies más representativas de éste estrato destacan *Lysiloma latisiliquum*, *Bursera simaruba*, *Dendropanax arboreus*, *Lonchocarpus rugosus*, *Vitex gaumeri* y *Ficus cotinifolia*.

• **Estrato arbustivo.** Éste estrato se encuentra compuesto por individuos jóvenes de las distintas especies que componen la vegetación, donde la mayoría presentan diámetros menores a 10 cm, aunque ninguna rebasa dicho diámetro. Se trata de individuos jóvenes delgados algunos de rápido crecimiento que se encuentran entremezclados con los individuos arbóreos distribuidos de manera dispersa en el predio; por lo que éste estrato se encuentra en su entorno natural dominando por el estrato arbustivo.

Se puede observar que la altura promedio es de 5.4 metros, siendo la altura máxima registrada de 7.5 m correspondiente a dos especies de *Lonchocarpus rugosus* y *Dendropanax arboreus*; y la altura mínima de 3.5 m perteneciente a las especies *Bursera simaruba*, *Coccoloba spicata*, *Diospyros cuneata* y *Diospyros verae-crucis*, la mayor parte de los individuos su desarrollo se encuentra entre los 4 a 6 metros de altura, se encontró un total aproximado de 3,933 individuos por hectárea con un área basal de 9.7 m²/ha. Entre las especies con más valor de importancia se encuentran *Lonchocarpus rugosus*, *Nectandra coriácea*, *Bursera simaruba*, *Dendropanax arboreus* y *Coccoloba spicata*.

• **Estrato herbáceo.** Se trata del estrato mejor representado compuesto generalmente por un alto número de individuos con aproximadamente 9,333 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 promedio de éste estrato no va más allá de un metro. Entre las especies con mayor importancia se encuentran en estadio herbáceo tenemos a *Coccoloba spicata*, *Psychotria nervosa*, *Eupatorium daleoides*, *Hippocratea celestroides*, *Sabay yapa*, *Nectandra coriácea*, *Parathesis cubana*, *Malvaviscus arboreus*, *Casearia corymbosa* entre otras especies.

Por lo que a continuación se presenta en el siguiente cuadro las características de las variables dasométricas de la vegetación localizada en el predio.

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	9333	3933	580
Individuos/Muestreo	14	118	87
Altura máxima (m)	0.9	7.5	11
Altura promedio (m)	0.5	5.4	7.1
DAP promedio (cm)	---	5.3	13.1
DAP máximo (cm)	---	9.9	25.2
AB m2/ha		9.7	8.3

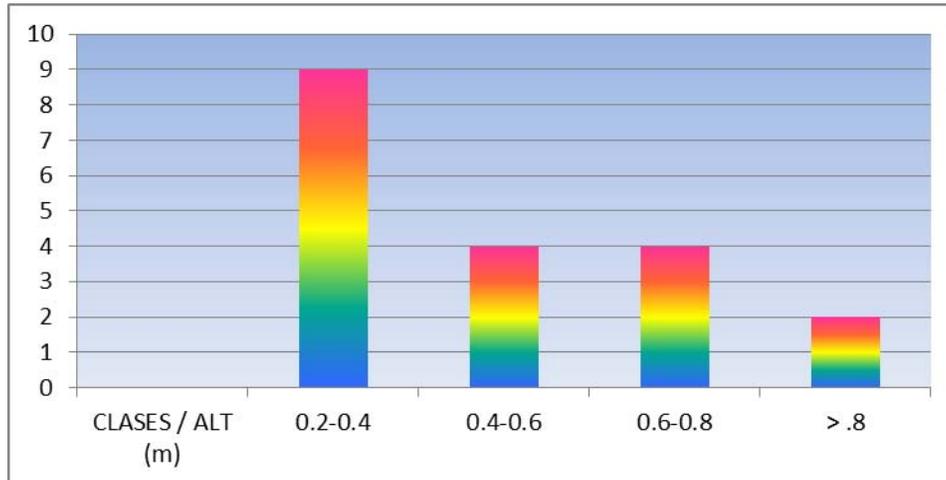


Figura 25. Distribución de la altura en el estrato herbáceo

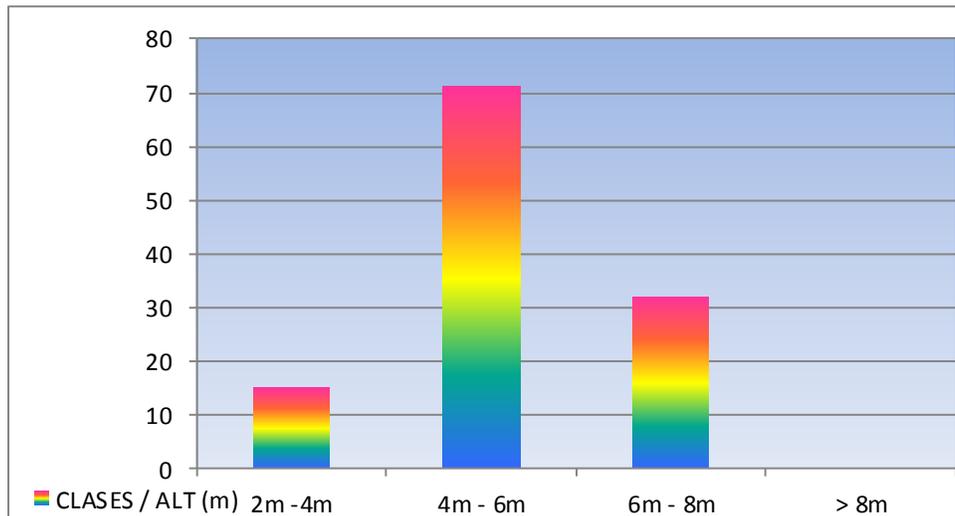


Figura 26. Distribución de la altura en el estrato arbustivo

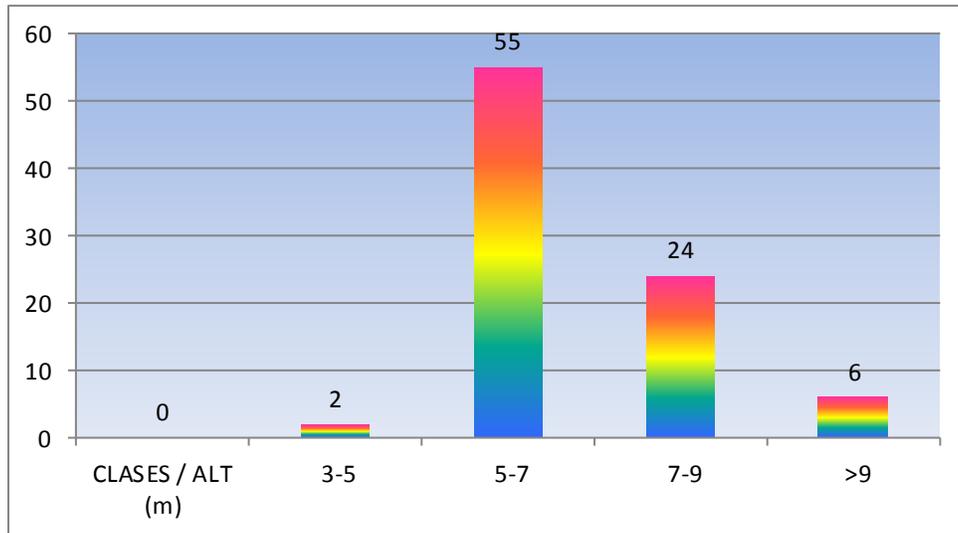


Figura 27. Distribución de la altura en el estrato arbóreo

Estimación del Área basal

Se estima que existen 18.15 m²/ha de área basal, de los cuales 9.85 m²/ha corresponde a los individuos con diámetros de 3 cm a 10 cm, por lo que se considera que el estrato de incorporación contribuye con el 54.26 % del ab/ha; mientras que las clases diamétricas de 10 cm de diámetro en adelante se reparten el área basal contribuyendo con el 45.74%. Al graficar la distribución del área basal de acuerdo a las diferentes clases diamétricas identificadas para el presente estudio, se observa que la mayoría del área basal por hectárea se concentra sobre individuos jóvenes (de 3-15 cm de diámetro). Esto nos indica que se trata de una comunidad joven compuesta por individuos con tallos delgados en franco desarrollo. Figura 28.

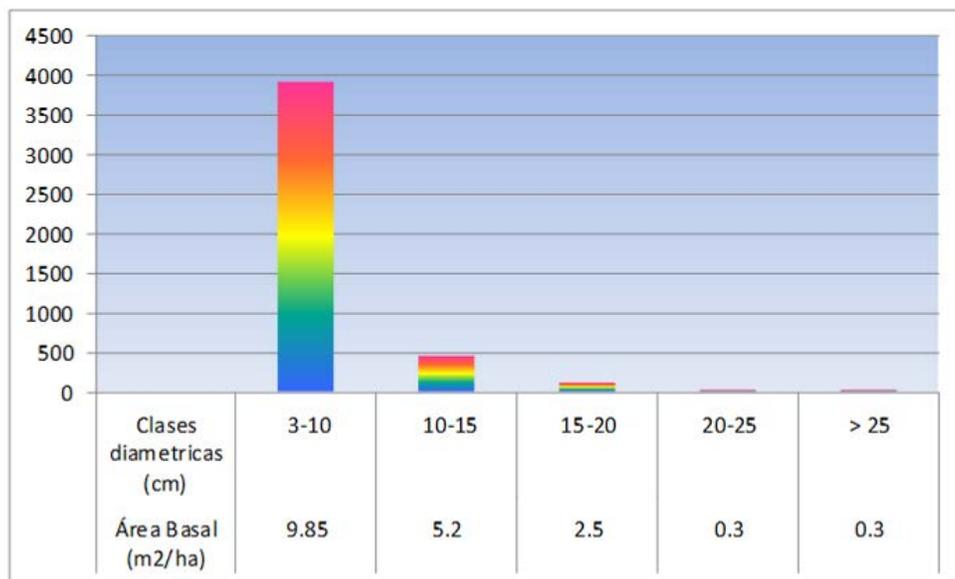


Figura 28. Distribución del área basal por hectárea de acuerdo a las diferentes clases diamétricas

Para la distribución de la vegetación en el predio se representa el mapa de vegetación para determinar 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 el ecosistema de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

En el cuadro 22 y figura 29 del plano de la vegetación actual del predio se representa la distribución y las superficies que ocupan las comunidades vegetales, la vegetación arbórea ocupa el 95.41% 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 arbórea de selva mediana subperennifolia	176,958.92	17.69	95.41
Vegetación secundaria herbácea de selva mediana subperennifolia	8,511.42	0.85	4.59
TOTAL	185,470.35	18.54	100

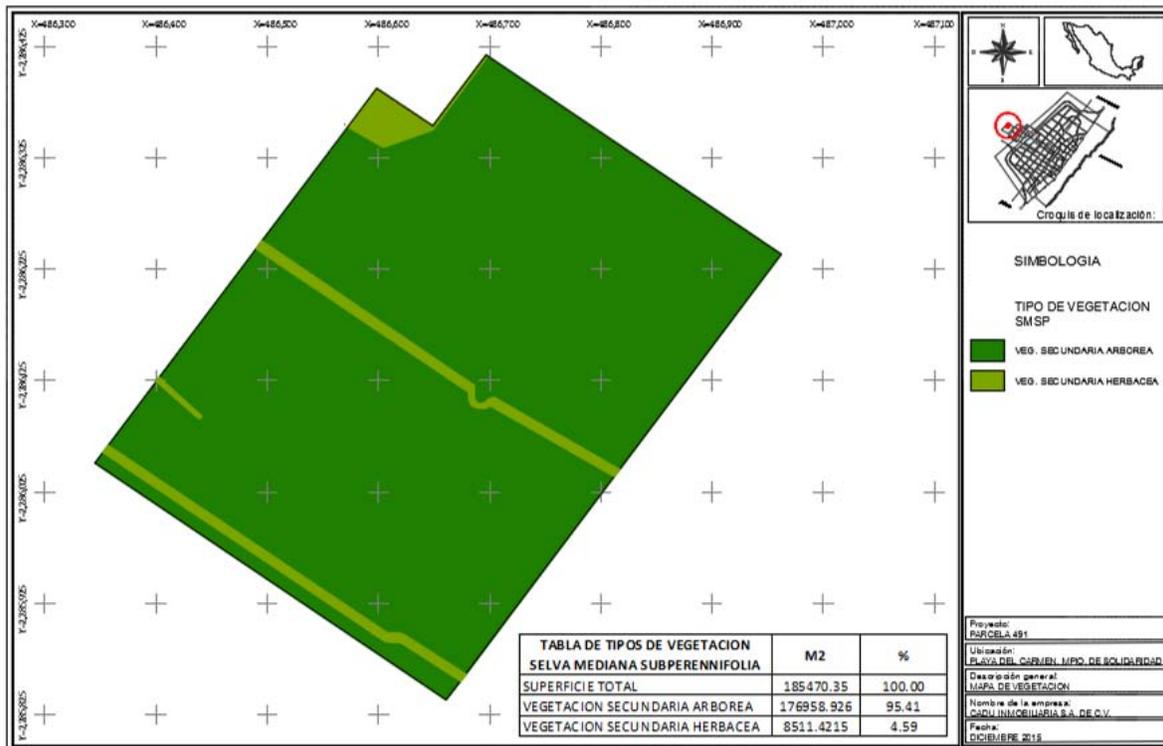


Figura 29. Distribución espacial de las condiciones de la vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subperennifolia.

V.5.5 Composición de especies

Para conocer la cobertura vegetal y las especies que se distribuyen en el área de interés, se realizaron recorridos por todo el terreno. Durante los recorridos de campo realizando registro y con base en el apoyo bibliográfico y el conocimiento previo de personal conocedor de la vegetación forestal, se registraron las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas observadas directamente, con el fin de conformar un listado florístico de la vegetación que interactúa con el predio.

La vegetación al interior del predio alcanza una riqueza de 86 especies, de las cuales 63 especies son árboles, 9 especies son arborescentes y arbustivas, 6 son herbáceas, 4 especies son rastreras y trepadoras, 2 son palmas y 2 son epifitas, no se registró especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

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 44 Familias, de las cuales las leguminosas (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.

No.	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	PROTECCIÓN
1	ANACARDIACEAE	<i>Metopium brownei</i>	Chechem	Árbol	
2	ANNONACEAE	<i>Mosannonna depressa</i>	Boox elemuy	Árbol	
3	ANNONACEAE	<i>Sapranthus campechianus</i>	Sak elemuy	Árbol	
4	APOCYNACEAE	<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	Árbol	
5	ARACEAE	<i>Anthurium schlechtendalii</i>	X-boobtun	Epífita	
6	ARALIACEAE	<i>Dendropanax arboreus</i>	Sakchaca	Árbol	
7	ARECACEAE	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Xiat	Palma	
8	ARECACEAE	<i>Sabal japa</i>	Huano	Palma	
9	ASTERACEAE	<i>Pluchea odorata</i>	Santa María	Arbusto	
10	ASTERACEAE	<i>Eupatorium daleoides</i>		Arbusto	
11	BIGNONIACEAE	<i>Cydista potosina</i>	X-k'an lol	Trepadora	
12	BORAGINACEAE	<i>Cordia gerascanthus</i>	Bohon	Árbol	
13	BORAGINACEAE	<i>Cordia dodecandra</i>	Ciricote	Árbol	
14	BROMELIACEAE	<i>Bromelia alsodes</i>	Ts'albay	Herbácea	
15	BROMELIACEAE	<i>Aechmea bracteata</i>	X-cinta ku'uk	Epífita	
16	BURSERACEAE	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	Árbol	
17	CARICACEAE	<i>Carica papaya</i>	Put ch'iich	Arborescente	
18	CELASTRACEAE	<i>Hippocratea voluvilis</i>	Hoja dura	Árbol	

No.	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	PROTECCIÓN
19	CLUSIACEAE	<i>Clusia flava</i>	Chunup	Árbol	
20	COMMELINACEAE	<i>Tradescantia spathacea</i>	Agave morado	Herbácea	
21	EBENACEAE	<i>Diospyros tetrasperma</i>	Siliil	Árbol	
22	EBENACEAE	<i>Diospyros yucatanensis</i>	Uchul ché	Árbol	
23	EUPHORBIACEAE	<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomolche	Árbol	
24	EUPHORBIACEAE	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayte	Árbol	
25	EUPHORBIACEAE	<i>Croton niveus</i>		Árbol	
26	FABACEAE	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	Árbol	
27	FABACEAE	<i>Bauhinia jennindsii</i>	Lengua de vaca	Arbustiva	
28	FABACEAE	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitinche	Árbol	
29	FABACEAE	<i>Caesalpinia mollis</i>	Chakté	Árbol	
30	FABACEAE	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Takimche	Árbol	
31	FABACEAE	<i>Diphysa carthagenensis</i>	Ts'u'ts'uk	Árbol	
32	FABACEAE	<i>Gliricidia sepium</i>	Sakyab	Árbol	
33	FABACEAE	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	Árbol	
34	FABACEAE	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	Árbol	
35	FABACEAE	<i>Zygia stevensonii</i>	Kakawche	Arbustiva	
36	FABACEAE	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	Árbol	
37	FABACEAE	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	Árbol	
38	FABACEAE	<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	Árbol	
39	ICACINACEAE	<i>Ottoschultzia pallida</i>	Uvasche	Árbol	
40	LAMIACEAE	<i>Calicarpa acuminata</i>	Xpukim	Arbustiva	
41	LAMIACEAE	<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik	Árbol	
42	LAURACEAE	<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelillo	Árbol	
43	MALPIGHIACEAE	<i>Malpighia glabra</i>	Huayacte	Árbol	
44	MALVACEAE	<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	Árbol	
45	MALVACEAE	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipán	Arbustiva	
46	MELIACEAE	<i>Trichilia glabra</i>	Chobenche	Árbol	
47	MORACEAE	<i>Ficus maxima</i>	Akum	Árbol	
48	MORACEAE	<i>Ficus cotinifolia</i>	Álamo	Árbol	
49	MORACEAE	<i>Ficus obtusifolia</i>	Sak' awaj	Árbol	
50	MORACEAE	<i>Ficus pertusa</i>	Ju'um ch'iich'	Árbol	
51	MYRTACEAE	<i>Calyptanthus pallens</i>	Chak ni	Árbol	
52	MYRTACEAE	<i>Eugenia axillaris</i>		Árbol	
53	NYCTAGINACEAE	<i>Neea psichotrioides</i>	Tatsi	Árbol	

No.	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	PROTECCIÓN
54	ORCHIDACEAE	<i>Oceoclades maculata</i>		Herbácea	
55	PICRAMNIACEAE	<i>Picramnia antidesma</i>	Kaan kin che	Arbustiva	
56	POACEAE	<i>Lasiacis divaricata</i>	Siit	Herbácea	
57	POLYGONACEAE	<i>Coccoloba spicata</i>	Bob	Árbol	
58	POLYGONACEAE	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Salkbob	Árbol	
59	POLYGONACEAE	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'ts'ilché	Árbol	
60	PRIMULACEAE	<i>Parathesis cubana</i>	Pico de paloma	Árbol	
61	PUTRANJIVACEAE	<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	Árbol	
62	RHAMNACEAE	<i>Krugiodendron ferreum</i>	Chintok	Árbol	
63	RUBIACEAE	<i>Randia aculeata</i>	Randia	Árbol	
64	RUBIACEAE	<i>Guettarda combsii</i>	Tasta'ab	Árbol	
65	RUBIACEAE	<i>Psychotria pubescens</i>	X-yax k'anán	Herbácea	
66	RUBIACEAE	<i>Psychotria nervosa</i>	Café de monte	Herbácea	
67	RUTACEAE	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranja che	Árbol	
68	RUTACEAE	<i>Pilocarpus racemosus</i>	Tamkasché	Árbol	
69	RUTACEAE	<i>Casimiroa tetrameria</i>	Yuy	Árbol	
70	SALICACEAE	<i>Casearia corymbosa</i>	Xi'imché	Árbol	
71	SALICACEAE	<i>Zuelania guidonia</i>	Tamay	Árbol	
72	SALICACEAE	<i>Laetia thamnia</i>	Zapote amarillo	Árbol	
73	SAPINDACEAE	<i>Cupania dentata</i>	Cude	Árbol	
74	SAPINDACEAE	<i>Melicococus oliviformis</i>	Huaya	Árbol	
75	SAPINDACEAE	<i>Thouinia paucidentata</i>	Kanchunup	Árbol	
76	SAPINDACEAE	<i>Cardiospermum halicacabum</i>	P'aak ak'	Trepadora	
77	SAPINDACEAE	<i>Exothea diphylla</i>	Wayam kox	Árbol	
78	SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Chi' keej	Árbol	
79	SAPOTACEAE	<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	Árbol	
80	SAPOTACEAE	<i>Pouteria reticulata</i>	Sapotillo	Árbol	
81	SAPOTACEAE	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	Árbol	
82	SIMAROUBACEAE	<i>Simaruba glauca</i>	Negrito	Árbol	
83	SMILACACEAE	<i>Smilax mollis</i>	Ts'ay keej	Trepadora	
84	ULMACEAE	<i>Trema micrantha</i>	Sak pixoy	Arbustiva	
85	URTICACEAE	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	Árbol	
86	VITACEAE	<i>Cissus gossypiifolia</i>	Ta'ab kanil	Trepadora	

V.5.6 Densidad de individuos en el predio por estrato.

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 de los muestreos de campo para el estrato herbáceo conformado por plantas herbáceas, plántulas y juveniles de bejucos, palmas, arbustos y árboles menores de un metro se presentan en el siguiente cuadro, donde se presenta la densidad registrada de individuos para un total de 15 m² muestreados y su extrapolación para una hectárea (cuadro 24). Se observa que las especies más abundantes son: *Psychotria nervosa*, *Nectandra coriácea* y *Coccoloba spicata* con una estimación de 1,333 individuos, que en conjunto con el resto de las especies citadas son características de la vegetación secundaria de Selva mediana subperennifolia que corresponden a estadios herbáceos.

Cuadro 24. Número de individuos por especie en los sitios de muestreo y por hectárea en el estrato herbáceo.

Especie	Nombre común	Ind/sitios de muestreo	Ind/ha
<i>Coccoloba spicata</i>	Bob	2	1333
<i>Psychotria nervosa</i>	Café de monte	2	1333
<i>Eupatorium daleoides</i>	Euda	1	667
<i>Hippocratea voluvis</i>	Hoja dura	1	667
<i>Sabay yapa</i>	Huano	1	667
<i>Laetia thamnia</i>	Zapote amarillo	1	667
<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelillo	2	1333
<i>Parathesis cubana</i>	Pico paloma	1	667
<i>Picramia antidesma</i>	Picramia	1	667
<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipán	1	667
<i>Casearia corymbosa</i>	Ximché	1	667
		14	9333

La información obtenida de los muestreos de campo para el estrato arbustivo conformado por arbustos mayores de un metro y árboles juveniles con un DAP desde 3 cm y hasta 9.9 cm, donde se presenta la densidad registrada de individuos en 300 m² y su extrapolación para una hectárea (cuadro 25). Las especies más abundantes en el estrato arbustivo son: *Lonchocarpus rugosus* (Kanazin) con 633 individuos y *Nectandra coriacea* (Laurelillo) con 733 individuos por hectárea; todas sin excepción son propias e indicadores de vegetación secundaria de Selva mediana subperennifolia en desarrollo.

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

Nombre científico	Nombre común	Ind/sitios de muestreo	Ind/ha
<i>Coccoloba spicata</i>	Bob	11	367
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	10	333
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	2	67
<i>Cupania dentata</i>	Cude	4	133
<i>Diospyros tetrasperma</i>	Silil	3	100
<i>Diospyros yucatanensis</i>	Uchul ché	7	233
<i>Diphysa carthagenensis</i>	Ts'u'ts'uk	1	33
<i>Malmea depressa</i>	Elemuy	3	100
<i>Eupatorium daleoides</i>	Euda	1	33
<i>Ficus obtusifolia</i>	Sak' awaj	2	67
<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	1	33
<i>Malpighia glabra</i>	Huayakté	1	33
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanazín	19	633
<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	1	33
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	3	100
<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelillo	22	733
<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	1	33
<i>Simaruba glauca</i>	Pazak	1	33
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Takinche	1	33
<i>Zuelania guidonia</i>	Tamay	1	33
<i>Neea psichotrioides</i>	Tatsi	6	200
<i>Triquilia glabra</i>	Triquilia	4	133
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnik	2	67
<i>Casimiroa tetrameria</i>	Yuuy	1	33
<i>Dendropanax arboreus</i>	Zacchaca	10	333
	TOTALES	118	3933

En el caso del estrato arbóreo que en este estudio se consideró el arbolado 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 (1,500 m²) y su extrapolación para una hectárea (cuadro 26). En este estrato destaca la especie *Lysiloma latisiliquum* (Tsalam) como la más abundante con estimaciones de 107 individuos por hectárea y *Bursera simaruba* (Chaca) con 93 individuos por hectárea.

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

Nombre científico	Nombre común	Ind/sitios de muestreo	Ind/ha
<i>Ficus maxima</i>	Akum	1	7

<i>Ficus cotinifolia</i>	Álamo	7	47
<i>Coccoloba spicata</i>	Bob	1	7
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	14	93
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	1	7
<i>Diospyros tetrasperma</i>	Silil	1	7
<i>Ficus obtusifolia</i>	Sak' awaj	3	20
<i>Ficus pertusa</i>	Ju'um ch'iich'	1	7
<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	1	7
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	2	13
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanazín	8	53
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	8	53
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Takinche	1	7
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	16	107
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnik	9	60
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sacchaca	13	87
	TOTAL	87	580

V.5.7 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 27. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato herbáceo en el área del predio.

Especie	Nombre común	No./Ind	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Valor de Importancia Relativa
<i>Coccoloba spicata</i>	Bob	2	14.3	8.3	22.6
<i>Psychotria nervosa</i>	Café	2	14.3	8.3	22.6
<i>Eupatorium daleoides</i>	Euda	1	7.1	8.3	15.5
<i>Hippocratea voluvilis</i>	Hoja dura	1	7.1	8.3	15.5
<i>Sabay yapa</i>	Huano	1	7.1	8.3	15.5
<i>Laetia thamnia</i>	Zapote amarillo	1	7.1	8.3	15.5
<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelillo	1	7.1	8.3	15.5
<i>Parathesis cubana</i>	Pacu	1	7.1	8.3	15.5
<i>Picramia antidesma</i>	Picramia	1	7.1	8.3	15.5
<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipán	2	14.3	16.7	31.0
<i>Casearia corymbosa</i>	Xi'imché	1	7.1	8.3	15.5
Totales			100.0	100	200

Cuadro 28. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbustivo en área del predio incluyendo arbustos mayores de un metro y árboles con DN desde 3 cm y hasta 9.9 cm.

Especie	Nombre común	No./Ind	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	Valor de Importancia Relativa
<i>Coccoloba spicata</i>	Bob	11	9.322	5.128	7.63	22.1
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	10	8.475	7.692	11.96	28.1
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	2	1.695	2.564	3.85	8.1
<i>Cupania dentata</i>	Cude	4	3.390	5.128	2.35	10.9
<i>Diospyros tetrasperma</i>	Silil	3	2.542	5.128	1.94	9.6
<i>Diospyros yucatanensis</i>	Uchul ché	7	5.932	7.692	3.71	17.3
<i>Diphysa carthagenensis</i>	Ts'u'ts'uk	1	0.847	2.564	0.49	3.9
<i>Malmea depressa</i>	Elemuy	3	2.542	5.128	0.89	8.6
<i>Eupatorium daleoides</i>	Euda	1	0.847	2.564	0.27	3.7
<i>Ficus obtusifolia</i>	Sak' awaj	2	1.695	2.564	1.19	5.5
<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	1	0.847	2.564	0.43	3.8
<i>Malpighia glabra</i>	Huayakté	1	0.847	2.564	0.67	4.1
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanazín	19	16.102	5.128	22.39	43.6
<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	1	0.847	2.564	1.24	4.6
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	3	2.542	5.128	4.60	12.3
<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelillo	22	18.644	7.692	13.19	39.5
<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata vaca	1	0.847	2.564	0.24	3.7
<i>Simaruba glauca</i>	Pazak	1	0.847	2.564	1.80	5.2
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Takinche	1	0.847	2.564	0.57	4.0
<i>Zuelania guidonia</i>	Tamay	1	0.847	2.564	0.26	3.7
<i>Neea psichotrioides</i>	Tatsi	6	5.085	2.564	5.45	13.1
<i>Trichilia glabra</i>	Chobenche	4	3.390	2.564	1.81	7.8
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnik	2	1.695	2.564	1.94	6.2
<i>Casimiroa tetrameria</i>	Yuuy	1	0.847	2.564	0.26	3.7
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sacchaca	10	8.475	7.692	10.87	27.0
Totales			100.00	100.00	100.00	300.00

Cuadro 29. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbóreo en el área del predio considerando los árboles con un DN de 10 cm en adelante.

Especie	Nombre común	No./Ind	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	Valor de Importancia Relativa
<i>Ficus maxima</i>	Akum	1	1.15	3.70	1.84	6.70
<i>Ficus cotinifolia</i>	Álamo	7	8.05	7.41	11.03	26.48
<i>Coccoloba spicata</i>	Bob	1	1.15	3.70	0.91	5.76
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	14	16.09	11.11	12.32	39.52
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	1	1.15	3.70	2.32	7.18
<i>Diospyros tetrasperma</i>	Silil	1	1.15	3.70	0.83	5.69

<i>Ficus obtusifolia</i>	Sak' awaj	3	3.45	7.41	3.32	14.17
<i>Ficus pertusa</i>	Ju'um ch'iich'	1	1.15	3.70	0.72	5.58
<i>Guettarda combsii</i>	Tasbab	1	1.15	3.70	0.63	5.48
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	2	2.30	7.41	3.41	13.12
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanazín	8	9.20	11.11	7.29	27.60
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	8	9.20	3.70	6.52	19.42
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Takinche	1	1.15	3.70	0.85	5.70
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	16	18.39	7.41	26.18	51.98
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnik	9	10.34	7.41	9.75	27.51
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sacchaca	13	14.94	11.11	12.07	38.13
Totales			100.00	100.00	100.00	300.00

V.5.8 Resultados de los valores obtenidos de Diversidad florística por estrato en el predio.

De esta forma, el índice se expresa como H' y contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). Este índice normalmente se refiere con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas). Entre mayor es el índice, mayor es la diversidad.

Cuadro 30. Diversidad (H'), Equidad de las especies por estrato. Estrato herbáceo

Nombre científico	Nombre común	D	pi		(LNpi)
<i>Coccoloba spicata</i>	Bob	2	0.1429	0.277987164	-1.945910149
<i>Psychotria nervosa</i>	Café	2	0.1429	0.277987164	-1.945910149
<i>Eupatorium daleoides</i>	Euda	1	0.0714	0.188504095	-2.63905733
<i>Hippocratea voluvilis</i>	Hoja dura	1	0.0714	0.188504095	-2.63905733
<i>Sabay yapa</i>	Huano	1	0.0714	0.188504095	-2.63905733
<i>Laetia thamnia</i>	Zapote amarillo	1	0.0714	0.188504095	-2.63905733
<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelillo	1	0.0714	0.188504095	-2.63905733
<i>Parathesis cubana</i>	Pacu	1	0.0714	0.188504095	-2.63905733
<i>Picramia antidesma</i>	Picramia	1	0.0714	0.188504095	-2.63905733
<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipán	2	0.1429	0.277987164	-1.945910149
<i>Casearia corymbosa</i>	Xi'imché	1	0.0714	0.188504095	-2.63905733
		14	1.00	2.3	
			H=	2.3	
			Hmax=	2.4	
			Equitabilidad=	0.98	

Cuadro 31. Diversidad (H'), Equidad de las especies por estrato (E). Estrato arbustivo

Nombre científico	Nombre común	D	pi		(LNpi)
<i>Coccoloba spicata</i>	Bob	11	0.0932	0.221192228	-2.372789352
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	10	0.0847	0.209160977	-2.468099531
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	2	0.0169	0.069110804	-4.077537444
<i>Cupania dentata</i>	Cude	4	0.0339	0.114725094	-3.384390263
<i>Diospyros tetrasperma</i>	Silil	3	0.0254	0.093357771	-3.672072336
<i>Diospyros yucatanensis</i>	Uchulche	7	0.0593	0.167571367	-2.824774475
<i>Diphysa carthagenensis</i>	Ts'u'ts'uk	1	0.0085	0.040429531	-4.770684624
<i>Malmea depressa</i>	Elemuy	3	0.0254	0.093357771	-3.672072336
<i>Eupatorium daleoides</i>	Euda	1	0.0085	0.040429531	-4.770684624
<i>Ficus obtusifolia</i>	Sak' awaj	2	0.0169	0.069110804	-4.077537444
<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	1	0.0085	0.040429531	-4.770684624
<i>Malpighia glabra</i>	Huayakté	1	0.0085	0.040429531	-4.770684624
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanazín	19	0.1610	0.294056502	-1.826245645
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kaniste	1	0.0085	0.040429531	-4.770684624
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	3	0.0254	0.093357771	-3.672072336
<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelillo	22	0.1864	0.313153625	-1.679642171
<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	1	0.0085	0.040429531	-4.770684624
<i>Simaruba glauca</i>	Pazak	1	0.0085	0.040429531	-4.770684624
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Takinche	1	0.0085	0.040429531	-4.770684624
<i>Zuelania guidonia</i>	Tamay	1	0.0085	0.040429531	-4.770684624
<i>Neea psichotrioides</i>	Tatsi	6	0.0508	0.151470771	-2.978925155
<i>Trichilia glabra</i>	Chobenche	4	0.0339	0.114725094	-3.384390263
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnik	2	0.0169	0.069110804	-4.077537444
<i>Casimiroa tetrameria</i>	Yuuy	1	0.0085	0.040429531	-4.770684624
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sacchaca	10	0.0847	0.209160977	-2.468099531
		118	1.00	2.7	
			H=	2.7	
			Hmax=	3.2	
			Equitabilidad=	0.83	

Cuadro 32. Diversidad (H'), Equidad de las especies por estrato (E). Estrato Arbóreo.

Nombre científico	Nombre común	D	pi		(LNpi)
<i>Ficus maxima</i>	Akum	1	0.0115	0.051332277	-4.465908119
<i>Ficus cotinifolia</i>	Álamo	7	0.0805	0.202758457	-2.51999797
<i>Coccoloba spicata</i>	Bob	1	0.0115	0.051332277	-4.465908119
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	14	0.1609	0.293975989	-1.826850789
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	1	0.0115	0.051332277	-4.465908119
<i>Diospyros tetrasperma</i>	Silil	1	0.0115	0.051332277	-4.465908119

<i>Ficus obtusifolia</i>	Sak' awaj	3	0.0345	0.116113649	-3.36729583
<i>Ficus pertusa</i>	Ju'um ch'iich'	1	0.0115	0.051332277	-4.465908119
<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	1	0.0115	0.051332277	-4.465908119
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	2	0.0230	0.086730137	-3.772760938
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanazín	8	0.0920	0.219445202	-2.386466577
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	8	0.0920	0.219445202	-2.386466577
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Takinche	1	0.0115	0.051332277	-4.465908119
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	16	0.1839	0.311415061	-1.693319396
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnik	9	0.1034	0.234691401	-2.268683541
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sacchaca	13	0.1494	0.284051309	-1.900958761
		87	1.00	2.3	0
			H=	2.3	
			Hmax=	2.8	
			Equitabilidad=	0.84	

La diversidad florística de los diferentes estratos tiende a ser muy similar, siendo el estrato arbustivo el que presenta la mayor riqueza de especies encontrada en el predio con un valor H de 2.7, seguido del estrato herbáceo y del estrato arbóreo con menos especies con un valor H de 2.3, los valores anteriores son considerados como medio, el cual nos indica que los estratos presentan una riqueza de especies media.

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.

Respecto a la flora del predio, la equitatividad presente en los estratos herbáceo es muy cercana a 1, lo cual significa que todos los individuos en este estrato tienden a distribuirse con la misma abundancia, estando muy bien repartido, un poco más abajo encontramos a los estratos arbustivo y arbóreo sin dejar de estar bien distribuidos, la razón por la que podríamos señalar que el estrato arbustivo es un poco menos diverso se podría deber al elevado número de individuos de las especies *Lonchocarpus rugosus* (Kanazín) y *Nectandra coriácea* (Laurelillo), de la misma manera sucede para el caso del estrato arbóreo representadas por las especies *Lysiloma latisiliquum* (Tsalam) y *Bursera simaruba* (Chaca).

V.6 Fauna

El sitio donde se pretende desarrollar el presente proyecto se encuentra conformado por vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subperennifolia, ubicado hacia la zona Poniente de la Ciudad de Playa del Carmen, donde las principales amenazas a la fauna silvestre han sido producto del desarrollo urbano. Es importante

destacar que el sitio propuesto para el proyecto no se encuentra dentro de alguna área natural protegida (ANP) de ámbito federal, estatal o municipal.

El desarrollo urbano que actualmente se presenta en la zona conlleva actividades de modificación del hábitat, lo cual origina que muchas especies de fauna silvestre emigren a sitios menos perturbados y con recursos disponibles. Otras especies de fauna, en cambio, son tolerables a las perturbaciones propias de la implementación de los proyectos urbanos. Además es importante considerar que la distribución de la fauna dentro de un área es influenciada por varios aspectos, tales como la disponibilidad y heterogeneidad de los recursos, las interacciones intra/interespecíficas, las perturbaciones naturales y antropogénicas.

La zona en la que se pretende implementar el proyecto, se encuentra previamente impactada, ya que se trata de un área adyacente a la mancha urbana de la ciudad de Playa del Carmen, en la cual, las perturbaciones se derivan de la construcción de vialidades, además del desarrollo urbano promovido por numerosos fraccionamientos y conjuntos habitacionales. Asimismo, se debe destacar que la ocurrencia de fenómenos climáticos extremos que de manera conjunta han mermado el componente vegetal existente, principalmente el componente arbóreo alto.

No obstante, la zona general propuesta para la implementación del proyecto, posee una cobertura vegetal que permite la reproducción, refugio y alimentación de especies de fauna adaptadas a los recursos disponibles de las selvas secundarias, así como a las actividades antropogénicas que se realizan en las áreas colindantes de la trayectoria del proyecto.

Metodología empleada

Para el registro de la fauna presente en el área de estudio localizada en el predio del proyecto en la localidad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, el trabajo se dividió en dos fases:

Una fase de trabajo de gabinete que consistió en la revisión bibliográfica sobre estudios realizados en la zona a fin de contar con un listado lo más completo posible. Y una segunda fase correspondiente al trabajo de campo en el cual la metodología empleada para el reconocimiento de los vertebrados terrestres se fundamentó en los trabajos de Acosta-Aburto (2001), Aranda-Sánchez (1981,2000), Day et al. (1980), Gaviño et al. (1979), Manzanilla y Péeffaur (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 (2000), López-Ornat (1990), Mackinnon (1986), NGS (1995), Peterson and Chalif (1993), Reid (1997) y Navarro et al. (1990).

Técnicas de muestreo para la fauna terrestre.

El trabajo de campo se llevó a cabo mediante recorridos, a lo largo de 3 brechas y caminos topográficos localizados en el predio. Los grupos de fauna sujetos a observación corresponden a herpetofauna, avifauna y mastofauna.

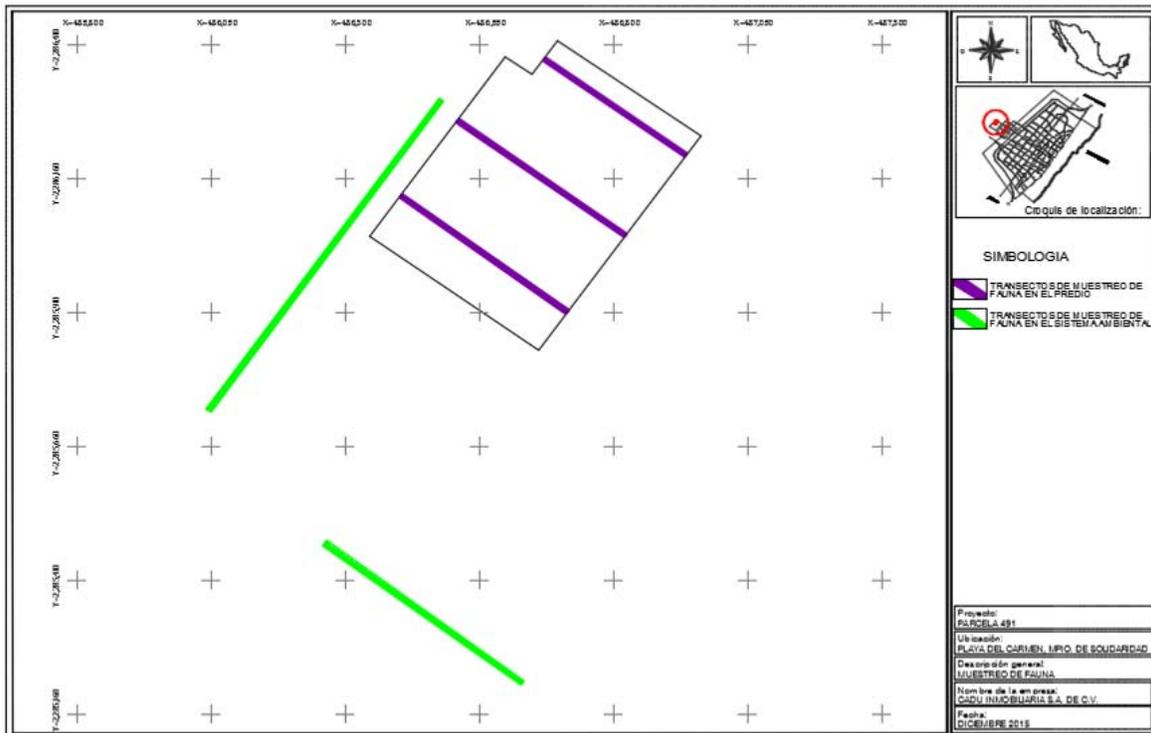


Figura 30. Transectos de muestreo de fauna en el predio en color morado.

Los recorridos en las áreas dentro del predio, se realizaron durante cuatro días en el mes de octubre del año 2015, (consecutivos), con horarios de aproximadamente 4 a 6 horas. El muestreo faunístico consistió en realizar observaciones de fauna terrestre mediante 3 transectos con diferentes longitudes (ancho del predio) con una amplitud de hasta 10 m a cada lado del transecto con la finalidad de obtener una mayor cobertura en los resultados. Esta amplitud fue mayor donde la vegetación permitió una mayor visibilidad. Las técnicas aplicadas para el muestreo y registro de cada uno de los grupos faunísticos se describen a continuación:

Anfibios y Reptiles. Para el registro mediante observación directa de estos grupos se realizaron recorridos en cada transecto, tanto en áreas de vegetación como en áreas sin cobertura significativa. Se removieron hierbas y se revisaron troncos secos y ramas de vegetación en pie.

Aves. Se realizaron recorridos para la detección por rastros (plumas), registro visual y auditivo de las especies, considerando a todas aquéllas observadas en vuelo,

perchadas y en el suelo. Los recorridos se llevaron a cabo en las mismas rutas utilizadas para anfibios y reptiles.

Mamíferos. Para este grupo de vertebrados se realizaron observaciones directas de especies o bien, su registro indirecto mediante rastros tales como madrigueras, huellas, excretas, pelos y restos óseos. En general se siguieron las rutas de muestreo utilizadas para los otros grupos de animales.

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.

Los resultados obtenidos del levantamiento en los recorridos para el grupo de vertebrados terrestres se presenta en el siguiente cuadro. Como se observa, el total de organismos registrados durante los recorridos en campo por medio de las técnicas empleadas suma 22 especies, siendo el grupo de las aves el más abundante con 15 especies.

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):

ABUNDANTE	de 90% hasta 100% abundancia relativa
COMUN	de 65% hasta 89% abundancia relativa
FRECUENTE	de 31% hasta 64% abundancia relativa
ESCASA	de 10% hasta 30% abundancia relativa
RARA	de 1% hasta 9% abundancia relativa

Cuadro 33. Concentrado de las especies de fauna identificadas en campo

No	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	REGISTRO DE CAMPO	Abundancia relativa	
				%	Clase
REPTILES			Individuos		
1	<i>Cnemidophorus angusticeps</i>	Lagartija	2	67	Común
2	<i>Leptophis mexicanus</i>	Ranera	1	33	Frecuente
3	<i>Vasiliscus vitatus</i>	Toloke	1	33	Frecuente
4	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris	1	33	Frecuente
	TOTAL		5		
AVES			Individuos		
1	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo	1	20	
2	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	2	40	Frecuente
3	<i>Centurus pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	1	20	Escasa
4	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita común	2	40	Escasa
5	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	1	20	Escasa

No	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	REGISTRO DE CAMPO	Abundancia relativa	
				%	Clase
6	<i>Cyanocorax morio</i>	Paap	3	60	Frecuente
7	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	2	40	Frecuente
8	<i>Dendroica petechia</i>	Chipee amarillo	1	20	Escasa
9	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	2	40	Frecuente
10	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero cuculador	2	40	Frecuente
11	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle	4	80	Común
12	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	5	100	Abundante
13	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	1	20	
14	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	2	40	Frecuente
15	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	1	20	Escasa
	TOTAL		30		
MAMÍFEROS			Individuos		
1	<i>Nasua narica</i>	Tejón	3	75	Común
2	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla	1	25	Escasa
3	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	1	25	Escasa
	TOTAL		5		

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 a los alrededores del predio; y por la presencia humana debido a que la zona de estudio se encuentra colindante a sitios habitados. Además, 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 habitan el área en un momento en particular (cf. Manzanilla y Péfaur, 2000).

Por otra parte, es necesario implementar un Programa de Rescate de Fauna Silvestre para evitar afectaciones adicionales a la fauna; 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 su zona aledaña. De acuerdo con los resultados obtenidos, en el predio habita la Iguana gris (*Ctenosaura similis*) y el Loro frente blanca (*Amazona albifrons*) que cuentan con el estatus de especies amenazada y de 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 de especies registrada en el predio. Los resultados por grupo se presentan en los siguientes cuadros.

Cuadro 34. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Reptiles

Registro	Reptiles	Nombre	D-muestra	Pi	-(pi)(log2pi)	(log2pi)
1	<i>Cnemidophorus angusticeps</i>	Lagartija	2	0.4	0.528771238	
2	<i>Leptophis mexicanus</i>	Ranera	1	0.2	0.464385619	
3	<i>Vasiliscus vitatus</i>	Toloke	1	0.2	0.464385619	
4	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris	1	0.2	0.464385619	
			5	1	1.921928095	
				H=	1.4	
				Hmax=	2	
				Equitabilidad=	0.70	

Cuadro 35. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de las Aves

Registro	Aves	Nombre	D-muestra	Pi	-(pi)(log2pi)	(log2pi)
1	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo	1	0.033333333	0.16356302	
2	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	2	0.066666667	0.26045937	
3	<i>Centurus pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	1	0.033333333	0.16356302	
4	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita común	2	0.066666667	0.26045937	
5	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	1	0.033333333	0.16356302	
6	<i>Cyanocorax morio</i>	Paap	3	0.1	0.33219280	
7	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	2	0.066666667	0.26045937	
8	<i>Dendroica petechia</i>	Chipee amarillo	1	0.033333333	0.16356302	
9	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	2	0.066666667	0.26045937	
10	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero cuculador	2	0.066666667	0.26045937	
11	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle	4	0.133333333	0.38758541	
12	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	5	0.166666667	0.43082708	
13	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	1	0.033333333	0.16356302	
14	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	2	0.066666667	0.26045937	
15	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	1	0.033333333	0.16356302	
		TOTAL	30	1	3.694739663	
				H=	3	
				Hmax=	3.91	
				Equitabilidad=	0.77	

Cuadro 36. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Mamíferos

Registro	Mamíferos	Nombre	D-muestra	Pi	$-(pi)(\log 2pi)$	$(\log 2pi)$
1	<i>Nasua narica</i>	Tejón	3	0.6	0.442179356	
2	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla	1	0.2	0.464385619	
3	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	1	0.2	0.464385619	
		TOTAL	5	1	1.370950594	
				H=	1.4	
				Hmax=	1.58	
				Equitabilidad=	0.88	

Como es de esperarse, el grupo de las aves obtuvo el valor H más alto con 3.9 que se considera con una diversidad alta, 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 1.4 en ambos casos considerado bajo. La equitatividad resultó alta en el grupo de los mamíferos, seguido de las aves y por último los reptiles, por lo tanto basado en los resultados se puede observar que existe una menor representación de los mamíferos en este predio.

El escaso número de especies registradas en este estudio encuentra su explicación en dos 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 loro frente blanca (*Amazona albifrons*) 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 se establecen las siguientes conclusiones:

1. Debido a la condición 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* y *Amazona albifrons* requieren que para estas especies 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.

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

El inventario forestal en el área propuesta para el cambio de uso del suelo de este predio, se realizó por el método de muestreo sistemático con unidades circulares, que consistió en el levantamiento de los datos dasométricos en 5 unidades de muestreo, con una superficie de 500 m² por unidad para el registro del arbolado vivo, por lo que en total se tuvo un esfuerzo de muestreo en un área total de 2,500 m², con una intensidad de muestreo del 1.5% en donde se llevó a cabo el registro de todas las especies blandas, duras y comunes tropicales entre otras. La distancia entre cada unidad de muestreo se estableció a 200 m entre hileras y 180 m entre columnas. Todo el CUSTF se llevará a cabo en la clasificación secundaria de Selva mediana subperennifolia, no se afectará ningún otro tipo de vegetación, y toda el área sujeta al CUSTF pertenece a un solo predio.

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 la vegetación está compuesta por Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia.

Al iniciar el trabajo de campo se realizaron recorridos en los caminos de acceso y brechas para identificar los límites del predio. Luego de la verificación de los vértices extremos del polígono irregular que representa el predio, se procedió a realizar la distribución de los sitios de muestreo y se empezó a elaborar el listado de las especies vegetales presentes en el predio. Durante el estudio de vegetación los sitios de muestreo se ubicaron en campo con la ayuda de un GPS Marca Garmin en coordenadas UTM Datum WGS-84, de tal manera que se generaron en total 5 unidades de muestreo para el cálculo del Volumen Total Árbol (VTA).

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 marcadas las unidades se procedió a la delimitación de los sitios para dar paso al inventario y registro de los individuos existentes.

VI.1.1 Diseño de muestreo.

La generación de las parcelas de muestreo sistemático se determinó con base en los siguientes parámetros:

Variable:	VSA/SMQ
Tipo de unidad:	Sitio circular
Tamaño de la unidad de muestreo:	500m ²
Radio de la unidad de muestreo:	12.6 m
Intensidad de muestreo:	1.5%
Número de unidades de muestreo:	5
Distancia entre unidades:	200 m y 180 m (hileras columnas)

Para el levantamiento forestal se utilizó un diseño de muestreo sistemático como se observa en la siguiente figura 31.

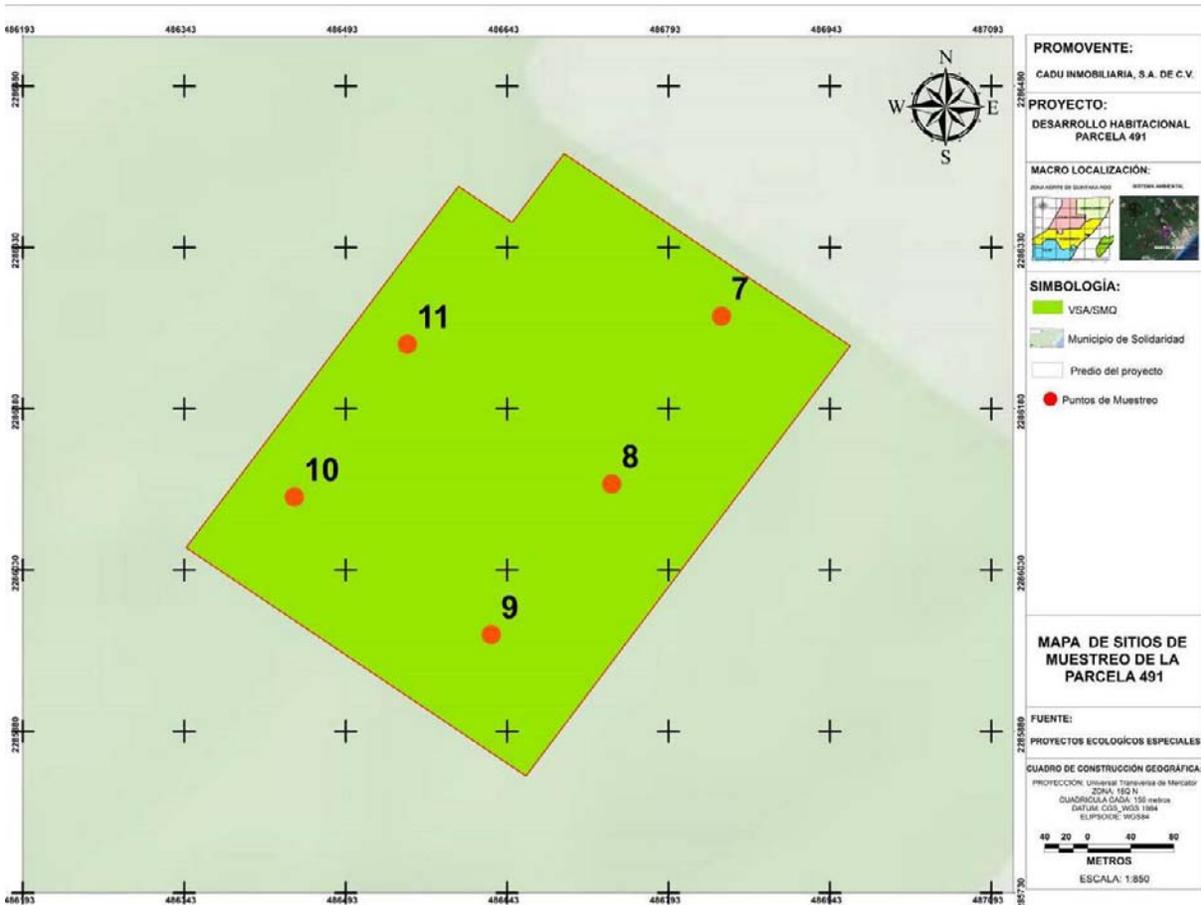


Figura 31. Distribución espacial de las unidades de muestreo en el predio.

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

Para efecto de cuantificar el volumen se utilizaron unidades de muestreo circulares la cual consistió de una unidad de 500 m², (12.6 m de radio). En el círculo de 500 m², se llevó a cabo el muestreo de todos los individuos enraizados con diámetro del tallo o fuste medidos a 1.30 metros del suelo (DAP) 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.

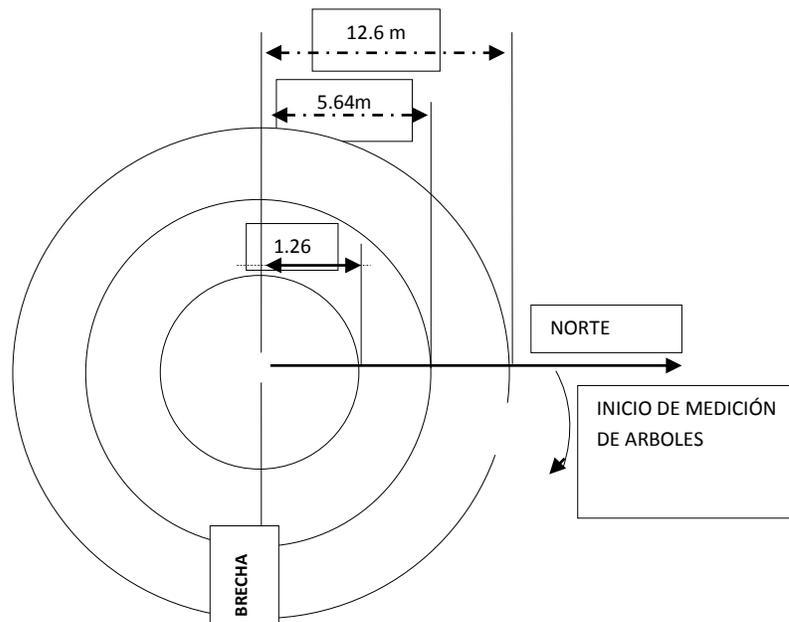


Figura 32. Esquema de las unidades circulares de 12.6 m de radio utilizadas en el levantamiento de datos de campo del arbolado vivo.

VI.1.3 Intensidad de muestreo.

Las 5 unidades de muestreo de 500 m² que se establecieron sistemáticamente dentro del predio donde se pretende el proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 491", se obtuvo una superficie total de muestreo de 2,500 m² que representa el 1.5% de intensidad de muestreo de la superficie propuesta a solicitud de 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 5 unidades de 500 m²:

$$IM (\%) = \frac{2,500}{166,675.44} * 100 = 1.5\%$$

166,675.44m² (16.66 has)

Dónde:

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

En el cuadro 37, se presenta la ubicación del centro de las unidades de muestreo conforme al número de sitio que corresponde.

Cuadro 37. Ubicación de las unidades de muestreo. Se presentan las coordenadas en UTM de los sitios de muestreo empleados durante el levantamiento de datos en campo. Datum WGS-84 México.

Núm. Sitio	Coordenadas geográficas (UTM, GWS-84 16Q)	
	X	Y
7	486843	2286266
8	486741	2286110
9	486629	2285970
10	486446	2286098
11	486551	2286240

VI.1.4 Procesamiento de la información.

En cuanto a las fórmulas utilizadas para el procesamiento de los datos para el cálculo de área basal 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. El área basal (AB) se calcula mediante el diámetro medidos a 1.30 metros del suelo o también llamada a la altura del pecho, según la siguiente fórmula:

Para estimar el área basal se utilizó la siguiente fórmula:

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

Dónde:

AB = Área basal (m²).

DN = Diámetro normal (m).

DN = Diámetro a la altura del pecho (m²)

$\frac{1}{4}\pi$ = Un cuarto de Pi = (3.1416)/4

El área basal de una especie, de una categoría diamétrica, de un estrato 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 Arboles 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 se utilizaron en el Primer Inventario Nacional Forestal del estado de Campeche. Los grupos de especies suman en total 49 especies y las ecuaciones generadas se observan en el Cuadro 38.

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

GRUPO	ECUACIÓN	NOMBRE CIENTÍFICO
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>
XIII. Otras	$V_{CC} = e^{[9.41737421 + 1.76385327 \text{LN}(D) + 1.04067809 \text{LN}(A)]}$	<i>Ficus maxima</i> <i>Ficus cotinifolia</i> <i>Coccoloba spicata</i> <i>Caesalpinia mollis</i> <i>Ficus obtusifolia</i> <i>Ficus pertusa</i> <i>Piscidia piscipula</i> <i>Lonchocarpus rugosus</i> <i>Caesalpinia yucatanensis</i>

		<i>Vitex gaumeri</i> <i>Dendropanax arboreus</i> <i>Gliricidia sepium</i> <i>Diospyros tetrasperma</i>
--	--	---

Las formulas desarrolladas estiman solo volumen de fuste total (VFT). Para obtener el Volumen Total Árbol (VTA), al VFT se multiplica por el factor de conversión (1.4) que permite estimar el Volumen Total del Árbol, y para obtener el VFL, al VFT se multiplica por coeficiente mórfico (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 (VTA) para todas las especies.

En los siguientes cuadros se resume el promedio (estadístico básico) de las variables dasométricas para cada una de las especies inventariadas, se presentan los cálculos obtenidos de las existencias volumétricas reales por hectárea y por la superficie de cambio de uso de suelo en el que se incluyen todas las especies registradas en la superficie propuesta de CUSTF.

Cuadro 39. Valores registrados en los sitios de muestreo (2500 m²), DN promedio, número de individuos, área basal y Volumen Total Árbol.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DN (PROMEDIO)	NO/IND	AB (m ²)	VTA (m ³)
<i>Ficus máxima</i>	Akum	14.5	8	0.1377	0.981
<i>Ficus cotinifolia</i>	Álamo	15.2	7	0.1374	1.287
<i>Coccoloba spicata</i>	Bob	12.0	1	0.0113	0.106
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	11.9	21	0.2378	1.933
<i>Caesalpinia mollis</i>	Chacté	11.7	1	0.0108	0.126
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	16.1	3	0.0621	0.798
<i>Diospyros tetrasperma</i>	Silil	10.8	2	0.0092	0.219
<i>Ficus obtusifolia</i>	Sak' awaj	10.7	1	0.0090	0.080
<i>Ficus pertusa</i>	Ju'um ch'iich'	13.0	7	0.0941	0.674
<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	10.0	1	0.0079	0.051
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	15.4	10	0.1898	1.441
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanazín	11.7	10	0.1110	1.089
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	11.4	14	0.1438	1.524
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Takinche	11.6	1	0.0106	0.116
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	14.7	52	0.9259	9.325
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnik	13.3	10	0.1403	1.597
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sacchaca	12.9	24	0.3376	3.802

<i>Gliricidia sepium</i>	Sacyaab	11.7	1	0.0108	0.093
TOTAL			174	2.587	25.244

En total se estimó un Volumen Total Árbol (VTA) de 25.24 m³ con corteza por hectárea, el Volumen Total Árbol estimado que se puede encontrar en la superficie solicitada de cambio de uso de suelo en las 16.66 hectáreas es de 1,682.8 m³ con corteza, las especies que contribuyen más en este volumen son las especies de *Lysiloma latisiliquum*, *Dendropanax arboreus* y *Bursera simaruba*.

En el siguiente cuadro se presenta el Volumen Total Árbol por especie expresada por hectárea y por la superficie de cambio de uso del suelo estimado a partir de los datos obtenidos del inventario forestal en el predio.

Cuadro 40. Concentrado del número total de individuos con DN ≥ 10 cm (IND/HA), área basal (AB/HA) expresada en m², Volumen Total Árbol m³ (VTA) y por la superficie sujeta a CUSTF de las especies identificadas en el terreno forestal para el proyecto.

Especie	Nombre común	Por hectárea			Por 16.66 hectáreas		
		IND/HA	AB/HA (m ² /ha)	VTA/HA (m ³ /ha)	IND/CUSF (16.6 ha)	AB/CUSF (16.6 ha)	VTA/CUSF (16.6 ha)
<i>Ficus máxima</i>	Akum	32	0.551	3.924	533	9.178	65.405
<i>Ficus cotinifolia</i>	Álamo	28	0.550	5.148	467	9.160	85.805
<i>Coccoloba spicata</i>	Bob	4	0.045	0.425	67	0.754	7.075
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	84	0.951	7.732	1400	15.854	128.860
<i>Caesalpinia mollis</i>	Chacté	4	0.043	0.504	67	0.717	8.398
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	12	0.248	3.192	200	4.137	53.194
<i>Diospyros tetrasperma</i>	Silil	8	0.037	0.878	133	0.613	14.625
<i>Ficus obtusifolia</i>	Sak' awaj	4	0.036	0.319	67	0.599	5.317
<i>Ficus pertusa</i>	Ju'um ch'iich'	28	0.377	2.696	467	6.276	44.939
<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	4	0.031	0.206	67	0.524	3.433
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	40	0.759	5.765	667	12.654	96.084
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanazín	40	0.444	4.354	667	7.398	72.572
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	56	0.575	6.098	933	9.587	101.626
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Takinche	4	0.042	0.464	67	0.705	7.734
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	208	3.704	37.301	3467	61.724	621.658
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnik	40	0.561	6.386	667	9.355	106.435
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sacchaca	96	1.350	15.208	1600	22.505	253.466
<i>Gliricidia sepium</i>	Sacyaab	4	0.043	0.374	67	0.717	6.225
TOTAL		696	10.348	100.974	11,600	172.455	1,682.852

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 "Desarrollo Habitacional Parcela 491", considerando la composición de especies y las características dasométricas del arbolado que presenta, existen por hectárea 696 individuos, el estimado que se pudiera encontrar en la superficie de cambio de uso de suelo

propuesto es de 11,600 individuos. (Los resultados obtenidos de área basal y volumen se estimaron con las Ecuaciones de volúmenes con corteza).

A continuación se presenta la estimación de los individuos que se afectaran por especie y volumen.

Cuadro 41. Volúmenes totales de los árboles de vegetación forestal que se retiraran

<i>Especie</i>	<i>Nombre común</i>	<i>No. Individuos</i>	<i>Volumen (m)³</i>
<i>Ficus maxima</i>	Akum	533	65.40
<i>Ficus cotinifolia</i>	Álamo	467	85.80
<i>Coccoloba spicata</i>	Bob	67	7.07
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	1400	128.86
<i>Caesalpinia mollis</i>	Chacté	67	8.39
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	200	53.19
<i>Diospyros tetrasperma</i>	Silil	133	14.62
<i>Ficus obtusifolia</i>	Sak' awaj	67	5.31
<i>Ficus pertusa</i>	Ju'um ch'iich'	467	44.93
<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	67	3.43
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	667	96.08
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanazín	667	72.57
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	933	101.62
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Takinche	67	7.73
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	3467	621.65
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnik	667	106.43
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sacchaca	1600	253.46
<i>Gliricidia sepium</i>	Sacyaab	67	6.22

En estas imágenes se muestra parte del trabajo de campo implementado durante el inventario forestal realizado en el mes de octubre de 2015. De arriba abajo y de izquierda a derecha se tiene la ubicación de los sitios de muestreo con apoyo de un GPS; establecimiento del centro de la parcela; delimitación del límite interno de las parcelas concéntricas interiores; marcación de uno de los árboles; medición de los datos de campo; y registro de los datos de campo.



Figura 33. Se muestra parte del trabajo de campo durante el inventario forestal del predio del proyecto.

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 tiene por objeto precisar el plazo necesario para las actividades que se habrán de realizar y los períodos de tiempo en que se llevarán a cabo cada una de éstas acciones. Para este proyecto se solicita un plazo de 2 años para llevar a cabo la ejecución del cambio de uso del suelo. Este plazo toma en cuenta las características del proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 491", considerando que se tiene programado el cambio de uso de suelo en 2 etapas que corresponden a las Etapas I y Etapa II, cada etapa se propone para un periodo de 1 año (12 meses), con la finalidad de evitar los procesos de erosión de los suelos, evitando así los tiempos prolongados sin edificación.

Todas las etapas realizan las mismas actividades de manera secuencial como se ha resumido en el CAPITULO II, a continuación se presenta el programa de actividades. El programa de trabajo tiene por objeto precisar las actividades que se habrán de realizar y los períodos de tiempo en que se llevarán a cabo cada una de éstas acciones. El plazo solicitado de 2 años es necesario para llevar a cabo la ejecución del cambio de uso del suelo.

Cuadro 42. Plazo para las actividades de cambio de uso de suelo forestal para el proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 491".

Programa de trabajo para el cambio de uso de suelo												
Etapa I	Año 1 Meses											
Actividades CUSTF	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Trazo topográfico para la delimitación del predio	■											
Trazo y delimitación física de áreas de desmonte.	■											
Acondicionamiento del vivero temporal	■											
Rescate de vegetación y tierra vegetal	■	■										
Rescate de Fauna y Ahuyentamiento		■	■	■	■							
Desmonte y despalme				■	■	■	■					
Almacenamiento y triturado de material vegetal					■	■	■	■				
Clasificación y reutilización del material de despalme							■	■	■			
Nivelación y compactación								■	■	■	■	
Reforestación y Reubicación de especies forestales									■	■	■	■
Mantenimiento, seguimiento y bitácora			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Etapa II	Año 2 (Meses)											
Actividades CUSTF	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Trazo y delimitación física de áreas de desmonte.	■											

Acondicionamiento del vivero temporal	■																			
Rescate de vegetación y tierra vegetal	■	■																		
Rescate de Fauna y Ahuyentamiento		■	■	■	■															
Desmonte y despalme				■	■	■														
Almacenamiento y triturado de material vegetal					■	■	■													
Clasificación y reutilización del material de despalme								■	■											
Nivelación y compactación								■	■											
Reforestación y Reubicación de especies forestales										■	■	■	■							
Mantenimiento, seguimiento y bitácora	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

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

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

Trazo y delimitación de 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 etapa se delimitaran las áreas propuestas de cambio de uso de suelo.

Acondicionamiento del vivero. El vivero será temporal por lo cual se considera de construcción rústica y, no contará con ningún tipo de infraestructura permanente. Para el caso 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 una cisterna plástica, no enterrada, de tipo Rotoplas de 5,000 litros que será abastecida a través de camiones 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 llevara 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 70 m³ de tierra para el área de vivero.

Rescate y reubicación 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. Se rescatarán todos los ejemplares de flora protegidos por la NOM-059-SEMARNAT-2010 que presenten características adecuadas para sobrevivir al trasplante. El esfuerzo de rescate se centrará sobre los individuos de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que puedan ser extraídos, mantenidos en vivero y, posteriormente reubicados.

Rescate y ahuyentamiento de fauna. Un aspecto importante antes de realizar las actividades de cambio de uso de suelo de las áreas 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 habitaciones.

Mantenimiento, Seguimiento y Bitácora.- 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 una parte de 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, desperdicio 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 su completa ejecución. 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 almacén del agua purificada para el consumo de los trabajadores.
- 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 Playa del Carmen, 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.

De acuerdo con la Fracción XXXV del Artículo 2 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de febrero de 2005, Tierras frágiles: Son aquéllas 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. Esta definición es muy general por lo que resulta ambigua y con base en ella se puede asumir que cualquier tipo de suelo puede considerarse como tierras frágiles, ya que el término hace referencia a la pérdida de la productividad natural del suelo a consecuencia de la eliminación o reducción de su cobertura vegetal, sin embargo, no especifica cuál es el grado mínimo de propensión a la degradación o pérdida de su capacidad productiva natural que debería considerarse.

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.

Asimismo, de acuerdo a la página de SEMARNAT (informe 2008) en el capítulo de suelos, "tierras frágiles: el problema de la desertificación" mencionan que en México, el concepto de desertificación se ha ampliado hacia todos los ecosistemas, debido a que la degradación de la tierra no está restringida a las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas. Sin embargo, se considera que éstas son las más vulnerables a la desertificación (Conaza-Sedesol, 1994). De esta manera puede decirse que las tierras frágiles están directamente ligadas a la degradación o a la erosión de los suelos. Para

el caso de la Península de Yucatán se reporta degradación química en Yucatán y Campeche o Chiapas, pero no para Quintana Roo.

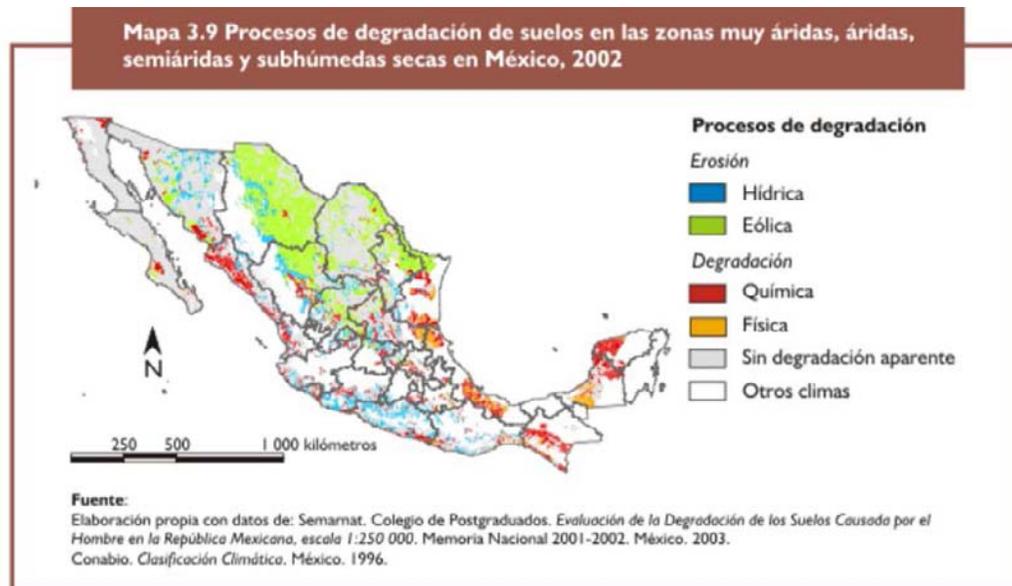


Figura 34. Mapa de procesos de degradación en México

Por lo anterior podemos determinar que las tierras donde se realizará el proyecto no están catalogadas como zonas frágiles, no obstante que en una parte del predio se va a eliminar la vegetación, pero no existe una degradación hídrica o eólica y no presentan pendientes, ni condiciones climáticas extremas (precipitación escasa y variable, temperaturas elevadas o muy bajas), y sus suelos son altamente permeables (lo anterior en base al plano temático de tipos de suelo de INEGI, en donde se establece que corresponde a suelo poco profundo (10 cm) que sobreyace directamente a material carbonatado (ejemplo roca caliza).

El predio se encuentra cubierto en su totalidad de vegetación secundaria de selva mediana, presentando sus tres estratos, con una densidad de plantas por hectárea alta (arriba de las 580/ind/ha en su estrato arbóreo), se presenta una capa de materia orgánica que cubre el suelo y el área en cuestión corresponde a una topografía plana, con suelos de tipo, Litosol y Rendzina, los cuales se caracterizan por estar poco desarrollados, con profundidades que rara vez sobrepasan los 10 cm y con una gran cantidad de rocas, siendo que en ocasiones prácticamente es la roca madre la que está expuesta, además de que no se tienen escurrimientos que propicien el lavado de los suelos; por lo tanto no sería objeto de erosión.

De acuerdo al decreto por el cual se establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, el predio del proyecto que nos ocupa se encuentra en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 11, denominada "Reserva Urbana de Solidaridad, es decir permite el aprovechamiento del territorio al interior de los centros de población legalmente establecidos. Por lo antes mencionado,

el desarrollo urbano del predio es un escenario que se tiene contemplado en los instrumentos de planeación ambiental y urbanos correspondientes, ya que la superficie que se solicita de CUSTF (16.66 hectáreas), se considera una fracción insignificante respecto a la superficie total de la UGA 11.

De acuerdo con dicho coeficiente de modificación del suelo, el proyecto pretende la modificación del mismo, para poder demostrar su cumplimiento, de los 185,470.35 m² con que está conformado la totalidad del predio, se pretende conservar el 10.13% manteniendo la vegetación en su estado natural esto es decir 18,794.91 metros cuadrados, lo anterior indica que la solicitud de cambio de uso de suelo es de 89.87% de la totalidad del predio esto es 166,675.44 m² (16.66ha). Por lo tanto el proyecto cumple cabalmente con la presente disposición ya que pretende destinar como áreas de conservación el 10.13% de la superficie total del predio conforme a lo establecido en el POEL de Solidaridad.

Sin embargo, 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 mantener el área permeable se destinara el 10.13% de la superficie total del predio como área verde de conservación a esto le sumamos las áreas verdes modificadas como áreas de jardines, parques, áreas de estacionamientos y áreas de camellones, lo que en conjunto suman el 44.57% de áreas permeables.

Con respecto al índice de erodabilidad, en este trabajo se utiliza la metodología CORINE (Díaz *et. al.*, 2008), para determinar el índice de riesgo de erosión potencial (IREP) y actual del sitio del proyecto (IREA), en la cual se obtienen cuatro índices relacionados con el comportamiento de los elementos:

- Índice de Erosividad (FI): Se mide partir de la intensidad y cantidad de precipitaciones mediante la siguiente fórmula:

$$FI = \sum_{i=1}^{12} \frac{P_i^2}{P} \text{ Donde. } P_i^2 : \text{ Precipitación total en el mes } i.$$

\bar{P} : Precipitación total media anual.

Se clasifican como clase 1 (muy baja) los valores menores que 60, como clase 2 (baja) los valores entre 60 y 90, clase 3 (moderada) entre 90 y 120, clase 4 (alta) entre 120 y 160, y clase 5 (muy alta) mayores de 160.

- Índice de Erodabilidad (Er): Se mide a partir de la profundidad, textura y pedregosidad de los suelos, mediante la siguiente fórmula:

$$Er = \text{Clase de Textura} \times \text{Clase de Profundidad} \times \text{Clase de Pedregosidad}$$

La clase de textura se clasifica como: clase 1 (ligeramente erodible) los suelos de composición arcilloso, arcilloso arenoso, arcilloso limoso; clase 2 (moderadamente erodible) los suelos de composición loam arcilloso arenoso, loam arcilloso, loam arcilloso limoso, loam arenoso, arenoso; y clase 3 (altamente erodible) los suelos loam, loam limoso, limoso, loam arenoso.

La clase de profundidad es: clase 1 (ligeramente erodible) en suelos de profundidad del horizonte A mayor que 750 mm, clase 2 (moderadamente erodible) en suelos de profundidad entre 250 y 750 mm, y clase 3 (altamente erodible) en suelos de profundidad menor 250 mm.

La clase de pedregosidad es: clase 1 (completamente protegido) cuando el porcentaje de cobertura de piedras del suelo es mayor del 10 %, y clase 2 (no completamente protegido) cuando es menor del 10 %.

- Índice de Pendiente (IP): Se mide a partir de las pendientes (topografía). El índice de pendiente expresada en porcentaje, es igual a 1 (de ondulado a plano) cuando el porcentaje es menor que 5, 2 (ondulado) cuando oscila entre 5 y 15, 3 (empinado) si varía entre 15 y 30, y 4 (muy empinado) para porcentajes mayores de 30.
- Índice de Cubierta vegetal (ICV): Se establece el índice de cubierta vegetal por un sistema sencillo (binario) de clasificación donde se asigna 1 (totalmente cubierta) si el suelo está-ocupado por bosques, pastos permanentes y malezas, y 2 (no totalmente cubierta) si se usa como tierras cultivadas o en barbecho.

Considerando los índices previamente citados, la erosión potencial del sitio del proyecto se determina aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{IREP} = \text{FI} \times \text{Er} \times \text{IP}$$

De acuerdo con la fórmula calculada, el índice de riesgo de erosión potencial (IREP) es 1 (bajo) si el resultado está entre 0 y 5, es igual a 2 (moderado) si el resultado está entre 5 y 11, y a 3 (alto) para un resultado mayor que 11.

Aunado a lo anterior, para determinar el Índice de Riesgo de Erosión Actual (IREA), se calcula interpolando el índice de cubierta vegetal con el índice de riesgo de erosión potencial (cuadro 43) de la manera siguiente:

Cuadro 43. Matriz para la determinación del índice de riesgo actual (IREA).

Índice de cubierta vegetal	Nulo (0)	bajo (1)	Moderado (2)	Alto (3)
1	0	1	1	2
2	0	1	2	3

Considerando la precipitación del municipio de Playa del Carmen con una precipitación media anual para la zona de 1,276.3 m, el sitio del proyecto presenta un valor de Erosividad de 161.6 correspondiente a un Índice de Erosividad (FI) de Clase 5. (*Información obtenida del DTU-A en apartado de climas Capítulo IV*).

En relación con la erodabilidad, los suelos del proyecto presentan una clase de textura arcillosa (Clase 1), profundidad media clase (Clase 2) y con un porcentaje de cobertura de piedras mayor al 10% (Clase 1), presenta un Índice de Erodabilidad (Er) de 2. Finalmente, dado que presenta una topografía sensiblemente plana, presenta un Índice de Pendiente (IP) de 1.

Por lo antes mencionado, el sitio del proyecto presenta un Índice de Riesgo de Erosión Potencial (IREP) igual a 10 ($IREP = 5 \times 2 \times 1$), lo que significa un riesgo potencial de erosión moderado ($IREP = 2$). Sin embargo, dado que el proyecto pretende mantener 18,809.11 m² como áreas verdes de conservación de la superficie total del predio, a esto le sumamos otro porcentaje de áreas verdes modificadas (Jardines, Parques, áreas de estacionamientos y áreas de camellones), interpolando el índice de cubierta vegetal con el índice de riesgo de erosión potencial, se obtiene un Índice de Riesgo de Erosión Actual (IREA) moderado ($IREP=2$), con clasificación 1 (totalmente cubierta).

Aunado al hecho de contar con un índice de riesgo de erosión potencial moderado, la zona del proyecto se caracteriza por presentar escurrimientos superficiales efímeros o de muy corto recorrido, debido a la alta permeabilidad del material que constituye el terreno y la elevada evaporación, que originan una importante infiltración del agua de lluvia, por lo que la erosión previamente determinada se reduce aún más.

Las labores de desmonte y despalle en el área propuesta para cambio de uso del suelo de este predio provocan la exposición del sustrato rocoso, por lo que en este periodo se pueden presentar condiciones de arrastre de las partículas remanentes del suelo por el efecto del viento en condiciones de sequía y por escurrimiento superficial del agua en la temporada de lluvias. Se recomienda que para prevenir estos efectos se reducirán los periodos entre las labores de despalle y la nivelación y compactación de los terraplenes de la superficie expuesta.

Considerando que el cambio de uso de suelo propuesto, implica la conservación de una superficie de 18,794.91 m² como áreas verdes naturales que corresponden al 10.13 % de la superficie total del predio; y dado que se mantendrán también áreas verdes ajardinadas en áreas de los camellones de las vialidades, áreas de jardines y parques en donde el suelo estará protegido de la erosión (eólica y pluvial) por la vegetación en pie; ya que fungirá como barrera de protección ante la incidencia del viento y la lluvia, además que el terreno presenta pendientes mínimas y relieve generalmente plano con pequeñas ondulaciones, por lo que no ocurre un arrastre del suelo o pérdida del mismo por erosión, tal como ocurre en otras partes del país como las áreas de zonas montañosas; superficie que permitirá la infiltración del agua pluvial al subsuelo.

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 Playa del Carmen. 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 del suelo 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 conservar el 10.13% de la superficie total del terreno, mismas que se habrán de integrar como áreas verdes de conservación y mitigación de impactos, 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 el conjunto habitacional propiamente dicha. De tal manera que contribuyen a mejorar la calidad de vida de la población, considerando proteger dos criterios básicos: la salud pública y el saneamiento ambiental".
4. Todo el material vegetal 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 estas actividades.
5. Se deberá realizar un programa de rescate y reubicación de flora nativa 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, dentro o fuera del proyecto de interés.
6. Se realizará un programa de reforestación preferentemente con plantas nativas para implementarse en las áreas destinadas a estacionamiento y las vialidades internas del proyecto y áreas destinadas a los jardines y Parques.
7. Establecer un programa de supervisión ambiental efectivo con la adecuada presencia de una persona por lo menos, durante el desarrollo del cambio de uso de suelo.
8. Se deberán implementar atajos para facilitar el desplazamiento de la fauna silvestre a lo largo de las áreas de conservación, ya que algunas poblaciones, principalmente de vertebrados, requieren de una gran cantidad de hábitat para sobrevivir.
9. Que como parte de las medidas de mitigación que se proponen, se mantendrá un programa de limpieza periódica del sitio del proyecto.

Al término de las actividades se promoverá la reforestación de las áreas verdes internas del proyecto, además de que se promoverá la creación y ornamentación de espacios ajardinados dentro del mismo en el que se garantiza una sobrevivencia del 80%.

A continuación en la siguiente figura 35 se presenta la distribución de las áreas de conservación que ocupan 1.87 hectáreas (10.13% de la superficie total del predio) y las áreas verdes de uso común que ocupan 1.78 hectáreas (9.62% de la superficie total del predio) en las que se pretende mantener la vegetación nativa con lo que se mantienen condiciones propicias para que continúen los procesos naturales de este ecosistema.

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 parcial de la vegetación en una superficie de 16.66 hectáreas para el desplante de este proyecto, permitirá la continuidad de los procesos de desarrollo de la vegetación, por lo que se considera que el 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.

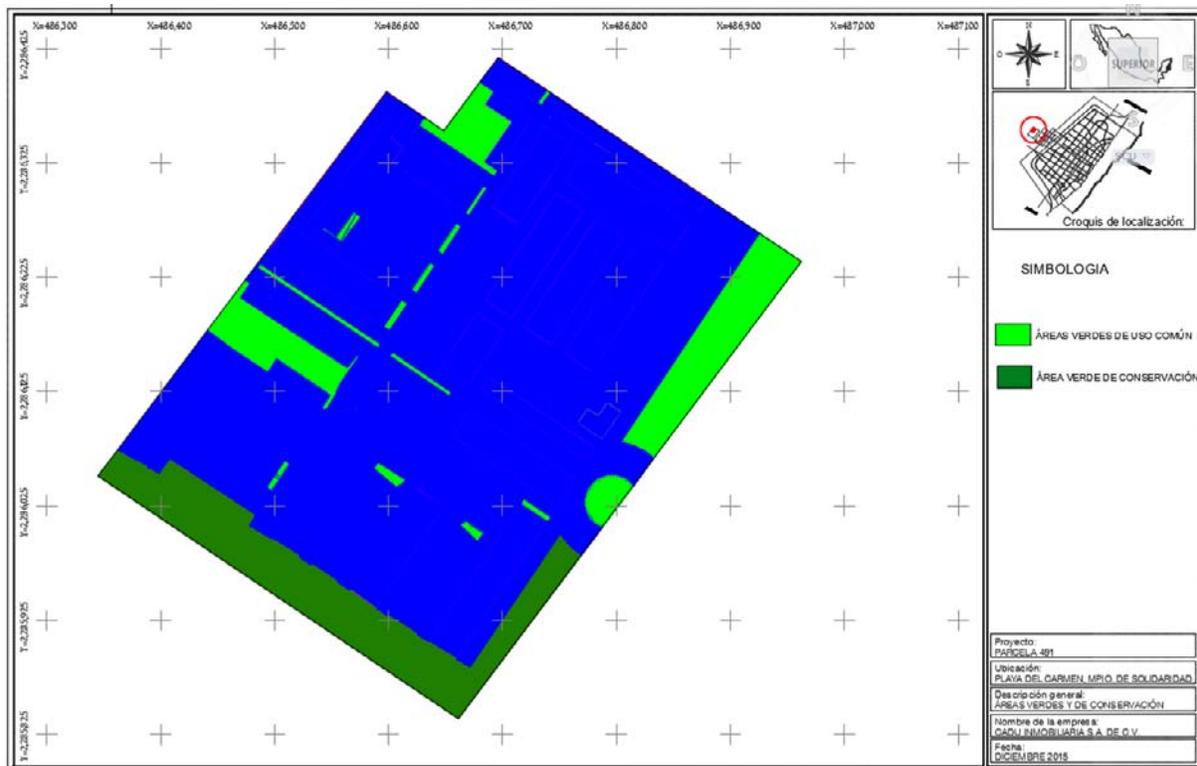


Figura 35. En color verde se representan las áreas de conservación y las áreas verdes de uso común que deberán respetarse para proteger la vegetación.

IX. IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

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 "Desarrollo Habitacional Parcela 491" 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 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 "Desarrollo Habitacional Parcela 491", las acciones del proyecto susceptibles de producir impactos se presentan en el Cuadro 44.

Cuadro 44. Acciones del proyecto susceptible 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 del Área Verde (Deshierbe y Limpieza)	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 45, se presentan los factores ambientales del entorno susceptibles de recibir impactos identificados para el proyecto.

Cuadro 45. 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 (Superficial y Subterránea)	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

FACTORES AMBIENTALES / SERVICIOS AMBIENTALES		CODIGO
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 "Desarrollo Habitacional Parcela 491", se presenta el análisis de los factores ambientales susceptibles de ser impactados (Cuadro 46) por las diferentes actividades que componen el proyecto y los tipos de impactos (positivos y negativos) que podrán ser generados por su interacción.

Cuadro 46. 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	RHC	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		(-)

ACCIÓN	FACTORES AMBIENTALES		IMPACTO	p	n
	Modulación Climática	MRC	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 desmonte	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	(+)	
10. Reforestación y reubicación de plantas nativas	Suelo	S	Recuperación de suelo	(+)	
	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	RHC	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	RHC	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, 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. 36).

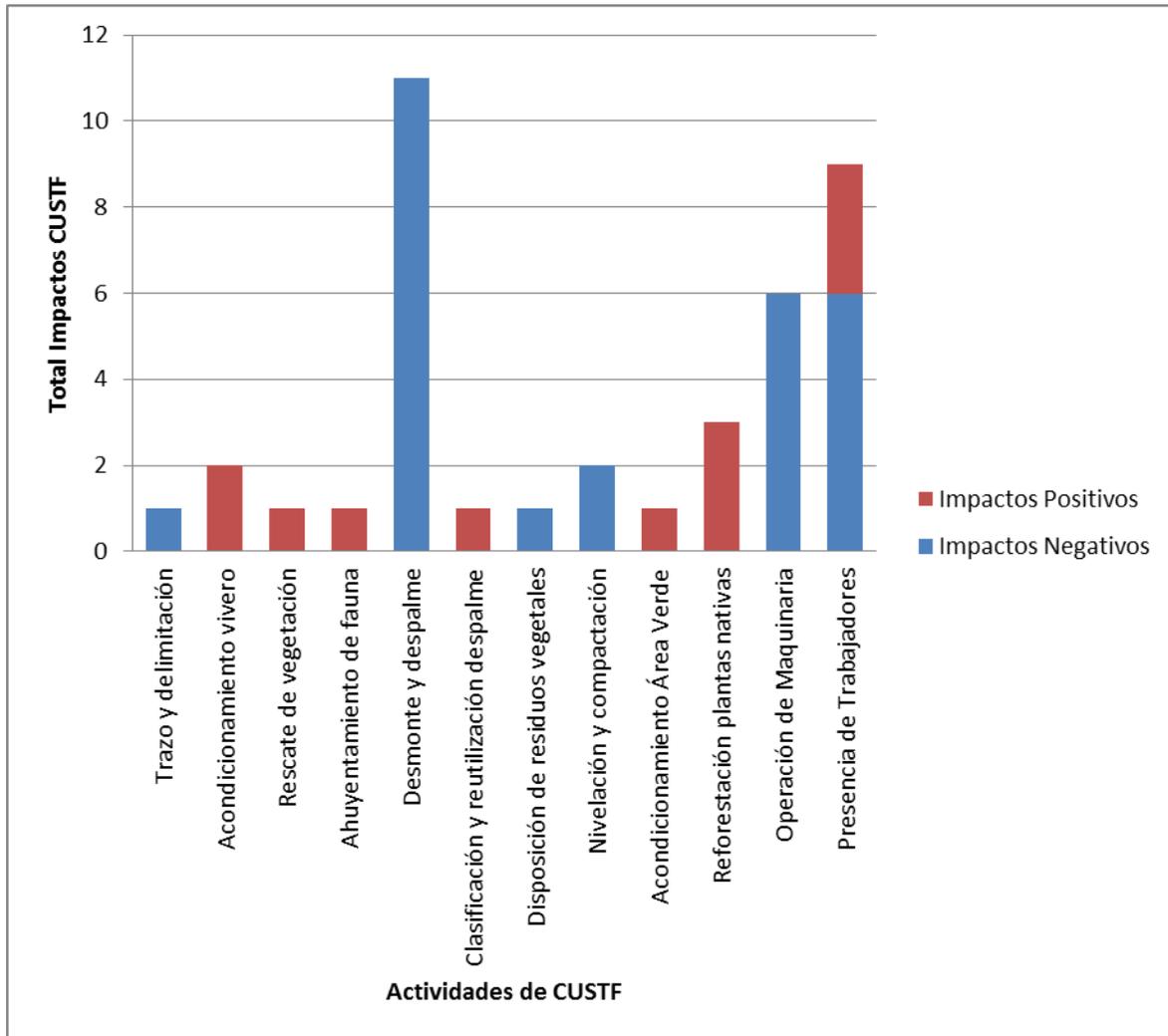


Figura 36. Total de impactos por actividad de CUSTF del proyecto.

IX.1.3.2 Matrices de Interacción

En la matriz de interacción de impactos ambientales (Cuadro 47), 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 47. Identificación de los impactos derivados de la implementación del cambio de uso de suelo del proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 491".

			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	Disposición de residuos <small>desmonte vegetales</small>	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
	Biológico	Agua Subterránea	Provisión en calidad y cantidad	AG					(-)						(-)	(-)	3	0	3
		Flora	Protección Biodiversidad	FL	(-)		(+)		(-)		(-)		(+)	(+)			3	3	6
			Fauna	Diversidad y abundancia	FA				(+)	(-)					(+)	(-)	(-)	3	2
		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	RHS										(-)		1	0	1
	Economía	Empleo	EM		(+)								(+)		0	2	2
		Economía local	EL										(+)		0	1	1
TOTAL DE IMPACTOS NEGATIVOS														1	0	0	
TOTAL DE IMPACTOS POSITIVOS														0	2	1	
TOTAL DE IMPACTOS POR ACTIVIDAD														1	2	1	

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 48).

Cuadro 48. Descripción de los impactos potenciales derivados de la implementación del CUSTF del predio donde se lleva a cabo la construcción del proyecto Desarrollo Habitacional Parcela 491.

ACTIVIDAD	CODIGO	DESCRIPCIÓN
CALIDAD DEL AIRE		
Desmonte y Despalme	AI-5	Durante las actividades de remoción de la vegetación (desmonte) y de la cubierta superficial del terreno (despalme) en una superficie de 166,675.44 m2, se afectará temporalmente la calidad del aire por la generación de emisiones atmosféricas (sólidos suspendidos).
Nivelación y Compactación	AI-8	Durante las actividades de desmonte y despalme de la superficie de CUSTF, se afectará temporalmente la calidad del aire por la generación de emisiones atmosféricas (sólidos suspendidos) por el movimiento de materiales pétreos (sascab).
Operación de Maquinaria	AI-11	Durante las actividades de desmonte 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 reflejará 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.
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.

ACTIVIDAD	CODIGO	DESCRIPCIÓN
PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUELOS		
Desmonte y Despalme	S-5	La calidad del suelo en las áreas sujetas a desmonte y despalme, sufrirán afectación por la remoción de la vegetación (desmonte) y extracción y retiro de la capa fértil superficial (despalme).
Clasificación y Reutilización Desmonte	S-6	Una parte del material vegetal residual, como troncos, ramas, arbustos y hojas producto del desmonte del predio, será triturado y revuelto con la tierra negra del despalme para generar composta 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.
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	<p>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.</p> <p>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.</p>
PROVISIÓN DE AGUA EN CALIDAD Y CANTIDAD		
Desmonte y Despalme	AG-5	La remoción de la vegetación inherente al cambio de uso de suelo forestal en una superficie de 166,675.44 m ² , genera una afectación en la provisión de agua en calidad y cantidad que será insignificante comparado con lo que se capta en el estado.
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

ACTIVIDAD	CODIGO	DESCRIPCIÓN																								
		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.																								
Rescate de Vegetación	FL-3	El proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 491", previo a las actividades de CUSTF, implementará el Programa de Rescate y Reubicación de especies de la vegetación forestal del proyecto Desarrollo Habitacional Parcela 491, 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.																								
Desmote 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 166,675.44 m2. De acuerdo con la caracterización de la vegetación del predio, en el sitio no se registra la presencia de ninguna especie protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010.																								
Disposición de residuos vegetales	FL-7	La disposición inadecuada de los residuos producto del desmote de la vegetación, puede afectar la vegetación y biodiversidad de los predios colindantes.																								
Acondicionamiento Área Verde	FL-9	El proyecto, al término del CUSTF del proyecto Desarrollo Habitacional Parcela 491 de interés del presente DTU-A, destinará entre las áreas verdes de uso común y de conservación el 19.75% de la superficie total de la parcela (36,646.07 m2) las cuales contarán con vegetación nativa. <table border="1" style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>Usos de Suelo</th> <th>Superficie (m2)</th> <th>Porcentaje (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Desarrollo Habitacional Parcela 491</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Habitacional</td> <td>89,196.60</td> <td>48.09</td> </tr> <tr> <td>Comercial</td> <td>598.72</td> <td>0.32</td> </tr> <tr> <td>Vialidades</td> <td>59,046.05</td> <td>31.83</td> </tr> <tr> <td>Áreas Verdes de Uso Común</td> <td>17,851.16</td> <td>9.62</td> </tr> <tr> <td>Áreas Verdes de Conservación</td> <td>18,794.91</td> <td>10.13</td> </tr> <tr> <td>Superficie total Parcela 491</td> <td>185,487.45</td> <td>100.00</td> </tr> </tbody> </table>	Usos de Suelo	Superficie (m2)	Porcentaje (%)	Desarrollo Habitacional Parcela 491			Habitacional	89,196.60	48.09	Comercial	598.72	0.32	Vialidades	59,046.05	31.83	Áreas Verdes de Uso Común	17,851.16	9.62	Áreas Verdes de Conservación	18,794.91	10.13	Superficie total Parcela 491	185,487.45	100.00
Usos de Suelo	Superficie (m2)	Porcentaje (%)																								
Desarrollo Habitacional Parcela 491																										
Habitacional	89,196.60	48.09																								
Comercial	598.72	0.32																								
Vialidades	59,046.05	31.83																								
Áreas Verdes de Uso Común	17,851.16	9.62																								
Áreas Verdes de Conservación	18,794.91	10.13																								
Superficie total Parcela 491	185,487.45	100.00																								
Reforestación Plantas Nativas	FL-10	La reforestación con plantas nativas pretende prevenir y mitigar los impactos ambientales generados por el desmote de la vegetación de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo en terrenos forestales (166,675.44 m2), así como, arborizar y ajardinar las áreas verdes del proyecto.																								
CAPTURA DE CARBONO, CONTAMINANTES Y COMPONENTES NATURALES																										
Desmote y Despalme	CC	Al igual que para la captación de agua, la captura de carbono se habrá de ver afectada y reducida en una superficie de 166,675.44 m2, la cual actualmente se encuentra cubierta por vegetación secundaria arbórea y herbácea derivada de una selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ).																								

ACTIVIDAD	CODIGO	DESCRIPCIÓN
GENERACIÓN DE OXÍGENO		
Desmote y Despalme	GO	Este servicio ambiental, al igual que la captura de carbono se habrá de ver afectado y reducido por la disminución en una superficie de 166,675.44 m2 de vegetación secundaria arbórea y herbácea derivada de una selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ).
AMORTIGUAMIENTO DEL IMPACTO DE LOS FENÓMENOS NATURALES		
Desmote 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 arbórea y herbácea derivada de una selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) en una superficie de 166,675.44 m2 afectará el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales en la zona.
MODULACIÓN O REGULACIÓN CLIMÁTICA		
Desmote 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 arbórea y herbácea derivada de una selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) en una superficie de 166,675.44 m2 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>Amazona albifrons</i>).
Desmote y Despalme	FA-5	El desmote y el despalme en el sitio del proyecto afectarán principalmente el hábitat de la fauna, reduciéndolo en una superficie de 166,675.44 m2 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 Desarrollo Habitacional Parcela 491, destinará entre las áreas verdes de uso común y de conservación el 19.75% de la superficie total de la parcela (36,646.07 m2) 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		

ACTIVIDAD	CODIGO	DESCRIPCIÓN
Desmonte 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 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 desmonte y despalme 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	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.
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

ACTIVIDAD	CODIGO	DESCRIPCIÓN
		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.
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 49. Criterios de clasificación de los impactos ambientales

CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN	CLASES
Por el carácter	<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	<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	<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	<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

CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN	CLASES
	los impactos individuales. Así mismo se incluye en este tipo aquel efecto cuyo modo de acción induce en el tiempo la aparición de otros nuevos.
Por la extensión	<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.	<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	<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 Comunales.* Informe para optar al Título de Ingeniero de Ejecución en Ordenación Ambiental, Instituto Profesional INACAP (modificado).

En el Cuadro 50, se presenta la evaluación de impactos ambientales potenciales identificados para el presente proyecto, en función de los criterios expuestos en el cuadro previamente citado.

Cuadro 50. Valoración cualitativa de los impactos ambientales del proyecto.

CODIGO	CARACTER	CAUSA-EFECTO	MOMENTO MANIFESTACIÓN	INTERRELACIÓN ACCIONES Y/O ALTERACIONES	EXTENSIÓN	PERSISTENCIA	RECUPERACIÓN
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

CODIGO	CARACTER	CAUSA-EFECTO	MOMENTO MANIFESTACIÓN	INTERRELACIÓN ACCIONES Y/O ALTERACIONES	EXTENSIÓN	PERSISTENCIA	RECUPERACIÓN
FLORA – PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD							
FL-1	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Temporal	Reversible
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 51 para estimar la incidencia del proyecto sobre los distintos factores y atributos ambientales.

Cuadro 51. 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 la Cuadro 52.

Cuadro 52. 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 53.

Cuadro 53. 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								

CODIGO	C	P	I	O	E	D	R	VALOR
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
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 (Fig. 37).

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 Desarrollo Habitacional Parcela 491.

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).

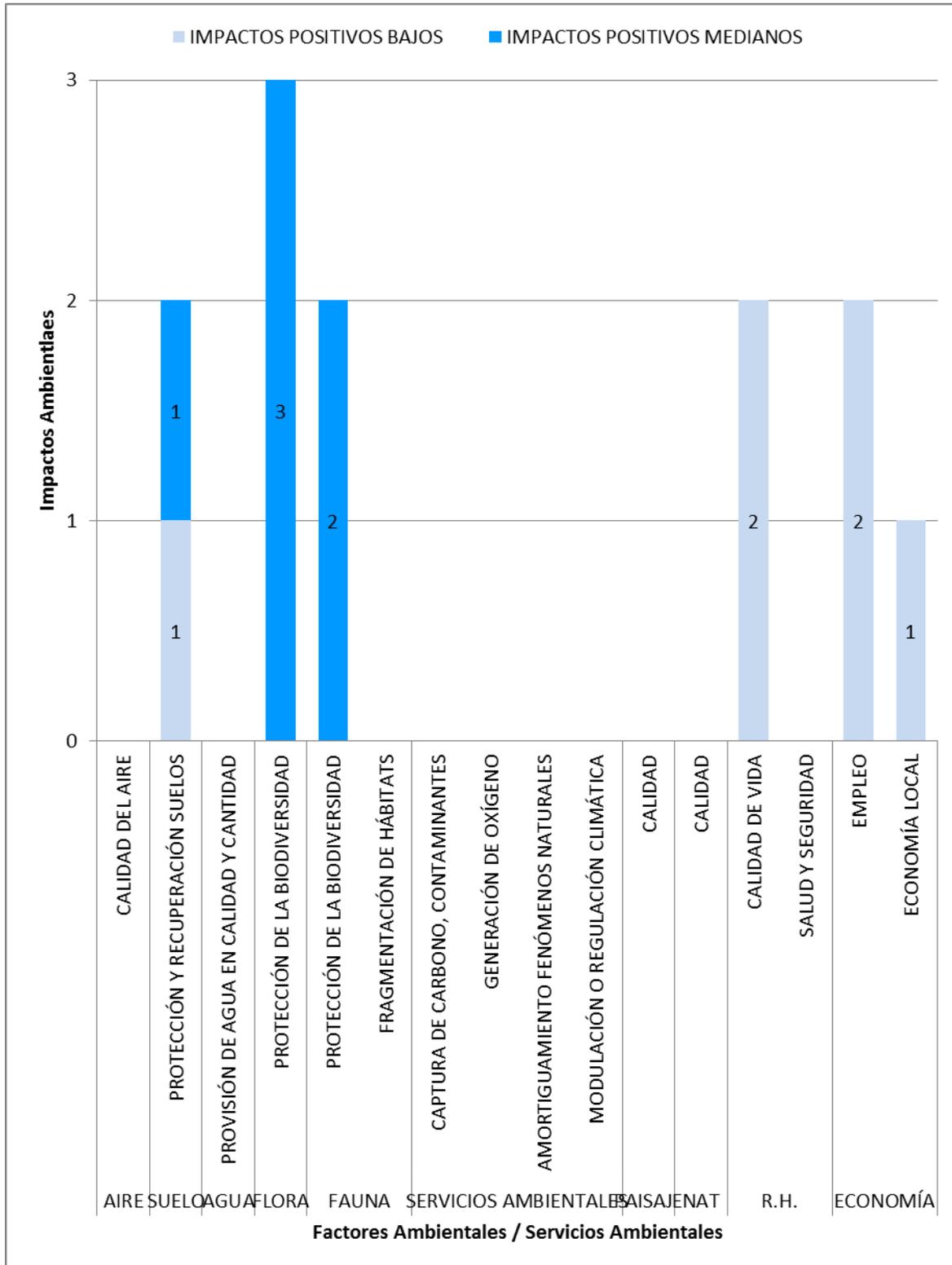


Figura 37. Impactos positivos producto de la implementación del CUSTF del proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 491".

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 Desarrollo Habitacional Parcela 491, 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 (166,675.44 m²), así como, arborizar y ajardinar las áreas verdes de uso común y de conservación del proyecto (36,646.07 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 *Amazona albifrons*) (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.

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, la remoción de una superficie de 166,675.44 m² de vegetación secundaria arbórea y herbácea derivada de una selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) para llevar a cabo el CUSTF del proyecto Desarrollo Habitacional Parcela 491, 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 Desarrollo Habitacional Parcela 491, 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 Playa del Carmen, así como, en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, y cuenta con medidas de prevención y mitigación para evitar los impactos acumulativos en el sitio del proyecto.

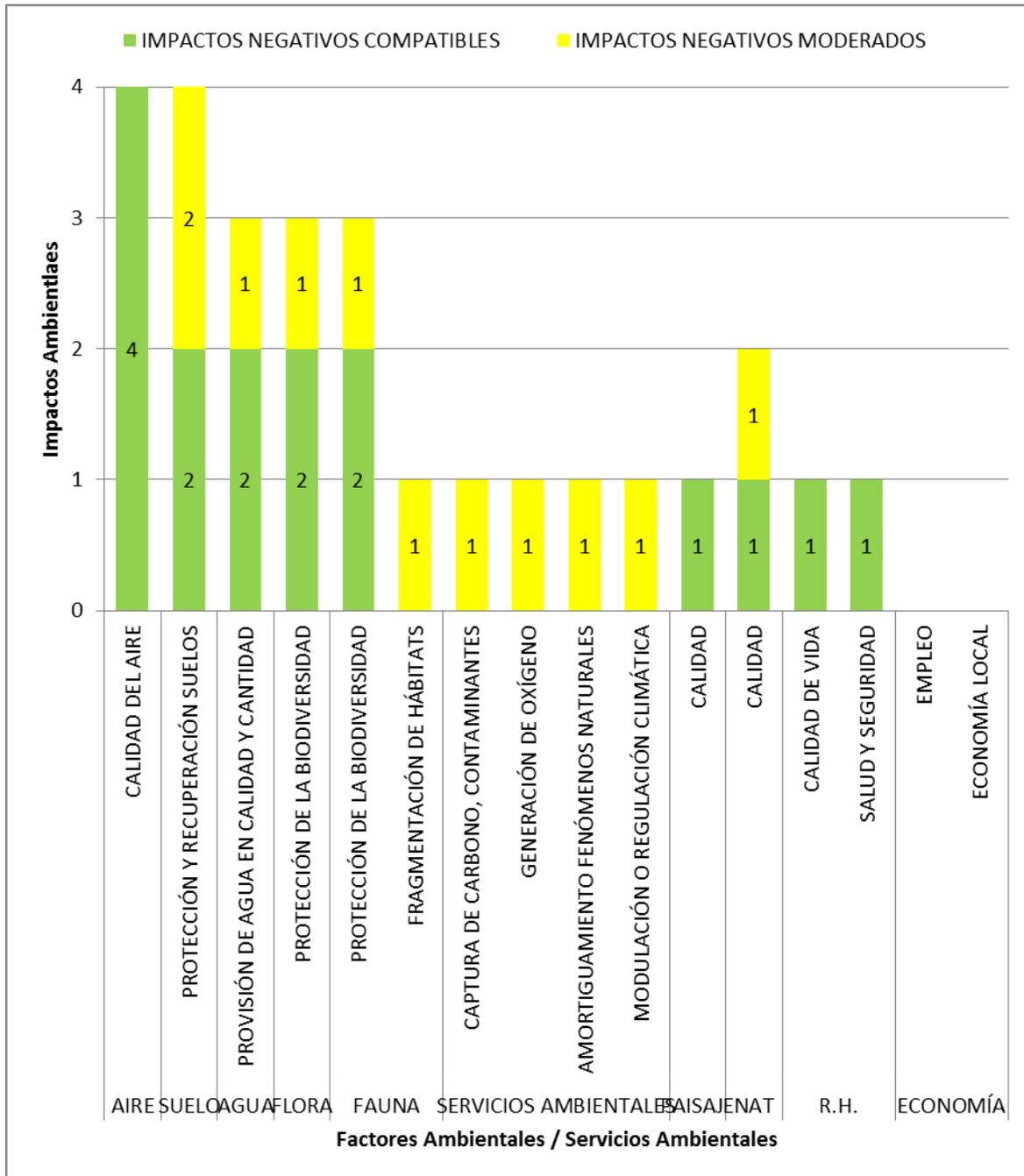


Figura 38. Impactos negativos producto de la implementación del CUSTF del proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 491".

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) producto del CUSTF del proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 491", 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 RLGDFS) que se verían afectados por la implementación del CUSTF del proyecto (Cuadro 54).

Cuadro 54. 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 RLGDRF
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

EXCEPCIONALIDADES ARTÍCULO 117 LGDRF	FACTORES AMBIENTALES	SERVICIOS AMBIENTALES ARTÍCULO 7 RLGDRF
-	Recursos Humanos	Calidad de vida Salud y seguridad

En los Cuadros 55 y 56, se presentan las medidas de prevención y mitigación correspondientes, mediante las cuales se asegura que no se provocará la erosión de los suelos, no se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, no se comprometerá la biodiversidad, no se comprometerán los servicios ambientales, entre otras medidas socioeconómicas.

Cuadro 55. 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: Evidencia de quema de basura o material orgánico.
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

CÓDIGO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
		<p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificación: No hay evidencia de emisiones de gases por parte de la maquinaria. • 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: Una parte del material vegetal residual, como troncos, ramas, arbustos y hojas producto del desmonte del predio, será triturado y revuelto con la tierra negra del despalme para generar composta y se utilizada en las áreas verdes del proyecto, mientras que el excedente será donado al H. Ayuntamiento de Solidaridad. • Verificación: Evidencia de material vegetal triturado en el sitio del proyecto. • Cuantificación: Volumen de material triturado (Bitácora de trituración de material).
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 Peligrosos).

CÓDIGO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
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).

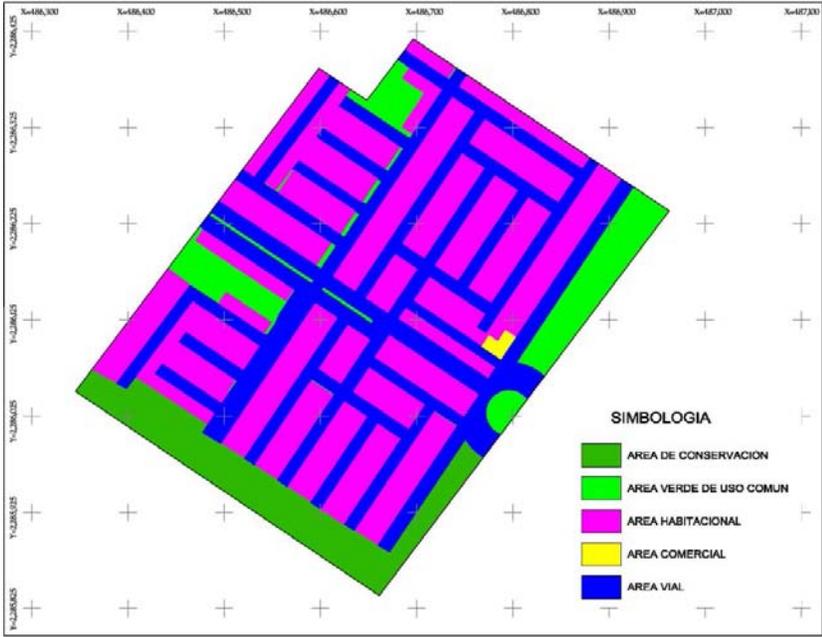
Cuadro 56. Medidas de prevención y mitigación para evitar el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.

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: El proyecto, al término del CUSTF del proyecto Desarrollo Habitacional Parcela 491 de interés del presente DTU-A, destinará como área permeable el 44.57% de la superficie total del sitio del proyecto, la cual estará distribuida en las áreas de conservación (parque lineal), áreas verdes de uso común, unidades habitacionales (38.34 m² de área permeable por lote), y vialidades conformadas con adopasto. <div style="text-align: center;">  <p>PLANO DE SUPERFICIES PERMEABLES</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> • Verificación: Presencia de las áreas permeables correspondientes. • Cuantificación: Presencia del 44.57% de áreas permeables.
		<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: El agua de lluvia será infiltrada al subsuelo mediante el empleo de pozos de absorción, en la cantidad y ubicación que determine el proyecto

CÓDIGO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
		<p>de rasantes, mismos que se deberán ubicar estratégicamente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificación: Cada pozo debe permitir desalojar el gasto pluvial de cada cuenca urbanizada. Los pozos se construirán serán conforme a la normatividad de la CNA. • Cuantificación: Presencia del número de pozos autorizados por las autoridades competentes.
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 Peligrosos).
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. • Cuantificación: Volumen de residuos trasladados a sitios de disposición final autorizados (Bitácora de Manejo de Residuos Sólidos).

Cuadro 57. 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 "Desarrollo Habitacional Parcela 491", previo a las actividades de CUSTF, implementará el Programa de Rescate y Reubicación de especies de la vegetación forestal del proyecto Desarrollo Habitacional Parcela 491, 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

CÓDIGO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
		<p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificación: Rescate de 7,769 plantas. • Cuantificación: Supervivencia de al menos un 80% de las especies rescatada (Bitácora de rescate de vegetación).
	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: El proyecto, al término del CUSTF del proyecto Desarrollo Habitacional Parcela 491 de interés del presente DTU-A, destinará entre las áreas verdes de uso común y de conservación el 19.75% de la superficie total de la parcela (36,646.07 m2) las cuales contarán con vegetación nativa.  <ul style="list-style-type: none"> • Verificación: Presencia de las áreas de conservación y verdes correspondientes. • Cuantificación: Presencia de 36,646.07 m2 de áreas verdes y de conservación.
FAUNA		
FA-5	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: 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 troncos huecos, principalmente) y especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (<i>Ctenosaura similis</i> y <i>Amazona albifrons</i>). • Verificación: Evidencia de la implementación de las actividades descritas en

CÓDIGO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
		<p>el Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna (Registro Fotográfico)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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: Platicas de educación ambiental. • Cuantificación: Lista de asistencia a las pláticas de educación ambiental.

Cuadro 58. 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 Desarrollo Habitacional Parcela 491 de interés del presente DTU-A, destinará entre las áreas verdes de uso común y de conservación el 19.75% de la superficie total de la parcela (36,646.07 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-105 denominada Corredor Cancún-Tulum, con una superficie total de 1,715 km². El CUSTF del sitio del proyecto, representa el 0.009% 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 de conservación y verdes correspondientes. • Cuantificación: Presencia de 36,646.07 m² de áreas verdes y de conservación.
PAISAJE		
AI-12	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Se contará con sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20

CÓDIGO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
PC-12		<p>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> <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 59. 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>

CÓDIGO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
		<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 60.

Cuadro 60. 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

CODIGO	C	P	I	O	E	D	R	VALOR
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								
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 la tabla previamente citada, 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 Despalme, 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.

De este modo, y en términos ambientales, el CUSTF del proyecto Desarrollo Habitacional Parcela 491 se puede considerar como viable de acuerdo con lo siguiente:

- 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.
- 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 áreas verdes y de conservación del proyecto.
- No implica aislar un ecosistema, puesto que se contempla la conformación del parque lineal indicado en el PDU aplicable, así como, concentrará las áreas verdes del proyecto para mantener la conectividad.

- Asimismo, 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.
- 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 la zona se encuentra en la zona de crecimiento de la ciudad de Playa del Carmen, donde se presentan diferentes proyectos similares al planteado en el presente documento y que actualmente se encuentran en operación. El CUSTF del sitio del proyecto, representa el 0.009% de la superficie total de la RHP-105, 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 39, se representan las condiciones ambientales que en la actualidad existen en el predio y en sus colindancias. El predio estudiado se encuentra cerca de las áreas urbanizadas; por lo que, el tipo de vegetación carece de volúmenes aprovechables de madera con fines comerciales, pero puede contener recursos forestales no maderables, actualmente la mayor parte de este predio, se encuentra afectado principalmente por el desarrollo de viviendas y obras de infraestructura urbana en construcción de la ciudad de Playa del Carmen.

La vegetación forestal que se encuentra presente corresponde a vegetación secundaria arbórea de Selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ), cubriendo toda la superficie del predio, con evidencias de perturbaciones de tipo antropogénica; salvo la existencia de árboles muertos en pie o derribados, aunque muy escasos; y otros más caídos muertos, lo cual es señal de perturbaciones ocurridas por fuertes vientos, derivados principalmente por la incidencia de huracanes en la zona (en los planos anexos se presenta el plano de vegetación del predio).

La comunidad que integra la cobertura vegetal del predio, presenta una composición florística joven, en donde algunos árboles adultos sobresalen del dosel, existiendo espacios para la entrada de luz, que es necesaria para el adecuado desarrollo de las plántulas durante el proceso de regeneración natural de la vegetación. A nivel del suelo

es evidente la materia orgánica en descomposición, originada por el proceso de regeneración vegetativa (ramas, hojas, etc.) de las distintas especies que se encuentran presentes; así mismo, se pueden observar bejucos, lianas y bromelias creciendo en el follaje de la vegetación.

Los individuos arbóreos generalmente presentan contrafuertes en la base de los troncos, siendo esta, una característica peculiar de las selvas en la Península de Yucatán, ya que les permite alcanzar grandes alturas en suelos poco profundos. En el predio existe una gran cantidad de especies forestales como *Piscidia piscipula*, *Lonchocarpus rugosus*, *Swartzia cubensis*, *Caesalpinia yucatanensis*, *Lysiloma latisiliquum*, *Vitex gaumeri*, *Dendropanax arboreus*, *Ficus máxima*, *Ficus cotinifolia*, *Coccoloba spicata*, *Bursera simaruba*, *Metopium brownei*, *Diospyros cuneata*, *Ficus obtusifolia*, *Ficus pertusa* entre otras especies.

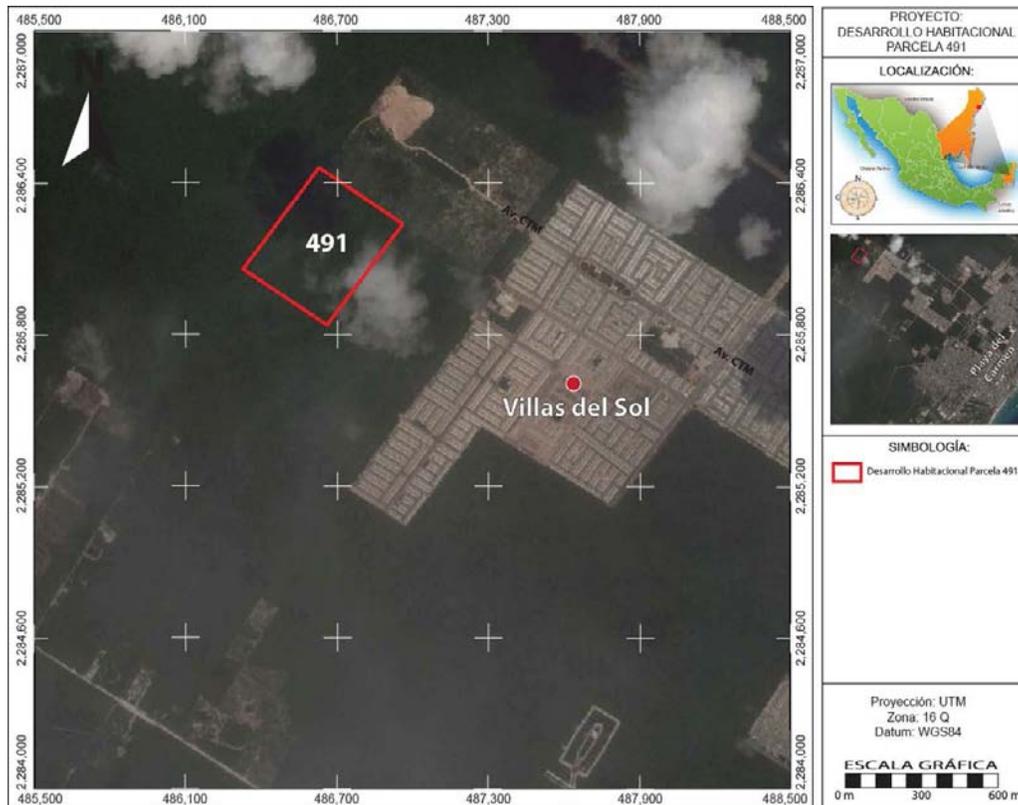


Figura 39. Ubicación del predio para el proyecto Desarrollo Habitacional Parcela 491 y actividades que actualmente se desarrollan en sus colindancias.

En relación con la fauna, el desarrollo urbano que actualmente se presenta en la zona conlleva actividades de modificación del hábitat, lo cual origina que muchas especies de fauna silvestre emigren a sitios menos perturbados y con recursos disponibles. Otras especies de fauna, en cambio, son tolerables a las perturbaciones propias de la implementación de los proyectos urbanos. Además es importante considerar que la distribución de la fauna dentro de un área es influenciada por varios aspectos, tales

como la disponibilidad y heterogeneidad de los recursos, las interacciones intra/interespecíficas, las perturbaciones naturales y antropogénicas.

El escaso número de especies registradas en este estudio encuentra su explicación en dos 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 loro frente blanca (*Amazona albifrons*) 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 se establecen las siguientes conclusiones:

- Debido a la condición 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 el predio no existen sitios críticos que merezcan un tratamiento especial; sin embargo, el registro de la Iguana gris *Ctenosaura similis* y *Amazona albifrons* requieren que para estas especies 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.

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 quemados, 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 "Desarrollo Habitacional Parcela 491" se encuentra clasificado como un Desarrollo Habitacional Urbano y pretende llevar a cabo la construcción de 1,114 unidades habitacionales sobre una superficie total de 18.54 hectáreas, con una densidad habitacional de 60 viv/ha. El desarrollo habitacional contemplará viviendas de Interés Social Tipo unifamiliares y multifamiliares Cuadruplex de dos recamaras, planteado en dos niveles en lotes tipo de tamaño promedio de 101.50 m², con un frente de 7.00 m por 14.50 m de fondo, y 47.2 m² de construcción en

cada vivienda en cada nivel, y contarán con todos los servicios de energía eléctrica, agua potable y drenaje sanitario.

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, el predio del proyecto se ubica dentro de las Unidad de Gestión Ambiental 11 denominada "Reserva Urbana de Solidaridad" con una política ambiental de aprovechamiento sustentable, la cual permite para el caso del predio de interés, los usos de suelo que establezca el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Playa del Carmen. Y señala que posee una vocación de uso de suelo urbano, es decir, promueve el aprovechamiento del territorio al interior de los centros de población legalmente establecidos, para el desarrollo de proyectos que cumplan con los usos y destinos del suelo en los términos que se indiquen en el Plan o Programa de Desarrollo Urbano vigente y de acuerdo con la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Quintana Roo y la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo. El proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 491" es compatible con las políticas urbanas de desarrollo dado que el sitio del proyecto cuenta con un uso de suelo Habitacional H4-P, Mixto Barrial (MB 1) y Parque Lineal (PL), y el proyecto pretende llevar a cabo los usos de suelo que se presentan en la cuadro 61.

Cuadro 61. Usos de Suelo del Proyecto Desarrollo Habitacional Parcela 491.

Usos de Suelo Desarrollo Habitacional Parcela 491	Superficie (m ²)	Porcentaje (%)
Habitacional	89,196.60	48.09
Comercial	598.72	0.32
Vialidades	59,046.05	31.83
Áreas Verdes de Uso Común	17,851.16	9.62
Áreas Verdes de Conservación	18,794.91	10.13
Superficie total Parcela 491	185,487.45	100.00

De la superficie total del proyecto, el CUSTF de interés del presente DTU-A representa el 89.87% de la parcela (166,675.44 m²), con un área de conservación del 10.13% (18,794.91 m²), con la distribución que se presenta en la Figura 40.

Cuadro 62. CUSTF del Proyecto Desarrollo Habitacional Parcela 491.

Tabla de Áreas	Superficie (m ²)	Porcentaje (%)
Superficie de Cambio de Uso de Suelo	166,675.44	89.87
Superficie de Conservación	18,794.91	10.13
Superficie total Parcela 491	185,470.35	100.00

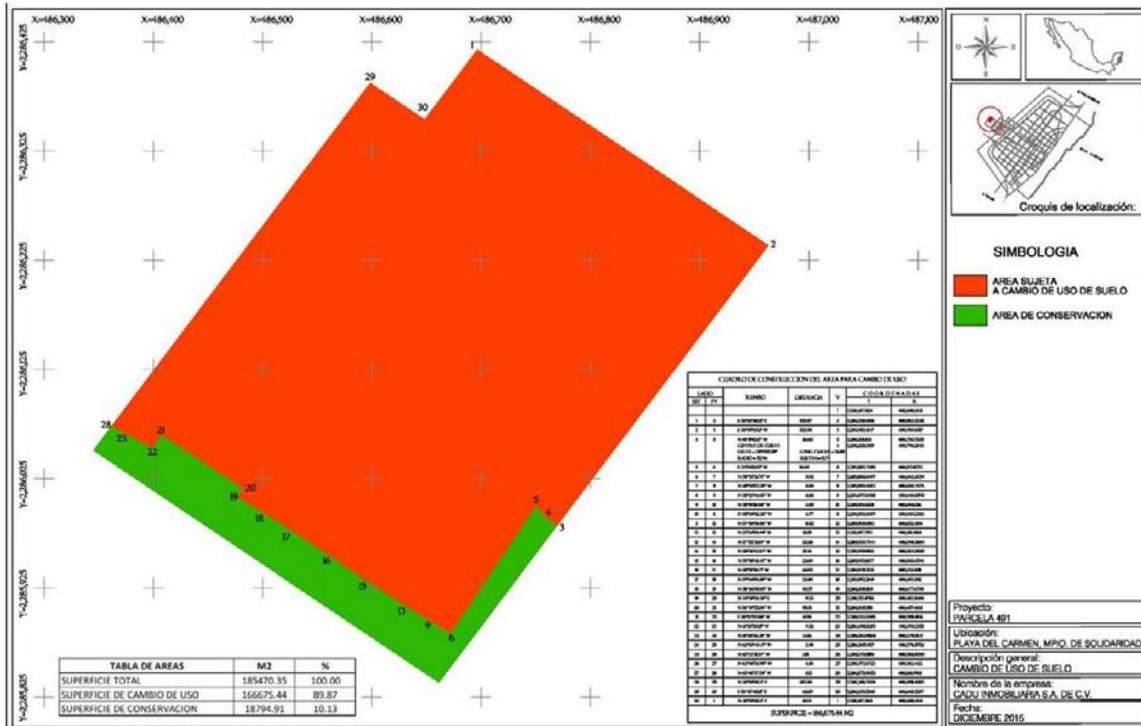


Figura 40. Proyecto de CUSTF del Desarrollo Habitacional Parcela 491.

La ubicación del proyecto se considera adecuada, al estar colindante al área urbana de Playa del Carmen, en el área de expansión de la mancha urbana, conectada a dicha ciudad a través de la Av. CTM. Aunado a lo anterior, como parte del programa de reforestación, las plantas rescatadas en el sitio del proyecto se utilizarán para las áreas verdes y de conservación 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 Desarrollo Habitacional Parcela 491, no comprometerá 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 la zona de influencia en donde se pretende llevar a cabo la implementación del presente proyecto, prevalecen condiciones de crecimiento urbano (**Fig. XXX**). La vegetación del área de estudio del predio en que se ubicara el proyecto se clasifica como vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia en estado de degradación y corresponde a las reservas de crecimiento de la ciudad de Playa del Carmen, municipio de Solidaridad, Quintana Roo, por lo que se encuentra sometido a una presión humana sobre los recursos naturales y de ocupación originada por la expansión de la mancha urbana de la misma ciudad.

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, el predio del proyecto se ubica dentro de las Unidad de Gestión Ambiental 11 denominada "Reserva Urbana de Solidaridad" con una política ambiental de aprovechamiento sustentable, la cual permite para el caso del predio de interés, los usos de suelo que establezca el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Playa del Carmen. Y señala que posee una vocación de uso de suelo urbano, es decir, promueve el aprovechamiento del territorio al interior de los centros de población legalmente establecidos, para el desarrollo de proyectos que cumplan con los usos y destinos del suelo en los términos que se indiquen en el Plan o Programa de Desarrollo Urbano vigente y de acuerdo con la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Quintana Roo y la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo. El

sitio del proyecto cuenta con un uso de suelo Habitacional H4-P, Mixto Barrial (MB 1) y Parque Lineal (PL).



Figura 41. Crecimiento urbano de la Ciudad de Playa del Carmen.

De acuerdo con los instrumentos de planeación aplicables, el desarrollo del proyecto permitirá controlar y, en su caso, mitigar algunos de los impactos adversos al ambiente, mediante la implementación de actividades, programas y medidas preventivas y/o correctivas, tales como: eliminar y evitar la presencia de tiraderos clandestinos de basura, quema de la misma y defecación al ras del suelo; llevar a cabo un buen manejo de los residuos sólidos generados por la operación del proyecto; reforestación de jardines.

La puesta en marcha del cambio de uso del suelo del proyecto y una vez concluida la construcción del desarrollo habitacional, traerá consigo que en esta zona y sus alrededores se aumente la oferta habitacional, sin atentar contra el desarrollo de la zona y no pone en riesgo la diversidad de especies de flora y fauna en peligro de extinción, ni la contaminación del suelo y subsuelo ocasionado por la generación de residuos sólidos y defecación al aire libre ya que existirán medidas de prevención

aplicables como se mencionan en los numerales anteriores. Finalmente, se generarán empleos temporales durante su construcción.

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 166,675.44 m² del proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 491", se requieren de medidas integrales de manejo que permitan su mitigación, prevención, atenuación o reducción, apegando 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**

El Artículo 123 Bis del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, establece que *para efectos de lo 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**

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**

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 63.

Cuadro 63. 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 públicas municipales.
		Evidencia de especies exóticas en áreas verdes públicas municipales.
		Evidencia de ampliación de las áreas sujetas a desmonte y despalme.
	Fauna	Mortalidad de especies.
		Especies en cautiverio.
-	Servicios Ambientales	Superficies de áreas de conservación y 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 64, 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 64. Costo total de la inversión para el Programa de Manejo Ambiental de este proyecto.

CONCEPTO	IMPORTE
Costo del rescate de plantas silvestres (7,769 plantas con un costo de rescate promedio de \$5.00 pesos)	\$38,845.00
Mantenimiento en vivero. Costo del mantenimiento de las plantas rescatadas por un periodo de cuando menos 24 meses (50,000 por año).	\$100,000.00
Costo de las labores de reforestación con plantas con un costo de plantación y mantenimiento promedio de \$ 8.00 pesos	\$62,152.00
Costo de las labores de rescate y ahuyentamiento de fauna (7,000 pesos por 3 meses).	\$21,000.00
Costo de las labores de trituración de los residuos vegetales y recuperación de tierra de monte	\$45,000.00
Programa de Manejo de Residuos Sólidos y líquidos. Contenedores de basura, baños portátiles, disposición de áreas específicos para los aceites usados.	\$40,000.00
Pláticas de Educación Ambiental. Se llevarán a cabo pláticas de educación ambiental con los trabajadores de la obra.	\$15,000.00
COSTO TOTAL DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL	\$321,997.00

Por lo tanto se estima que la ejecución del Programa de Manejo Ambiental para este proyecto tiene un costo total de inversión de **\$321,997.00 pesos M.N.**, 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.

Existen diversos procesos ecológicos que ocurren de manera continua en los ecosistemas y que representan beneficios directos e indirectos para las comunidades humanas. Durante mucho tiempo, a esos servicios o funciones naturales no se les dio la debida importancia, pues se consideraron inagotables. En años recientes, ha ocurrido una revalorización de los servicios ambientales, especialmente ante la evidencia de que dichos servicios se relacionan con la buena calidad ambiental, por lo que la degradación repercute de forma significativa en ellos.

De acuerdo a la Fracción XXXVII, del Artículo 7, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, los Servicios Ambientales son aquellos beneficios que proporcionan al ser humano los distintos ecosistemas forestales, sean estos 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 protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida.
- b) La provisión del agua en calidad y cantidad.
- c) La protección y recuperación de suelos,
- 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.

a) La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida

En este sentido, la zona del proyecto no debe verse de forma aislada e independiente, sino que precisamente forma parte de un paisaje, en donde existen diferentes tipos de vegetación en distintos niveles de perturbación o conservación, en donde se distribuyen especies de vida silvestre (microorganismos, hongos, flora, fauna, etcétera). Dicho con otras palabras, la biodiversidad que existe en el predio del proyecto es reflejo de la existente en toda región. Con la implementación del proyecto, no se compromete la biodiversidad, tanto para la flora como para la fauna silvestre, ya que en ambos casos se prevé la implementación de programas específicos que permitirán la conservación de los mismos a través de su reubicación respectivamente, además que se garantiza su permanencia dentro del sistema ambiental definido en este estudio.

En general, 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, 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 y formas de vida, se realizaron los siguientes análisis.

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 que el cambio de uso de suelo dentro del predio del proyecto tendrá un efecto reducido sobre la riqueza de flora y fauna, no solo se motiva con el bajo número de especies registrado, sino fundamentalmente en dos hechos insoslayables:

- 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 hábitats naturales e inducidos.
- 2) La superficie que será sometida a cambio de uso del suelo (16.66 has del total), representa únicamente el 0.0005% de las selvas altas y medianas subperennifolias del Estado (2'898,051 hectáreas), y el 0.32% del sistema ambiental definido para este estudio de 5,087.58 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 relicto y que tampoco representa 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 86 especies de flora que representan el 3.7% del total registrado para la Península de Yucatán con 2,300 especies de flora y el 4.7 % 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, 3 especies de mamíferos, 4 especies de reptiles y 15 especies de aves, mismas que si se comparan con los registros para la Subcuenca reportada por CAM (op. cit.), debido a que el predio se ubica al interior de una zona urbana rodeada de fraccionamientos y vialidades, presenta vegetación secundaria y severas afectaciones antropogénicas que han mermado su calidad ambiental. Sin embargo, confirman 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.

Adicionalmente, hay que señalar que al interior del predio no se registró especie vegetal endémica o protegida por alguna norma ambiental, por lo que no se comprometen sus poblaciones y por si fuera poco se han considerado acciones preventivas y de mitigación para reducir aún más una posible afectación.

En el caso de la biodiversidad de vertebrados terrestres, los reconocimientos realizados dentro el predio y que se presentan en el apartado correspondiente; así como los realizados en las inmediaciones del predio, en lo que se refiere a especies enlistadas la NOM-059- SEMARNAT-2010, se encuentran dos especies de fauna siendo el Loro frente blanca (*Amazona albifrons*) y la Iguana gris (*Ctenosaura similis*) en categoría de Amenazada. Para esta última especie la modificación del hábitat, aunque es un factor de disturbio, no es el principal factor sino las diversas formas de aprovechamiento humano (cacería de subsistencia, ornato y cacería comercial). A este respecto, el proyecto no incide de manera directa para agravar el tamaño poblacional, pues los sitios en los que el proyecto se ubicará están cercanos al núcleo de población y son ampliamente conocidos por los pobladores. Además, esta especie tiene amplia distribución dentro del Sistema ambiental y de la zona urbana de Playa del Carmen.

Como resultado del análisis de las características de las especies de fauna silvestre y su distribución, así como de la extensión y ubicación del proyecto se concluye que la ejecución del CUSTF en 16.66 hectáreas no tendrá implicaciones perceptibles sobre la biodiversidad del Sistema Ambiental. Se anticipan efectos a escala individual, ya que durante el despalme del proyecto algunos individuos de especies de lento desplazamiento podrían verse afectados. Pero dicho efecto no sería apreciable en la escala de poblaciones ni especies, además hay que considerar que el predio se encuentra inmerso dentro de la zona urbana del Playa del Carmen del municipio de Solidaridad.

La única especie residente en éste y que dependen de los recursos naturales que el predio aporta para su sobrevivencia, a saber, la iguana rayada (*Ctenosaura similis*). La iguana rayada (*Ctenosaura similis*), según Ramírez Bautista y Arizmendi (2004) se distribuye en México en los estados de Campeche, Chiapas, Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán; pero su distribución alcanza hasta Panamá.



Figura 42. Área de distribución de la iguana rayada (*Ctenosaura similis*) en México. Fuente: Ramírez Bautista y Arizmendi, 2004.

Finalmente, los mapas de distribución de los tipos de vegetación de Quintana Roo – Carta de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI e Inventario Nacional Forestal de CONAFOR- indican que la superficie de cambio de uso del suelo que se solicita para el desarrollo del proyecto no corresponde a una comunidad única o en riesgo.

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 del proyecto, se concluye que la ejecución del cambio de uso del suelo que se solicita no tendrá implicaciones perceptibles sobre la biodiversidad de la Subcuenca “d” que incluye al predio, o en el sistema ambiental definido para el proyecto.

Por lo tanto, el germoplasma y la biodiversidad quedan garantizados. Asimismo, con la implementación de los Programas de Rescate de Flora y Fauna Silvestre, se establecerán lineamientos que evitarán el deterioro total del sitio, lo cual permite al proyecto ofrecer la garantía de que la biodiversidad se habrá de mantener.

Además y de acuerdo con los datos del inventario forestal, para el predio de interés se registra una escasa diversidad forestal, el proyecto no compromete la diversidad local, o del sistema ambiental donde se localiza el predio, dado el estado actual del ecosistema considerando que tanto en el predio del área sujeta a cambio de uso de suelo como en el ecosistema del sistema ambiental se presenta una composición florística similar, ya que la vegetación está compuesta principalmente de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia del tipo arbóreo y arbustivo por lo que se garantiza la permanencia y distribución de las especies de selva registrada en este estudio.

b) 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.

Los estratos de la vegetación interceptan el agua de la lluvia y la canalizan lentamente por hojas, ramas y troncos hacia el suelo, de manera que regulan el escurrimiento pluvial y evitan que el suelo se sature. A su vez, la hojarasca y suelos con un alto porcentaje de porosidad y materia orgánica, característicos de ecosistemas tropicales, actúan de manera permeable para la captación del agua de lluvia, permitiendo su lenta filtración hacia el subsuelo con un aumento en la recarga de los mantos acuíferos.

Bajo este contexto, 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 (hm³) de agua al año. El volumen de agua concesionada es de aproximadamente 459.8 hm³, 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. 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).

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 conservar el 10.13 % de la superficie total del predio como áreas verdes naturales, así como también se destinara otro porcentaje de áreas verdes modificadas, mismos que permitirán conservar los procesos naturales en la captación del agua pluvial como áreas permeables; y que en suma permitirán la infiltración del agua pluvial hacia el subsuelo, 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.

Así mismo, de acuerdo a la precipitación que se presenta en el área del proyecto, el régimen de lluvias es afectado por los ciclones que se generan en los centros de presión del Océano Atlántico y Mar Caribe. Quintana Roo sufre la mayor 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.

La precipitación media anual es de 1,276.3 mm y el período de secas se presenta de febrero a abril. La precipitación se puede incrementar por tormentas tropicales, nortes o huracanes. Los meses con mayor precipitación pluvial son junio, septiembre y octubre. Aunado a lo anterior y con base en la información señalada en un apartado de este capítulo 4, los suelos tipo litosoles presentan fuertes restricciones para su utilización con propósitos agrícolas, pues presentan buen drenaje, que favorece la infiltración de las aguas meteorológicas. No obstante a los datos anteriores, Chow, et al. (1994), menciona que el coeficiente de escurrimiento está en función del tipo de suelo y 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.

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 16.66 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 0.001 % del total de la cuenca, 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 la infiltración del agua de lluvia, también representa una de sus principales causas de contaminación; ya que de la misma manera se filtran con facilidad los agroquímicos empleados en las actividades agrícolas, los residuos líquidos (lixiviados) de los tiraderos de basura a cielo abierto o de las lagunas de oxidación de las plantas de tratamiento, así como las filtraciones de aguas residuales de las fosas sépticas.

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 presentarse por llevar a cabo el cambio de uso de suelo y que pudieran afectar la calidad del agua, mismos que a continuación se describen:

Se proporcionaran 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 aprovechamiento.

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. Se colocaran depósitos temporales para residuos domésticos (cartón, papel, unicel, plásticos, aluminio etc.), para evitar el esparcimiento de basura en el predio. Se evitara el derrame de combustibles y aceites en las áreas destinadas al cambio de usos de suelo, como se indica en las medidas de mitigación del capítulo 10 de este documento.

c) La protección y recuperación de suelos

La vegetación es fundamental para controlar la erosión superficial, por ello su eliminación del terreno afectará a este servicio ambiental de forma puntual, pues en términos de erosión la remoción de la vegetación podrá originar una pérdida de suelo forestal para convertirse en suelo inútil para el soporte de formas de vida. No obstante, se asegura que esta afectación no es significativa al nivel del sistema ambiental y menos al nivel de la cuenca. Con la finalidad de demostrar que la remoción de la vegetación que se pretende no provocará la erosión de los suelos de manera significativa en el sitio del proyecto.

Como se podrá comprobar en el Capítulo 12 del presente Documento Técnico Unificado, por la implementación del proyecto no se prevé la afectación significativa del predio por erosión ya que mediante el cálculo realizado se pudo observar que la erosión que podría darse en el área es mínima encontrándose 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 sería el cambio de uso del suelo forestal, sin embargo, se hace uso de esta fórmula para calcular la erosión potencial.

Sin embargo, la remoción total de vegetación forestal correspondiente a vegetación secundaria de Selva mediana subperennifolia, se realizará en una superficie de 16.66 hectáreas que corresponde al 89.87 % de la superficie total del terreno. El proyecto mantendrá como áreas verdes el 10.13% de la superficie total del predio (18,794.91 m²), también se generara otro porcentaje de áreas verdes ajardinadas en áreas de los camellones de las vialidades, áreas de jardines y parques en donde el suelo estará protegido de la erosión (eólica y pluvial).

Si bien, la eliminación de la vegetación forestal afectará a este servicio ambiental de forma puntual en la superficie desmontada, en términos de erosión, significa que la remoción de la vegetación de 16.66 hectáreas, originará una erosión no significativa con un valor menor al 0.0003% con respecto al total de erosión baja que se reconoce para la Península (44,875 km²). Además, la erosión será mucho inferior a la erosión máxima permisible, incluso en otras regiones de México.

Es importante resaltar, que el proyecto también considera el triturado y composta del material producto del desmonte de la vegetación adicional solicitado, para que ya transformado sea utilizado para enriquecer y recuperar de forma orgánica las áreas verdes en el predio. Esta información, aunada a la presentada en relación a la infiltración de agua, permite asegurar que los procesos de formación de suelos, no se verán afectados significativamente, dando cumplimiento tal como lo establece la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

d) Captura de Carbono, de contaminantes y componentes naturales

La fijación de carbono y su almacenamiento en forma de biomasa es una labor importante del metabolismo vegetal. El proceso de fotosíntesis se realiza en las hojas y otras partes verdes de las plantas.

Las selvas capturan, almacenan y liberan carbono como resultado de la fotosíntesis, la respiración y la degradación de la materia seca. Este servicio ambiental equilibra la concentración de carbono naturalmente existente con el que se produce con las emisiones de origen humano. El concepto de captura de carbono normalmente integra la idea de conservar los inventarios de éste elemento que se encuentra en suelos y selvas, es decir, la vegetación es vista como "sumideros" (Tipper 2000).

En México, existen estimaciones sobre el potencial de captura de carbono empleando diferentes supuestos. Por ejemplo, se ha estimado de 35 a 54 millones de toneladas de carbono por año si se mantuvieran las áreas naturales protegidas durante un período de 100 años (Bellón et al. 1993). Otros han calculado la pérdida de carbono por cambio de uso del suelo en selvas bajas y medianas en 91.25 toneladas de carbono por hectárea (T C/ha) al convertirlas para la agricultura (Adger et al. 1995). Incluso se ha sugerido que 6.1 millones de hectáreas de bosques y selvas tienen un potencial de capturar entre 348.3 a 714.9 millones de toneladas de carbono (Trexler y Haugen 1995).

Para Quintana Roo, se ha estimado la captura de carbono para las selvas presentes en la entidad, en una magnitud de 1'858,724 toneladas de 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 por 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:

1.- 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).

2.- 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).

3.- La precisión de las estimaciones de biomasa es de crítica importancia, porque los modelos determinan la cantidad de carbono que llega a la atmósfera y 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:

$$CCC = Vr \times Fd \times FCC$$

Dónde:

CCC= Coeficiente de captura de carbono

Vr= Volumen real en m³

Fd= Factor densidad

FCC= Factor de captura de carbono

El procedimiento general realizado para la estimación de este indicador fue el siguiente:

Cálculo del volumen total en metros cúbicos

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 cuadro siguiente.

Cuadro 65. Cálculo de captura de Carbono

<i>Clasificación</i>	<i>Volumen Total Árbol (m3)</i>	<i>Factor de densidad</i>	<i>Factor CO2</i>	<i>Captura de CO2 (t)</i>
Latifoliadas	100.3	0.60	0.45	27.08

El resultado total de 27.08 ton, 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.

De acuerdo a la superficie forestal a afectar por el cambio de uso de suelo para el presente proyecto por las 16.66 hectáreas que se solicita el CUSTF se perderá 451.16 toneladas de Carbono que están secuestradas en la vegetación secundaria de selva mediana a remover, considerando las dimensiones del proyecto y su influencia en el sistema ambiental el impacto será puntal, siempre y cuando las medidas de mitigación sean ejecutadas de forma correcta.

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 puntal 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 lo que se produce es glucosa, almidón y demás sustancias necesarias para las plantas, y de noche, no pueden "producir ni desechar" CO₂ ya que es lo que utilizan para la realización de la fijación de carbono y el ciclo de Calvin. Sin embargo para su proceso natural de respiración ellas si necesitan el oxígeno y liberan el CO₂, por lo que también son fuente de liberación de CO₂ en la noche. Aunque parezca un poco contradictorio un árbol maduro se considera que tiene tasa cero en la captura y liberación de CO₂ y su liberación de oxígeno es menor a un árbol joven. Los grandes liberadores de oxígeno son los mares que aportan el 70 % del oxígeno existente en el planeta y los árboles que en total liberan 30 % restante.

Por tal motivo las plantas también compiten con los humanos por el oxígeno existente en el planeta, sin embargo ellos han aprendido a utilizar menos de lo que absorben por lo que tiene más probabilidades de vivir más tiempo que los humanos que básicamente somos los consumidores.

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 se favorece la presencia de bajas presiones; lo cual a su vez que da lugar a la formación de tormentas tropicales. Estas dependiendo de la energía acumulada pueden evolucionar para formar un ciclón o un huracán. Además de que Quintana Roo es el estado de la República Mexicana con mayor incidencia de huracanes, por lo que 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 en 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.

En 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, por lo cual se le consideró el huracán de mayor intensidad que ha impactado al estado de Quintana Roo durante el siglo XX. Además, en el 2005 se manifestó el Huracán Wilma, el cual causó grandes pérdidas materiales y 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 "*Desarrollo Habitacional Parcela 491*", se considera que la remoción de vegetación forestal o de selva en una superficie de 16.66 hectáreas de selva mediana con vegetación secundaria es poco significativa. Además de que el proyecto contempla conservar la vegetación nativa en las áreas de conservación que ocupan 1.87 hectáreas (10.13% de la superficie total del predio) y las áreas verdes de uso común que ocupan 1.78 hectáreas (9.62% de la superficie total del predio). Por otra parte, se debe esperar que la vegetación forestal o de selva sea remplazada por el componente urbano, el cual de igual manera contribuye a la mitigación de los 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 norponiente de la ciudad, los registros refieren que se ubica dentro de una zona de clima Aw₁ misma que se define como cálido subhúmedo (el más seco de los subhúmedos que se distribuyen en Quintana Roo). 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 o de selva en una superficie de 16.66 hectáreas para el establecimiento del proyecto, sin embargo, se ha de mencionar que dentro de esta superficie solicitado se encuentran incluidos los parques y jardines con sus respectivas modificaciones lo que incrementa una mayor cobertura de áreas verdes y que ayuda a la reducción 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 m 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 a que la vegetación del inmueble del proyecto que se cubren de una vegetación de baja altura. Además de que el proyecto contempla la permanencia de más de 18,809.11 m², aunado a la implementación de los parques y jardines que mantendrán elementos arbóreos que permanecerán en su estado natural.

- 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 Playa del Carmen 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. Sin embargo, también señalamos que el aprovechamiento que propone el proyecto no pone en riesgo las condiciones climáticas puesto que la infraestructura por establecer es la mínima necesaria.

h) Paisaje y Recreación

El concepto de paisaje –extensión de terreno que se ve desde un sitio³- se utiliza de manera diferente por varios campos de estudio, aunque todos los usos del término llevan implícita la existencia de un sujeto observador y de un objeto observado (el terreno), del que se destacan fundamentalmente sus cualidades visuales y espaciales. Así 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). El paisaje, como componente del medio ambiente, es objeto de protección por parte de diversas leyes e instituciones nacionales e internacionales, porque los ecosistemas se integran en formas caprichosas generando espacios para la recreación y el disfrute y 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.

³ Definición del Diccionario de la lengua española, RAE, 2001.

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 de interés 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 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 emplea para establecer áreas donde es necesario mantener los 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 las legislación vigente, como área de que complementen las áreas conservadas 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 bien conservado 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 rebase 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.

Se reitera que la zona donde se pretende desarrollar el proyecto se ubica de manera contigua a una zona conurbada de la ciudad de Playa del Carmen, en donde los elementos antrópicos predominan sobre los naturales siendo, estos los fraccionamiento habitacionales y su equipamiento; aunado a lo anterior recordemos que de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio, el predio del proyecto se ubica dentro de las Unidades de Gestión Ambiental 11. 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.

XI.1 Diagnóstico ambiental

El proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 491" pretende llevar a cabo el cambio de uso del suelo en terrenos forestales en 16.66 hectáreas con la finalidad de construir a futuro un fraccionamiento habitacional con todos los servicios básicos y el equipamiento necesario en un predio privado que se localiza dentro de la zona urbana de la ciudad de Playa del Carmen. En la vegetación secundaria de este predio se aprecian vestigios de afectaciones severas y recurrentes ocasionadas por huracanes y actividades antropogénicas que se aprecian dentro del mismo.

El área de influencia de este proyecto se tomó en cuenta los límites de la Unidad de gestión ambiental 11 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Solidaridad que regula y reglamenta el desarrollo del municipio de Solidaridad, Quintana Roo, (5,087.58 has), dentro de la cual se encuentra la totalidad de la poligonal del predio. Considerando que esta UGA se definió en base al acelerado desarrollo del centro urbano de Playa del Carmen requiere prever las tendencias de crecimiento de la ciudad, por ello se consideró viable la promoción de áreas de dotación urbana a futuro, con la finalidad de poder atender la creciente demanda viviendas por parte de los diferentes sectores de población y abatir el rezago habitacional de la zona, como lo establece el Programa Estatal de Desarrollo 2005-2011, con ciudades dignas que tengan un crecimiento ordenado.

Dentro de esta superficie existen los asentamientos humanos que se comunican con la red de vialidades y donde existen amplias perspectivas de desarrollo en el corto y mediano plazo, tal y como lo establecen los instrumentos de planeación vigentes. 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.

En el sistema ambiental de este proyecto son evidentes los procesos de urbanización, en sus alrededores existen fraccionamientos urbanos, centros comerciales, vialidades en operación, así como especulación de terrenos. Sin embargo, es necesario reconocer que aún existen grandes extensiones con vegetación de selva en proceso de recuperación dentro de las reservas de crecimiento urbano de la ciudad de Playa del Carmen.

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.

Para prevenir y controlar los impactos irreversibles y/o acumulativos, que genere este proyecto por la remoción de la vegetación en una superficie de 16.66 hectáreas, se deberán respetar las disposiciones que señala el Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Solidaridad, así como los parámetros establecidos por el Programa de Desarrollo Urbano vigente. De esta manera, mediante el cumplimiento ambiental se garantiza que el proyecto no pone en riesgo los servicios ambientales, no compromete la biodiversidad, ni ocasiona 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 esperan condiciones que indican que no se puedan encontrar 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 que eviten y pongan en riesgo los recursos y procesos prioritarios.

Además se ha de mencionar que en el área de influencia existen desarrollos habitacionales en expansión como son Villas del Sol II, III, Villas del Carmen, Misión de las Flores un poco más abajo Real Ibiza y Punta estrella Playa del Carmen. Así mismo, al estar dentro de una zona de crecimiento urbana, se presentan tiendas, gimnasios, gasolineras, escuelas, centros comerciales, en los márgenes de la Av. Luis Donaldo Colosio. 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 que eviten y pongan en riesgo los recursos y procesos prioritarios.

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 Playa del Carmen.

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

El Desarrollo Forestal Sustentable tiene como premisa el equilibrio entre la actividad económica, los sistemas biofísicos y la calidad de vida de la sociedad. Mantener ese equilibrio implica conocer y dar valor a los costos y efectos negativos, así como a los beneficios, que se producen por la selección de las actividades económicas y los patrones de consumo relacionados con la diversidad biológica. No obstante, de antaño las actividades económicas y de desarrollo dentro del país, no han dado el justo reconocimiento al valor explícito del uso de los recursos biológicos, llámese así a la biodiversidad, englobando todas las especies tanto de flora como de fauna; así como los servicios ambientales que estos ecosistemas nos brindan, tales como agua, suelo, aire, etc., esto frecuentemente ha ocasionado el consecuente agotamiento, inestabilidad o la propia degradación de los recursos naturales.

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 presentada en este estudio, enseguida se presentan 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 ya 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 el uso alternativo del suelo que se propone es más productivo a largo plazo que la conservación del uso del suelo actualmente existente.

Este estudio se elaboró para justificar el cambio de uso del suelo de forestal a urbano del predio ubicado en la Parcela 491, Reserva Territorial del Ejido Playa del Carmen, ubicado en el Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo, el cual presenta vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia.

Para demostrar que no se compromete la biodiversidad

En relación a los índices de riqueza de flora y con base a los resultados encontrados en el inventario forestal del sistema ambiental y del predio, podemos determinar que la vegetación reportada corresponde a vegetación secundaria de selva mediana

subperennifolia en proceso de degradación, desde el punto de vista de la riqueza de especies no se puede catalogar como una selva mediana subperennifolia en buen estado de conservación toda vez que se encuentra sometida a presiones derivadas por la expansión urbana por lo que se encuentra en proceso de degradación.

Tomando en cuenta los parámetros de riqueza específica de flora encontramos que tanto en el predio como en el sistema ambiental se reporta en este estudio el registro de 86 y 121 especies respectivamente, siendo que algunos investigadores han reportado que una selva mediana presenta más de 437 especies (Ibarra Manríquez et al. 1995).

Con objeto de determinar si el cambio de uso del suelo que se propone compromete la biodiversidad en el sistema ambiental definido, se utilizó el análisis de similitud de Sorensen para comparar la riqueza entre el predio de interés y otro sitio (sitio de referencia) ubicado dentro del sistema ambiental definido para el proyecto. La hipótesis es 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

De acuerdo con el inventario forestal del predio de interés presentado en el capítulo V de este documento, la vegetación en su interior alcanza una riqueza de 86 especies. Las especies identificadas presentan las siguientes formas de vida, arbórea, arbustivas, herbáceas, palmas, rastreras o trepadoras y epifitas.

Por otra parte, de acuerdo con el inventario forestal para el sistema ambiental de referencia presentado en el capítulo IV de este documento, en la vegetación se encuentra una riqueza específica de 121 especies de vegetación de selva mediana, compuesta de árboles, especies arbustivas, herbáceas, rastreras o trepadoras y epifitas. Estas especies se encuentran agrupadas en 47 familias, de la cual las leguminosas son las más abundantes con 17 especies identificadas.

Por tanto, al comparar el listado florístico del predio con el listado del sistema ambiental y sustituyendo en la fórmula se tiene que el índice de similitud es:

$$QS = \frac{2(86)}{(121 + 86)} \times 100 = 0.830 \times 100 = 83 \%$$

Respecto al cálculo obtenido, el análisis indica que la similitud de la composición florística en ambos sitios es de 83% de similitud, o sea, más cercana a uno que a cero, por lo que no se compromete la riqueza de las especies, ya que en caso que tenga lugar el desmonte en el sitio del proyecto, la representatividad específica está garantizada en el sistema ambiental, al conservarse en el sitio de referencia.

Por lo tanto todas las especies muestreadas y observadas en el predio, se encuentran en la unidad de análisis del sistema ambiental el cual conserva las especies características de la vegetación donde se localiza el predio, tomando en cuenta que únicamente se utilizaron 3 sitios para representar el sistema ambiental.

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, del cual también se deduce la equitatividad en el ecosistema.

Con respecto a este último parámetro, para la flora del sistema ambiental presente en los estratos –herbáceo, -arbustivo, -arbóreo se estimaron valores de Equitabilidad muy cercanos a 1 (0.97, 0.85 y 0.74, respectivamente) lo cual significa que la distribución de las especies en cada estrato es homogénea. Sin embargo también se puede observar que existe buena homogeneidad entre los estratos, quizás un poco menos en el estrato arbóreo dentro del sistema ambiental esto se puede deber a la dominancia de tres especies, *Lonchocarpus rugosus*, *Nectandra coriácea*, *Bursera simaruba* y *Dendropanax arboreus*, es por esta razón que es menos diverso.

Respecto a la diversidad en el área sujeta al cambio de uso de suelo, la equitatividad presente en los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo es también muy cercana a 1, lo cual significa que todos los individuos en estos estratos tienden a distribuirse con la misma abundancia, estando muy bien repartidos.

Los índices de diversidad por estrato tanto en el sitio del proyecto como en el sistema ambiental de referencia indican que en ambos casos que la diversidad real encontrada en cada uno de los estratos está muy cercana a la máxima hipotética, por lo que ambos sitios representan prácticamente la misma diversidad, (cuadro 66).

La mayor diversidad en el **sitio del proyecto** se encontró en el estrato arbustivo y la menor en el herbáceo y arbóreo; mientras que en el **sistema ambiental** de la misma manera se comportó en el estrato arbustivo y la menor en el estrato arbóreo. Las diferencias que se pudieran encontrar son consecuencia de la historia particular de cada sitio y de las formas en que cada uno se ha aprovechado en el pasado y del efecto del desarrollo en sus inmediaciones. Si se compara los valores de H_{max} , se observa que en todos los casos comparativos son muy parecidos, por lo que en

realidad existe equivalencia entre los sitios comparados por estrato, de lo que se concluye que la biodiversidad no se compromete al ejecutar el cambio de uso del suelo en el sitio del proyecto.

En cuanto a la riqueza de las especies se puede observar que el estrato arbustivo en ambos casos es el que tiene la mayor riqueza de las especies y la de menor riqueza la podemos encontrar en el estrato herbáceo, típicos de los ambientes con alta perturbación al interior de zonas urbanas. Es importante resaltar que los valores obtenidos para el sistema ambiental y la superficie de CUSTF son muy similares, donde se puede observar que las especies se encuentran bien distribuidas.

Cuadro 66. Resultados del índice de diversidad de Shannon-Wiener por estratos.

Sitio	Estrato	Riqueza	H	H _{max}	Equitabilidad
Área sujeta a CUSTF	Herbáceo	11	2.3	2.4	0.98
	Arbustivo	25	2.7	3.2	0.83
	Arbóreo	16	2.3	2.8	0.84
Sistema Ambiental	Herbáceo	13	2.5	2.6	0.97
	Arbustivo	26	2.8	3.3	0.85
	Arbóreo	16	2.1	2.8	0.74

Para llevar a cabo la comparación entre el predio y el sistema ambiental se seleccionaron 3 sitios de los 5 realizados en el predio para compararlos con 3 sitios realizados fuera de éste.

Al comparar⁴ el Índice de Valor de Importancia por especie del Sistema Ambiental con la del área de CUSTF, se puede observar que tanto en el área sujeta a CUSTF como en el ecosistema del Sistema Ambiental se presenta una composición florística muy similar, ya que prácticamente todas las especies que se localizan en la superficie de cambio de uso de suelo se distribuyen ampliamente en el sistema ambiental, aun y cuando no hayan aparecido en los muestreos de referencia.

El análisis de valor de importancia que se obtiene por estrato es el resultado de los muestreos realizados tanto en el área de CUSTF y del sitio del Sistema Ambiental. Cabe recordar que el índice de valor de importancia (VIR) es un parámetro que mide el valor de las especies, típicamente, en base a tres parámetros principales: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área basal), densidad y frecuencia. El VIR es la suma de estos tres parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal y es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente.

⁴ Para llevar a cabo la comparación entre el predio y el sistema ambiental se seleccionaron 3 sitios de los 5 realizados en el predio para compararlos con los 3 sitios realizados para el análisis del sistema ambiental.

En cuanto al índice de valor de importancia se observó que en el estrato arbustivo del **área sujeta a cambio de uso de suelo**, para este parámetro se ha registrado una importancia ecológica sobresaliente para algunas especies como es el caso de *Lonchocarpus rugosus* (Kanazin) 43.6%, *Nectandra coriacea* (Laurelillo) 39.5% y *Bursera simaruba* (chaca rojo) 28.1% de tal manera que estas especies dominan al resto y contribuyen en una buena cantidad con el VIR de este estrato, en comparación con las unidades de análisis del **sistema ambiental**, donde las especies más dominantes fueron *Coccoloba spicata* (Bob), 45.9%, *Lonchocarpus rugosus* (Kanasin) 35.3% y *Nectandra coriacea* 26.3%, como se puede observar esta situación es entendible considerando que se trata de la misma vegetación, por lo existe una gran variedad de especies que pueden dominar en una determinada superficie; todas sin excepción son propias e indicadores de vegetación de Selva mediana subperennifolia en franco desarrollo.

Para el estrato arbóreo sucede un caso parecido, para el índice de valor de importancia (VIR), el comportamiento y las especies entre el sistema ambiental y la superficie sujeta a cambio de uso de suelo, prácticamente la dominan 4 especies en la que sobresalen en el sistema ambiental *Bursera simaruba* (Chacah) 70.49%, *Dendropanax arboreus* (Sacchaca) 52.78%, *Vitex gaumeri* (Yaaxnik) 37.54% y el *Lysiloma latisiliquum* (Tsalam) 35.70%, el resto de las especies se encuentran con valores bajos, al compararlas con los valores del CUSTF observamos que las 4 especies que dominan el sistema ambiental, también dominan en la superficie de cambio de uso de suelo pudiéndose observar las siguientes especies *Lysiloma latisiliquum* (Tsalam), 51.98%, *Bursera simaruba* (Chacah) 39.52%, *Dendropanax arboreus* (Sacchaca) 38.13%, *Vitex gaumeri* (Yaaxnik) 27.51% del VIR. Por lo que se puede observar un mismo comportamiento en ambos sitios comparativos.

Para analizar si la ejecución del CUSTF ocasionará efectos significativos al sistema ambiental de protección a la biodiversidad de los ecosistemas y formas de vida, en el área del proyecto se registraron 86 especies de flora que representan el 3.2% y el 4.1% del total registrado para la Península, la cual es de 2,300 especies de flora y del Estado de Quintana Roo con 1,800 especies, respectivamente (Valdez-Hernández e Islebe 2011).

Por la realización del CUSTF se implica el retiro de ejemplares de flora correspondientes a especies de amplia distribución en la zona: *Lysiloma latisiliquum*, *Bursera simaruba*, *Dendropanax arboreus*, *Vitex gaumeri*, *Lonchocarpus rugosus*, *Coccoloba spicata*, *Nectandra coriacea*, *Metopium brownei*, entre otras. La remoción de estas especies generalistas no pone en peligro a esas poblaciones. De esta forma, por contemplar la afectación de especies de amplia distribución y abundantes en la región, el CUSTF no representa un impacto grave ni amenaza el servicio ambiental de biodiversidad a nivel de poblaciones ni, mucho menos, especies. Se contempla la aplicación de un programa de rescate y reubicación de las especies en la superficie de cambio de uso de suelo que serán afectadas, las cuales se reubicarán dentro de las áreas verdes, jardines y parques que contempla el proyecto.

Por lo tanto se concluye que el proyecto no compromete la diversidad local, o del sistema ambiental donde se localiza el predio, dado el estado actual del ecosistema, considerando que tanto en el predio del área sujeta a cambio de uso de suelo como en el ecosistema del sistema ambiental se presenta una composición florística similar, ya que la vegetación está compuesta principalmente de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia por lo que se garantiza la permanencia y distribución de las especies de selva registrada en este estudio, incluso dentro del mismo predio toda vez que se destinara más del 10% de la superficie total del predio como áreas verdes de conservación.

La diversidad de fauna registrada en el predio, según el índice de Shannon obtenido es muy parecida con respecto al sistema ambiental. El grupo de las aves resultó por razones obvias el grupo más diverso registrando un índice H de 3.6 y 4.5 para el sitio del predio y del sistema ambiental respectivamente que se consideran altos, esto indica que existe una muy buena riqueza de especies de aves en ambas unidades comparativas. Sin embargo se debe tomar en cuenta que muchas de las especies de aves registradas sólo se observaron en tránsito o se encontraban en el predio sólo con el propósito de alimentarse o en reposo.

En el caso de los réptiles tanto para la superficie de CUSTF y del Sistema Ambiental dicho índice H equivale a 1.9 y 2.5 respectivamente considerado bajo, índices muy parecidos para el grupo de los mamíferos de 1.5 y 2.1 el número de especies para ambos grupos faunísticos, sin duda puede aumentar si se incrementa el número de muestreos a lo largo del año. Para los anfibios no se obtuvo registro de estas especies, sin embargo el índice de Shannon obtenido es muy bajo en razón a que sólo se registraron muy pocas especies.

La equitatividad resultó muy similar en todos los grupos, esto quiere decir que existe una muy buena distribución de las especies registradas por grupo faunístico. Además, es necesario mencionar que los registros obtenidos en el presente estudios sólo reflejan una parte de las especies que ocurren en un sitio en particular; ya que fluctuaciones estacionales y ambientales en el corto plazo afectan la posibilidad de observar la mayor parte de los individuos que habitan el área en un momento en particular. (cf. Manzanilla y Péeffaur, 2000).

Respecto a la diversidad de fauna silvestre tampoco se esperan modificaciones sustanciales y aunque se reporta la distribución en el predio de 22 especies, los organismos no se verán afectados de manera extraordinaria debido a que dentro del sistema ambiental se logra detectar 39 especies porque:

- Las Aves presentan hábitos voladores por lo que pueden desplazarse libremente fuera de la zona de aprovechamiento, sin que se vean afectadas de manera alguna.
- En el caso de Reptiles y Mamíferos, podrán desplazarse a la zona que se mantendrá sin afectación a las áreas colindantes del predio dentro del sistema ambiental.

Cabe mencionar que se reportan dos especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la iguana gris (*Ctenosaura similis*) y Loro frente blanca (*Amazona albifrons*) a las cuales se le debe aplicar las medidas de mitigación que permitan redundar en la protección de este organismo. 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 para evitar su captura, daño o muerte.

Cuadro 67. Comparativo de riqueza por grupos de vertebrados

Parámetro	Área sujeta a CUSTF				Sistema Ambiental			
	Estrato				Estrato			
	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos
Riqueza	0	4	15	3	0	6	28	5
Índice H	0	1.9	3.6	1.5	0	2.5	4.5	2.1
Equitabilidad	0	0.96	0.94	0.86	0	0.97	0.94	0.91

Debe considerarse que las especies registradas en el predio no se encuentran establecidas como tal, sino que algunos ejemplares emplean el sitio del proyecto como paso, pernocta y de alimentación debido a que el predio se encuentra fuertemente presionado por el crecimiento de la mancha urbana, lo que posiblemente no suceda con el sistema ambiental, puesto que al tratarse de un sistema ambiental que contienen en gran parte vegetación de selva, dichas especies se encuentran de forma permanente, siendo entonces un lugar con fauna diversa que se distribuye en la superficie que presenta la unidad de análisis del sistema ambiental delimitado. Lo anterior nos permite concluir que la biodiversidad referente a la fauna de vertebrados no se ve comprometida pues todas las especies registradas en el predio también se encuentran en el sistema ambiental.

En cuanto a fauna, en el predio se verificó la presencia de 22 especies que representan entre 3.0% reconocido para la Península y hasta 3.4% para el Estado, respectivamente (Pozo 2011). Esta reducida representación proporcional se mantiene al comparar las especies de los diferentes grupos de vertebrados terrestres registrados en el área del proyecto con respecto a la reconocida para la Península y el Estado (Cuadro 68).

Cuadro 68. 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
Anfibios	43 (0%)	22 (0%)
Reptiles	139 (2.8%)	106 (3.7%)
Aves	528 (2.8%)	483 (3.1%)
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 registrado, sino fundamentalmente en los siguientes hechos:

- 3) 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 el Estado de Quintana Roo, los cuales incluyen diferentes tipos de vegetación algunas incluso se establecen en hábitats naturales e inducidos.
- 4) La superficie que eventualmente será sometida a cambio de uso del suelo para este proyecto 16.66 hectáreas, representa una fracción insignificante del total de las selvas altas y medianas subperennifolias del Estado (estimadas en 2,898,051 hectáreas).

Las cifras muestran, junto con los mapas de distribución de los tipos de vegetación de Quintana Roo, que el cambio de uso de suelo tampoco se realizará sobre una comunidad vegetal única, en riesgo o relicto 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).

Para demostrar que no se comprometerá la erosión de los suelos

Para demostrar que no se provocará la erosión de los suelos, se considera lo señalado en el capítulo IV y V 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, y que de acuerdo con esa información 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 con escasas pendientes (montañas y valles), dando como resultado una erosionabilidad muy escasa.

La superficie que se solicita para cambio de uso del suelo para el proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 491" es de 16.66 hectáreas. Si bien, la eliminación de la vegetación forestal afectara a este servicio ambiental de forma puntual en la superficie desmontada, en términos de erosión, significa que la remoción de la vegetación podrá originar una pérdida de suelo forestal para convertirse en suelo útil con fines urbanos.

A continuación mediante el modelo de ECUACIÓN UNIVERSAL DE PÉRDIDA DE SUELOS se presentan los resultados estimados que podría ocasionar el proyecto. Es importante aclarar que dicha ecuación fue diseñada a partir de datos empíricos en

parcelas experimentales agrícolas que cumplieran un "cierto tipo" de condiciones y no en función de lo que sería el cambio de uso del suelo forestal, sin embargo, se hace uso de esta fórmula para calcular la erosión potencial. En este sentido se puede decir que el proyecto afectará como se ha mencionado una superficie de 16.66 hectáreas de terreno considerado prácticamente urbano.

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, así como 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 1,276.3 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.

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 1,276.3 mm, sustituyendo estos valores en la ecuación obtenemos los siguientes resultados:

$$R = 3.7745 (1276.3) + 0.004540 (1276.3)^2$$
$$R = 12,212.78 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

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).

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 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 presenta 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. 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:

$$S = \frac{H_a - H_b}{L}$$

Dónde:

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)

Se acuerdo con el levantamiento topográfico en la superficie de cambio de uso de suelo sería de:

La altura de la parte alta del terreno es de 15 msnm

La altura de la parte baja del terreno es de 13 msnm

La longitud del terreno analizada es de 409 m (dirección este).

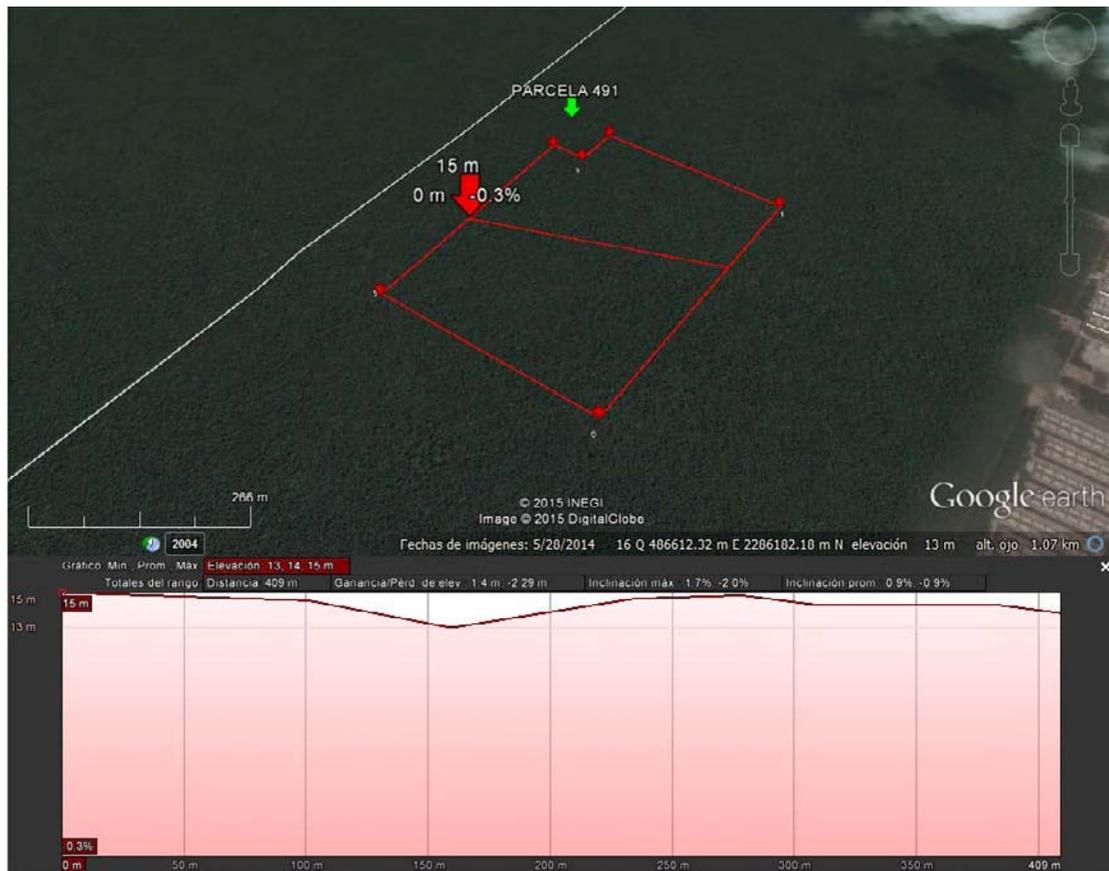


Figura 43. Perfil de elevación del predio

Entonces tenemos:

$$S = 15-13/409$$

$$S = 2/409$$

$$S = 0.0048 (100)$$

$$S = 0.48 \%$$

Al conocer la pendiente y la longitud de la pendiente, entonces el factor, Ls se calcula como:

$$LS: (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965 (s) + 0.00138 (s)^2)$$

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:

$$LS = (409)^{0.5} (0.0138 + 0.00965 (0.48) + 0.00138 (0.48)^2)$$

$$LS = (20.22) (0.018749)$$

$$LS = 0.38$$

Por consiguiente la erosión potencial es:

$$E = R * K * LS$$

$$E = 12,212.7 * 0.019 * 0.38$$

E= 88.17 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 8.8 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 0.01, (bosque natural con productividad moderado).

$$E = 88.17 * \text{factor de vegetación}$$

$$E = 88.17 * 0.01$$

$$E = 0.88 \text{ toneladas/ha/año.}$$

De acuerdo con los cálculos realizados en los apartados anteriores, la erosión neta para el predio con la vegetación actual es de **0.88 toneladas/ha/año**, lo que significa que anualmente se pierde una lámina de suelo de 0.08mm.

La erosión calculada en la superficie sin vegetación es de 88.17 ton/ha/año sin prácticas de conservación del suelo y del agua, lo que significa que anualmente se perderá una lámina de suelo de 8.8mm.

Sin embargo si dejamos el 10% de la superficie del terreno con vegetación natural sin modificaciones como una práctica de conservación entonces tenemos:

$$E = 12,212.7 * 0.019 * 0.38 * 0.90$$

$$E = 79.35 \text{ toneladas/ha/año}$$

Dándole 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 es significativa en el caso de que estuviera expuesto durante todo el año a las condiciones del clima (viento y lluvia), se tendría una pérdida de 79.35 ton/ha/año, sin embargo esta pérdida como se ha mencionado es anual, pero si consideramos que de los 365 días únicamente se expondrá el suelo 35 días que es el tiempo de duración de la remoción de la vegetación y que posteriormente se verterá sobre el suelo material pétreo y se iniciará con el proceso constructivo, entonces tenemos que la pérdida efectiva es de **7.60 ton/ha/año** ($79.35 * 35 / 365$), 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.

Al respecto es importante notar que el área del proyecto es topográficamente uniforme sin pendientes fuertes o menores, no representa ni el 1%, los vientos en la mayor parte del año son débiles. Además el proyecto considera en su caso realizar las actividades de trabajo en el periodo de seca para reducir aún más la erosión del suelo por arrastre a través de agua de lluvia, también se pretende rápidamente el sellado de la superficie removida, y si a esto le sumamos medidas de mitigación como la recuperación de tierra, podemos concluir que el cambio de uso de suelo no provocará significativamente la erosión del suelo. Por lo que de manera complementaria, se contempla el rescate y reubicación de plantas sanas y vigorosas de especies y se programa la reforestación y reubicación con especies nativas en las áreas verdes naturales que tiene contemplado el proyecto.

Los suelos en la zona del proyecto tienen una susceptibilidad baja o moderada a la erosión, además de que las características kárstica de los suelos favorece a una rápida infiltración del agua de lluvia, sin embargo, para evitar algún riesgo de erosión se plantean las medidas de prevención y mitigación para atenuar los posibles impactos que pudieran provocar la erosión del suelo entre los que se encuentran:

1. El rescate de la tierra vegetal para evitar la extracción de este material en otros sitios.
2. No se realizarán trabajos de mantenimiento ni reparación mecánica de los equipos y maquinaria dentro del área del proyecto y se realizarán en talleres establecidos para este fin.
3. El manejo de hidrocarburos se realizará siguiendo todas las precauciones

- necesarias para evitar que estos se derramen en el suelo contaminándolo.
4. Para evitar la defecación al aire libre se instalarán servicios sanitarios para los trabajadores, evitando así la contaminación al suelo y el enrarecimiento de la atmósfera.
 5. El desmonte se realizará de manera paulatina, conforme el avance de las obras, para evitar la exposición prolongada de las superficies, y aminorar la dispersión de partículas de polvo por el viento y la erosión.
 6. Se protegerá el suelo a través de humedecimiento constante según se quiera, dentro de las zonas sujetas al cambio de uso de suelo, para evitar la suspensión de sedimentos.
 7. Se realizará la colecta de tierra vegetal para utilizarla en el embolsado de las plantas en el vivero temporal y la demás resultante será incorporada a las áreas verdes del proyecto como parte de proceso de enriquecimiento del suelo.
 8. En las áreas verdes del proyecto, se realizará la distribución de una capa del material triturado proveniente de los residuos vegetales del desmonte para prevenir efectos erosivos del suelo en las porciones descubiertas y propiciar la reforestación.

En conclusión, el CUSTF en 16.66 hectáreas no aumentará la erosión del área. En primer lugar, porque esta es muy baja en todo el Sistema Ambiental, debido a que no se presentan pendientes mayores en el predio de 1%; y porque después del CUSTF se llevará a cabo el despalme y posteriormente se construirán y cubrirán con materiales las bases y demás infraestructura propuestas para este proyecto, lo que evita la posibilidad de los procesos erosivos.

También se ha de considerar que el predio estudiado presenta un rango altitudinal de 15 a 13 msnm, por lo que la pendiente es ligera o semi plana no mayor a los 2 grados, cabe señalar que las condiciones topográficas del terreno reducen los impactos durante las actividades de ejecución del proyecto. Por lo tanto en la superficie propuesta de CUSTF, no existe erosión mecánica de los suelos, predominando más la acción química y la causada por el drenaje subterráneo a través de la disolución de la piedra caliza fenómeno que comúnmente forma cavernas.

Para demostrar que no se provocara el deterioro de la calidad del agua y la disminución en su captación.

En calidad de agua

El predio 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).

De acuerdo con este balance hidrológico del estado de Quintana Roo, existe gran disponibilidad de agua subterránea en el estado de Quintana Roo; 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 la infiltración del agua de lluvia, también representa una de sus principales causas de contaminación; ya que de la misma manera se filtran con facilidad los agroquímicos empleados en las actividades agrícolas, los residuos líquidos (lixiviados) de los tiraderos de basura a cielo abierto o de las lagunas de oxidación de las plantas de tratamiento, así como las filtraciones de aguas residuales de las fosas sépticas. Este problema de contaminación se agrava 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. De manera particular en el área de estudio se tienen las siguientes condiciones en cuanto a la calidad del agua:

De acuerdo a la precipitación que se presenta en el área del proyecto, el régimen de lluvias es afectado por los ciclones que se generan en los centros de presión del Océano Atlántico y Mar Caribe. Quintana Roo sufre la mayor 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. Con base en los registros de precipitación mensual la media anual es de 1,276.3 mm y el período de secas se presenta de febrero a abril. La precipitación se puede incrementar por tormentas tropicales, nortes o huracanes. Los meses con mayor precipitación pluvial son junio, septiembre y octubre.

La capacidad de infiltración de un suelo es la cantidad de lluvia que puede absorber en unidad de tiempo, por lo que ésta dependerá de la intensidad de la lluvia, tipo de suelo, uso del suelo, cubierta vegetal y humedad inicial. Parte del agua suele quedar retenida en el follaje de vegetación, una más se ubica en la capa no saturada de suelo y está disponible para ser absorbida por las plantas en la franja de penetración de las raíces o para ser evaporada por la acción de la energía solar sobre la superficie del terreno. Otra fracción del agua que se infiltra puede alcanzar la zona saturada del sistema acuífero, una vez superada la capacidad de campo del suelo (Ortiz-Ortiz, 1990; Mishra, 2003).

La captura de agua es el servicio ambiental que producen las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada, proporcionando la infiltración de agua que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua. El agua infiltrada o percolada corresponde a la cantidad de agua que en realidad está capturando el bosque o selva y que representa la oferta de agua producida por este. El potencial de infiltración de agua de un área arbolada, depende de un gran número de factores como; la cantidad y distribución de la precipitación, el tipo de suelo, las características del mantillo, el tipo de vegetación y geomorfología del área, entre otros. Esto indica que la estimación de captura de agua debe realizarse por áreas específicas y con información muy fina (Torres y Guevara, 2002).

En Cantidad de agua.

El balance hidrológico determina la cantidad anual de agua dulce en el estado de Quintana Roo. Así, se calcula que el estado presenta un volumen de recarga natural del acuífero subterráneo de 8 174 millones de metros cúbicos (Mm³), con una des carga natural hacia el mar de 4 918 Mm³, lo que deja una disponibilidad total de 3 256 Mm³; de los cuales se utilizan solamente 423 Mm³, que corresponden a 13 % del agua disponible (González-Canto, 2006).

El grado de presión por extracción sobre el recurso hídrico en el estado es muy bajo (5 %) si se compara con los estados del norte del país, donde la presión sobre el agua subterránea es alta (mayor a 40 %), o con la ciudad de México, donde llega hasta 126 % (CONAGUA, 2006). La disponibilidad natural promedio de agua dulce per cápita en la Península de Yucatán es de 8 011 m³/hab/año, que representa el doble del promedio nacional que es de 4573 m³/hab/año (CONAGUA, 2006). De acuerdo con este balance, existe gran disponibilidad de agua subterránea en el estado de Quintana Roo.

No obstante a los datos anteriores, Chow, et al. (1994), menciona que el coeficiente de escurrimiento está en función del tipo de suelo y 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. 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 del proyecto (16.66 ha) con respecto a las dimensiones de la cuenca Quintana Roo (1,474,565.85 ha) que es donde se encuentra inmerso el proyecto, una variación en el coeficiente de escurrimiento por más drástico que sea el cambio, no podrá alterar el flujo ni 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.

Es por esto, que a continuación se presenta la estimación del cálculo de infiltración así como la metodología empleada de la superficie donde se pretende el cambio de uso de suelo para las 16.66 hectáreas del agua que se infiltra y de la actualmente se dejara 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 solo 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 de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en Playa del Carmen (1981-2010) con un valor de 1,276.3 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 la tabla que se presenta a continuación:

Tipo de suelo			
Cobertura del bosque	A	B	C
Más del 75%	0.07	0.16	0.24
Entre 50 - 75%	0.12	0.22	0.26
Entre 25 - 50%	0.17	0.26	0.28
Menos del 25%	0.22	0.28	0.30
Zonas Urbanas	0.26	0.29	0.33

Suelo A. Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos.

Suelo B. Suelos semipermeables, tales como arena de mediana profundidad.

Suelo C. Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable.

Bosque cubierto más del 75% = 0.07;
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%

$$C_e = 0.07 * \frac{(1276.3 - 250)}{2000} = 0.07 * 0.51315 = 0.0359205$$

2) Zonas urbanas%

$$C_e = 0.26 * \frac{(1276.3 - 250)}{2000} + \frac{(0.26 - 0.15)}{1.5} = 0.26 * 0.51315 + 0.0733 = 0.152477$$

El volumen medio anual de escurrimiento natural se estima a partir de la siguiente fórmula:

$$\begin{matrix} \text{Volumen anual de} \\ \text{escurrimiento natural Millones} \\ \text{de metros cúbicos} \end{matrix} = \left(\begin{matrix} \text{Precipitación anual de} \\ \text{la cuenca m} \end{matrix} \right) * \left(\begin{matrix} \text{Área de} \\ \text{afectación Km}^2 \end{matrix} \right) * \left(\begin{matrix} \text{Coeficiente de} \\ \text{escurrimiento} \end{matrix} \right)$$

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%

$$VoIESC = 1.2763 * 0.1666 * 0.0359205 = 0.00763783 \text{ Mm}^3$$

2) Zonas urbanas

$$VoIESC = 1.2763 * 0.1666 * 0.152477 = 0.03242143 \text{ Mm}^3$$

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):

$$I = P - VoIESC$$

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%.

$$\text{Infiltración} = 0.212631 - 0.00763783 = 0.204993 = 204,993 \text{ m}^3$$

- 2) Zonas urbanas.

$$\text{Infiltración} = 0.212631 - 0.03242143 = 0.180209 = 180,209 \text{ m}^3$$

De acuerdo con los resultados obtenidos, el proyecto y su cambio de uso de suelo en 16.66 hectáreas en donde se retirara la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia y se desplantara el proyecto, en dicha superficie actualmente cubierta de vegetación se puede captar un volumen de 204,993 m³/año, los cuales se infiltran al suelo y subsuelo.

Sin embargo al convertirse en una zona urbana debido a la implementación del proyecto, esto provocara su disminución en la captación del volumen de agua, es decir se reducirá a 180,209 m³/año, 24,784 m³ anuales (12.1%) menos de lo que teóricamente se captaría con la cobertura de la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia. Asimismo aprovechando la topografía del terreno donde se localiza el proyecto se pretende 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.

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. Además de que se debe mantener un uso y aprovechamiento racional del agua con medidas de prevención y control que evite la contaminación del acuífero por la intrusión salina, derivado del limitado espesor del acuífero. 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 situaciones para no comprometer la calidad del agua como son:

1. Para evitar la contaminación de las aguas subterráneas se llevara a cabo la disposición adecuada de las aguas residuales generadas por los trabajadores de obra. Por ello se contara con sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores, mismos que se les dará mantenimiento continuo, además se realizara de manera adecuada la disposición final de dichas aguas.
2. El desarrollo del proyecto generara residuos sólidos urbanos, por lo que se aplicara un procedimiento de manejo adecuado a fin de evitar la generación de lixiviados de los mismos y con ello la promoción de la contaminación del suelo y del agua. Por lo que se colocaran depósitos temporales para residuos domésticos (cartón, papel, unigel, plásticos, aluminio, etc.) para evitar el esparcimiento de basura en el predio.

3. Se realizara 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.

De manera adicional, se garantizan las áreas permeables en el 40%, por lo que no se limitará la capacidad y calidad de infiltración del agua pluvial. De acuerdo con lo anterior se garantiza la continuidad de los procesos de infiltración del agua de lluvia al subsuelo, por lo que llevar a cabo la ejecución del proyecto no afectara la calidad del agua. Por lo que mediante el adecuado seguimiento de estas acciones se podrá garantizar que la continuidad de los procesos de infiltración del agua lluvia al subsuelo.

Justificación del uso alternativo propuesto será 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), asciende a la cantidad estimada de \$ 2,078,039 (Son dos millones setenta y ocho mil treinta y nueve pesos 00/100 M.N.).

Por otra parte, el monto de la inversión programada para la ejecución del cambio de uso del suelo propuesto es de \$ 3,000,000.00 (son tres millones de pesos 00/100 M.N.), estimado en 2 años, que es el período de duración propuesto para esta etapa del proyecto.

Ahora bien, si al monto de inversión inicial le sumamos el costo del proceso constructivo de la obra y la operación del proyecto (etapas que no se somete a evaluación), las cuales requieren una inversión aproximada de \$180,000,000.00 (son ciento ochenta millones de pesos 00/100 M.N.) y \$ 3,000,000.00 (son tres millones de pesos 00/100 M.N.).

Entonces tenemos como resultado que el proyecto tendrá una inversión total de aproximadamente \$ 183,000,000.00 (son ciento ochenta y tres millones de pesos 00/100 M.N.). En este sentido, podemos concluir categóricamente que el cambio de uso de suelo propuesto, es más productivo a largo plazo, que si se mantuviera en sus condiciones originales la superficie de CUSTF.

Entonces tenemos que la inversión proyectada de 183 millones de pesos M.N., del nuevo uso que se propone para el proyecto contra la derrama económica por la venta de los recursos forestales que presenta el predio de aproximadamente de \$ 2,078,039 M.N., pesos no tienen el valor potencial que permita rebasar la relación costo-beneficio comparado con la derrama económica que ocasionaría realizar el proyecto. Por lo tanto se deja ver muy claramente que el uso propuesto para el proyecto resulta más apto que el uso forestal del cual no se encuentra permitido desarrollar esta actividad en la zona.

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, se realice con pleno respeto a la normativa vigente.

Dado que este proyecto asignará recursos para la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales previstos. 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.

Justificación de los factores socio-económicos

La evaluación del grado de desarrollo socioeconómico considera entre otros aspectos, el índice de marginación. Por su parte, el potencial (ventajas comparativas que permiten el desarrollo), se valora a partir de índices sobre la situación geográfica, la densidad de población, el grado de preparación para participar de manera calificada en actividades productivas y la concentración sectorial de las actividades secundarias y terciarias.

Playa del Carmen agrupaba al 74% de la población del municipio Solidaridad antes de escindirse en los municipios Solidaridad y Tulum (INEGI, 2005). Actualmente la concentración de la población en la capital municipal se estima en poco más de 94%. La tasa de crecimiento poblacional en Playa del Carmen se mantuvo por arriba del 16% anual en los últimos 20 años y encabezó la lista de crecimiento poblacional del país. De acuerdo con el Consejo Estatal de Población de Quintana Roo, la tasa de crecimiento anual de Solidaridad en la actualidad es de 6.8%, pero sigue siendo la más alta del Estado.

En Playa del Carmen se tiene determinada una población económicamente activa de 76,602 habitantes, que representa el 93.61% del municipio, de la cual 14,533 son derechohabientes de servicios de salud. Se tiene registrado un total de 45,405 hogares censales, en un universo de 63,784 viviendas con un promedio de ocupación de 3.25 habitantes por vivienda ocupada.

El Municipio de Solidaridad es un centro de atracción de migrantes. Como factores de atracción se puede mencionar la amplia oferta de empleo en el sector turístico y los servicios conexos, el crecimiento económico sostenido de los últimos 15 años y la conformación de redes sociales de los primeros migrantes que acogen a los recién llegados. Del total de población se estima que 44,112 habitantes son nacidos en la entidad, que significa que el 70.58% de la población nació en otra entidad, de la cual 88.23% residen en la entidad por lo menos 5 años.

De acuerdo con CONAPO el grado de marginación municipal se considera bajo, del orden de -1.19 para Playa del Carmen y de -0.01 para el resto del municipio (datos a 2010).

No obstante el éxito económico del destino Riviera Maya, los niveles de calidad de vida de la población en Solidaridad no son altos u homogéneos en todo el Municipio; de hecho, existen carencias importantes en cuanto a la dotación de servicios públicos y vivienda. Una característica del Municipio Solidaridad es que Playa del Carmen, su cabecera municipal, concentra el 94.11% de la población y que el resto del territorio municipal contrasta radicalmente con ella, no sólo por su condición principalmente rural sino porque la población presenta alta dispersión, pues se distribuye en 145 localidades, de las cuales 143 tienen menos de 250 habitantes.

Este crecimiento acelerado de la población del municipio de Solidaridad y en particular la ciudad de Playa del Carmen ha derivado en una rápida sustitución de las áreas naturales por áreas urbanas, debido a la presión que ejerce la creciente demanda para el desarrollo de vivienda, fuentes de empleo, bienes y servicios, particularmente en los alrededores de Playa del Carmen, hace evidente la necesidad de contar con nuevos desarrollos que satisfagan la creciente demanda de vivienda.

La condición de uso del suelo urbano 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.

El Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Playa del Carmen 2010-2050, de acuerdo con la normatividad vigente, tiene como objetivo esencial el de ordenar y regular el proceso de desarrollo urbano, estableciendo las bases para la realización de acciones de mejoramiento y conservación; además de definir los usos y destinos de suelo, y designar las áreas para su crecimiento; todo ello con la finalidad de lograr un desarrollo sustentable orientado a mejorar el nivel de vida de la población.

Desde esta perspectiva el desarrollo urbano sustentable consiste en proteger el ambiente natural y regular el ambiente construido que corresponde a la infraestructura que se crea para llevar a cabo las actividades sociales, y la organización que se tiene en el territorio para minimizar la afectación del ambiente natural, a través de la inclusión de criterios ambientales en la planeación y gestión del centro urbano de Playa del Carmen.

La sustentabilidad urbana hace referencia a las condiciones de integración y articulación de proyectos estratégicos que permiten la funcionalidad de la 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 y la salud 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 medio ambiente limpio.

Por lo tanto, se puede concluir que el cambio de uso de suelo del proyecto no rebasa los límites y/o parámetros establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, y por ende, el proyecto es congruente con la UGA 11, así como con el uso del suelo y los criterios de regulación ecológica designados para esta unidad territorial de gestión ambiental. Con la aplicación de las medidas preventivas y de mitigación, así como las que se propongan como compensación, este proyecto demuestra que es compatible con el ambiente al mitigar los impactos ambientales mediante prácticas y obras para proteger el suelo, agua y vegetación, lo que nos permite anticipar un proyecto viable en el ámbito de este ordenamiento.

Ante esta perspectiva el proyecto, se apega a los instrumentos de planeación del desarrollo urbano por lo que se debe realizar el cambio de uso de suelo para así continuar impulsando el desarrollo regional. De esta manera, el proyecto habrá de contribuir a la mejora de los estándares de vida en la ciudad de Playa del Carmen, cuyo crecimiento está generado por el desarrollo turístico, atendiendo al objetivo fundamental, que es el desarrollo y bienestar de la población del Estado.

Se pretende con esto la atención a las necesidades de la población urbana siempre creciente, se permitirá la dotación de estructura suficiente, clara y atractiva a la ciudad. Además de que esta será acorde con el crecimiento de la población de la zona. La inversión contribuirá con la creación de empleos temporales y permanentes que beneficiará a gran cantidad de obreros de la industria de la construcción de la zona. Se impulsará al comercio organizado y significará ingresos en materia de impuestos y permisos al Municipio de Solidaridad, al gobierno estatal y federal.

Ante este escenario, es evidente que el proyecto propuesto coadyuvará a revertir las condiciones socioeconómicas de la región. Con la ejecución del proyecto se generan alrededor de 35 empleos temporales (2 años promedio), y 10 empleos permanentes, sólo para la etapa de cambio de uso de suelo que se propone en el presente estudio; y adicionalmente se tiene contemplada la generación de otros 250 empleos adicionales de tipo temporal y 70 empleos permanentes durante la etapa constructiva (que no es objeto del presente estudio); por lo que en total se estarían generando 280 empleos temporales y 80 empleos permanentes (355 en total). De esta manera, desde el arranque hasta la construcción del proyecto, generará una inversión total de \$ 183,000,000 (Son ciento ochenta y tres 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 1,114 unidades habitacionales que a largo plazo generan beneficios directos a un número igual de familias que contarán con una vivienda digna en un fraccionamiento con todos los servicios urbanos.

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 MC. 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) con Registro Federal de Causantes CAEJ 601220 LI1; y cédula profesional 2833250, con domicilio en Av. Miguel Hidalgo, Región 93, Mza. 7 Lote 18, Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, C.P. 77517. Teléfono (998) 888 7406. Correo electrónico jcastilloespadas@yahoo.com.mx

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

MC. Julio Rafael Castillo Espadas.

Los que abajo firman declaran, bajo protesta de decir verdad, que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales.

C. Manuel Araiza Luevano
Representante legal

MC. Julio Rafael Castillo Espadas
Responsable técnico

XIV. VINCULACION Y APLICACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACION 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 166,675.44 m² con el fin de poder desarrollar el proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 491"**.

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 Solidaridad

El sitio donde se pretende llevar a cabo el proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 491" se encuentra dentro del ámbito de aplicación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo (Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo a 25 de mayo de 2009).

De acuerdo con la sobreposición del sitio del proyecto sobre dicho programa de ordenamiento, se aprecia que la parcela se localiza dentro de la Unidad de Gestión Ambiental UGA-11 denominada "Reserva Urbana de Solidaridad" con una política ambiental de Aprovechamiento Sustentable.

En los cuadros 69 y 70, se presenta la vinculación de los criterios de regulación ecológica aplicables a las áreas urbanas los cuales son aplicables a la totalidad del territorio ordenado dentro de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio de Solidaridad, independientemente del uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares, así como, los criterios de regulación ecológica de carácter específico los cuales están en función del tipo de uso del suelo que se le pretende dar a los predios particulares (Urbano y Equipamiento).

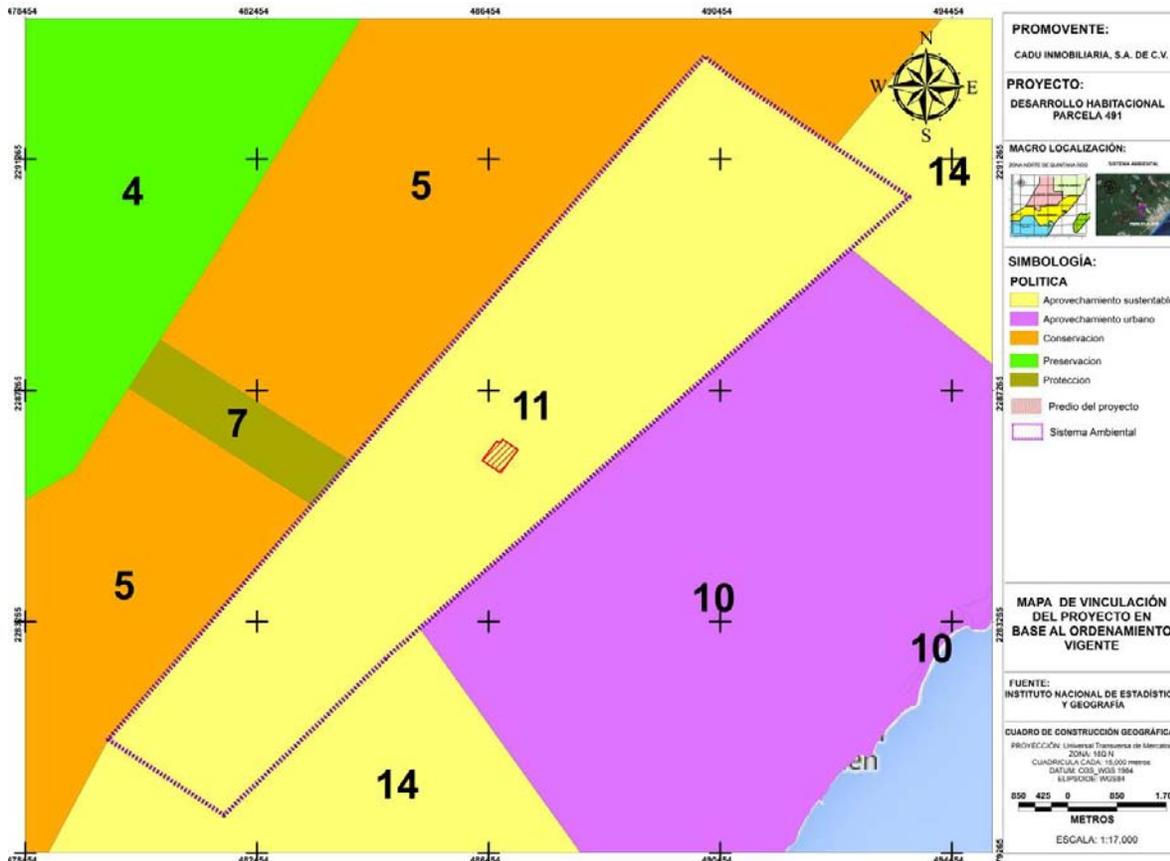


Figura 44. Localización del sitio del proyecto con respecto al POEL de Solidaridad.

Cuadro 69. Lineamientos ambientales para el desarrollo del proyecto de acuerdo con la UGA-11 del POEL del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL		11
NOMBRE	RESERVA URBANA DE SOLIDARIDAD	
POLÍTICA AMBIENTAL	Aprovechamiento sustentable	
CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	USO	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA APLICABLES A LAS ÁREAS URBANAS
	Urbano	1 al 33
	USO	CRITERIOS ESPECÍFICOS
	Urbano	24, 98.
	Reserva Natural	07, 16, 30, 80, 86, 100.
Equipamiento	32, 53, 54, 85, 86.	

Cuadro 70. Criterios de regulación ecológica aplicables a las áreas urbanas.

CLAVE	CRITERIOS URBANOS	VINCULACIÓN AL PROYECTO
CU-01	<p>Las actividades, obras y proyectos que se pretendan desarrollar dentro del área municipal, deberán dar cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente, considerando de manera enunciativa pero no limitativa, Tratados Internacionales suscritos por México, Leyes Generales, Leyes Estatales, Normas Oficiales Mexicanas, Reglamentos Federales, Estatales y Municipales, Declaratorias y Decretos, Planes y Programas de Manejo aplicables en materia ambiental, urbana, manejo de residuos, protección de flora y fauna y emisión de contaminantes, uso y goce de la ZOFEMAT; por lo que no se describen como criterios las obligaciones, límites máximos permisibles o cualquier otro parámetro establecido por estos instrumentos de carácter obligatorio.</p>	<p>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 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 166,675.44 m2 con el fin de poder desarrollar el proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 491". En el presente capítulo se presenta el cabal cumplimiento por parte de las diferentes obras y actividades propuestas por el proyecto con los diferentes instrumentos de planeación ambiental y urbana que ordenan la zona, así como, los instrumentos legales correspondientes.</p>
CU-02	<p>Antes del inicio de cualquier obra o actividad se deberá ejecutar el rescate selectivo de vegetación en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de las especies, el número de individuos por especie a rescatar y la densidad mínima de rescate, los métodos y técnicas aplicables, así como el monitoreo del programa se determinarán y propondrán en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las actividades de rescate de vegetación deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.</p>	<p>Previo a las actividades de CUSTF, el proyecto contempla la implementación de un Programa de Rescate y Reubicación de Especies de la Vegetación Forestal el cual tiene como fundamento lo establecido en el Artículo 123 Bis del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, que a la letra dice: <i>Artículo 123 Bis. Para efectos de lo 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.</i> <i>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.</i> <i>Con base en la información proporcionada por el interesado en el Documento Técnico Unificado, 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</i></p>

CLAVE	CRITERIOS URBANOS	VINCULACIÓN AL PROYECTO
		<i>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).</i>
CU-03	Previo al inicio de cualquier obra o actividad de cada proyecto se deberán ejecutar medidas preventivas orientadas a la protección de los individuos de fauna silvestre presentes en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de los métodos y técnicas a aplicar se determinará con base en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las medidas deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	Previo a las actividades de CUSTF, el proyecto contempla un Programa de Rescate Ecológico y Ahuyentamiento de Fauna Silvestre, el cual se realizará por conducto de personal especializado y con experiencia comprobable. Es primordial que el CUSTF se realice por etapas y en un solo frente de trabajo, con la finalidad que la mayor parte de la fauna se desplace libremente hacia los sitios donde no existan afectaciones. Lo anterior facilita el trabajo de rescate ecológico, ya que los esfuerzos se concentran hacia los organismos de lento desplazamiento, crías en nidos o aquellos que ocupan hábitats muy particulares (cuevas y tronco huecos, principalmente).
CU-04	Los proyectos de cualquier índole deberán incorporar a sus áreas verdes vegetación nativa propia del ecosistema en el cual se realice el proyecto. Únicamente se permite el empleo de flora exótica que no esté incluida en el listado de flora exótica invasiva de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La selección de especies a incluir en las áreas verdes, así como el diseño de jardines deberá sustentarse en un programa de arborización y ajardinado que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Se deberá emplear una proporción de 4 a 1 entre plantas de especies nativas y especies ornamentales, excluyendo los pastos.	El proyecto contará con un Programa de Rescate y Reubicación de Especies de la Vegetación Forestal. Las plantas rescatadas de las áreas de desmonte de interés del proyecto, serán reubicadas dentro de conservación y áreas verdes de uso común del proyecto.
CU-05	Para el desplante de cualquier obra o instalación se deberán utilizar preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.	La vegetación predominante en el sitio donde se pretende llevar a cabo la construcción del proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 491", corresponde a vegetación secundaria arbórea y herbácea derivada de una selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ). Mediante el presente documento técnico unificado, se solicita la autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales de una superficie de 166,675.44 m ² .
CU-06	En el desarrollo de los proyectos se debe realizar el aprovechamiento integral de los recursos naturales existentes en el predio, por lo que será obligatorio realizar la recuperación de tierra	La materia vegetal originada de la limpieza del terreno, será triturada y revuelta con la tierra negra del despalme para generar composta, la cual será utilizada para las actividades de

CLAVE	CRITERIOS URBANOS	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	vegetal en las superficies que se desmonten, así como el triturado y composteo de la madera resultante del desmonte que se autorice. Los materiales obtenidos no podrán ser comercializados –salvo autorización expresa de la autoridad correspondiente-, sino aprovechados en el mejoramiento de áreas verdes, de equipamiento o de donación.	reforestación en sus áreas de jardinado y camellones.
CU-07	En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.	El proyecto, en su etapa de construcción, acatará esta disposición toda vez que las redes sanitarias y de aguas pluviales se manejarán por separado.
CU-08	La canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, podrá realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos u otros que garanticen la retención de sedimentos o contaminantes y deberá ser aprobada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), de conformidad con la normatividad aplicable.	El proyecto de canalización del drenaje pluvial, incorporará las características citadas en el presente criterio, para dar cumplimiento a la normatividad aplicable.
CU-09	Los materiales calizos y los recursos naturales que se utilicen durante la construcción de un proyecto deberán provenir de fuentes o bancos de material autorizados.	El proyecto utilizará materiales pétreos provenientes de bancos de préstamo y materiales debidamente autorizados por la autoridad ambiental correspondiente.
CU-10	En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones, sembradíos, y para el control de pestes y plagas, sólo se permite el uso de sustancias autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	Para el mantenimiento de la vegetación del proyecto, en su caso para el control de pestes y plagas, únicamente se utilizarán sustancias autorizadas por la CICOPLAFEST.
CU-11	Los residuos derivados de las obras no se dispondrán sobre la vegetación remanente dentro del predio, ni sobre la vegetación circundante, debiéndose trasladar al sitio de disposición final de residuos de manejo especial que establezca el municipio o el estado.	En relación con los materiales de desecho, estos se separarán los pétreos de los metálicos, para utilizar los primeros en zonas que requieran ser niveladas como relleno, los metálicos y otros residuos serán trasladados al basurero municipal o al lugar que disponga la autoridad para su disposición final, y en ningún momento serán dispuestos sobre la vegetación remanente al interior o colindante al predio.
CU-12	Los campamentos para trabajadores de la construcción deberán ser dignos para la vida humana, contar con servicios sanitarios, agua potable, un reglamento para el manejo de residuos sólidos, así como una estrategia de protección civil para atender las alertas por fenómenos hidrometeorológicos. La proporción de servicios sanitarios será de al menos 1 por cada 25 trabajadores.	El presente proyecto, por su ubicación en la zona de crecimiento urbana de Playa del Carmen, no contempla la instalación de campamentos de construcción de pernocta, es decir, el personal de la construcción al término de su jornada laboral se retirará del sitio del proyecto. Sin embargo, se requiere la presencia de sanitarios portátiles para que sean utilizados por

CLAVE	CRITERIOS URBANOS	VINCULACIÓN AL PROYECTO
		los trabajadores durante la jornada laboral, y evitar prácticas inadecuadas de micción y defecación a ras del suelo que puedan generar impactos ambientales negativos sobre el ambiente al interior del sitio del proyecto, en una proporción de al menos 1 por cada 20 trabajadores.
CU-13	En ningún caso se permite el uso del fuego para el desmonte de predios urbanos o suburbanos, ni para la disposición de residuos sólidos en áreas abiertas.	El proyecto no contempla la utilización de fuego para la eliminación de la vegetación. La materia vegetal originada de la limpieza del terreno, será triturada y revuelta con la tierra negra del despalme para generar composta, la cual será utilizada para las actividades de reforestación del proyecto y el excedente será donado al H. Municipio de Solidaridad para sus actividades de jardinado y reforestación.
CU-14	Todos los proyectos que en cualquiera de sus etapas de desarrollo generen residuos peligrosos deberán contar con un almacén de residuos peligrosos y disponerlos a través de una empresa autorizada en el manejo de los mismos, conforme a la legislación y normatividad ambiental aplicable en la materia.	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. Este tipo de residuos serán dispuestos temporalmente en un almacén y entregados a una empresa autorizada para su disposición final.
CU-15	En los términos que establece la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, los promoventes deberán aplicar el Plan de Manejo de residuos correspondiente durante las distintas etapas de desarrollo y operación de las obras o actividades que se le autoricen.	El proyecto cuenta con un Programa de Manejo de Residuos, en apego a lo establecido por la citada Ley y será implementado durante la totalidad de las actividades de CUSTF.
CU-16	Para los fines de aplicación de este instrumento, en particular para la definición de competencias para la evaluación en materia de impacto ambiental, la zona costera o ecosistema costero del Municipio Solidaridad al interior de los centros de población con programa de desarrollo urbano decretado incluye únicamente a los predios colindantes con la zona federal marítimo terrestre.	El sitio del proyecto se encuentra dentro del ámbito de aplicación del Programa de Desarrollo Urbano de Playa del Carmen, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 20 de diciembre de 2010, y no colinda con la zona costera o ecosistema costero, de acuerdo a la definición citada en el presente criterio, por lo que su evaluación en materia de impacto ambiental es competencia estatal. Sin embargo, dado que el CUSTF es de competencia federal, el presente estudio se pone a consideración de la Delegación Federal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el Estado de Quintana Roo, 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 166,675.44 m2 con el fin de poder

CLAVE	CRITERIOS URBANOS	VINCULACIÓN AL PROYECTO
		desarrollar el proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 491".
CU-17	Para el aprovechamiento de predios, cuerpos de agua o cavernas en los que se detecten vestigios arqueológicos, deberá obtenerse de manera previa al inicio de obras la autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Si el hallazgo arqueológico se realiza durante el desarrollo del proyecto se deberá informar de manera inmediata al INAH.	En el sitio del proyecto no se registra la presencia de vestigios arqueológicos.
CU-18	Las reservas territoriales destinadas a aprovechamiento urbano y las áreas de preservación ecológica establecidas en el programa de desarrollo urbano deberán mantener su cobertura vegetal original mientras no se incorporen al desarrollo y se autorice su aprovechamiento por las autoridades competentes.	El sitio del proyecto se encuentra en la UGA-11 denominada "Reserva Urbana de Solidaridad", el cual se encuentra debidamente regulado por el Programa de Desarrollo Urbano de Playa del Carmen, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 20 de diciembre de 2010, y conservará su vegetación hasta contar con la autorización del presente estudio que se pone a consideración de la Delegación Federal de la SEMARNAT en Quintana Roo.
CU-19	El desarrollo de proyectos en las áreas de reserva urbana se realizará de acuerdo con la programación prevista en el plan o programa director de desarrollo urbano que le corresponda.	El sitio del proyecto se encuentra dentro del ámbito de aplicación del Programa de Desarrollo Urbano de Playa del Carmen, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 20 de diciembre de 2010.
CU-20	Alrededor de los cenotes y accesos a cuevas se deberá mantener una franja perimetral de protección constituida por vegetación natural, con una anchura equivalente a la anchura máxima del espejo de agua. En esta franja sólo se permitirá el aclareo de hasta el 10 % de su cobertura y la remoción de árboles jóvenes de hasta 10 cm de diámetro, siempre y cuando la autoridad competente por excepción otorgue el cambio de uso de suelo en esta superficie.	En el sitio del proyecto no se registra la presencia de cenotes. En caso de registrarse su presencia durante el desarrollo de la obra, estos serán delimitados manteniendo su cobertura forestal como protección del mismo y se colocará la señalización de la ubicación con letreros alusivos.
CU-21	En el aprovechamiento de los cuerpos de agua continentales (cenotes, cuevas inundadas o lagunas) y otras formaciones cársticas (cuevas secas, rejolladas o chuntunes) sólo se permite el establecimiento de estructuras ligeras y de tipo temporal fuera del cuerpo de agua o estructura cárstica y de la franja de protección.	El proyecto no contempla el aprovechamiento de cuerpos de agua continentales. En caso de registrarse la presencia de cenotes durante el desarrollo de la obra, estos serán delimitados manteniendo su cobertura forestal como protección del mismo y se colocará la señalización de la ubicación con letreros alusivos.
CU-22	Las aguas residuales deberán canalizarse hacia las plantas de tratamiento de aguas residuales operadas por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado o el organismo operador autorizado por esta instancia. En el caso de que no existan plantas de tratamiento que puedan atender la demanda del proyecto, el	Durante las actividades de CUSTF, las excretas generadas por el personal de la construcción, primeramente serán depositadas en letrinas portátiles proporcionadas por empresa autorizada (una por cada 20 personas), para su posterior traslado a la planta de tratamiento de aguas negras más cercana, recayendo esta

CLAVE	CRITERIOS URBANOS	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	<p>promovente deberá instalar una planta que cumpla con las condiciones establecidas en la normatividad vigente en materia de aguas residuales tratadas.</p>	<p>responsabilidad en el prestador del servicio. Durante la operación del desarrollo habitacional, las aguas residuales generadas por los usuarios del desarrollo habitacional (negras y grises) serán canalizadas a la planta de tratamiento de aguas negras municipales por medio de la red de drenaje.</p>
CU-23	<p>El manejo y disposición final de los lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales es responsabilidad del propietario del sistema de tratamiento que los genere, quien deberá presentar un reporte semestral ante la autoridad correspondiente, turnando una copia a la SEDUMA para la inclusión de los resultados en la Bitácora Ambiental, que indique el volumen de agua tratado, tipo y características de los lodos y otros residuos generados, tratamiento aplicado a los lodos, resultados del análisis CRETIB y sitio o forma de disposición final.</p>	<p>Durante las actividades de CUSTF, las excretas generadas por el personal de la construcción, primeramente serán depositadas en letrinas portátiles proporcionadas por empresa autorizada (una por cada 20 personas), para su posterior traslado a la planta de tratamiento de aguas negras más cercana, recayendo esta responsabilidad en el prestador del servicio. Durante la operación del desarrollo habitacional, las aguas residuales generadas por los usuarios del desarrollo habitacional (negras y grises) serán canalizadas a la planta de tratamiento de aguas negras municipales por medio de la red de drenaje.</p>
CU-24	<p>En las áreas de aprovechamiento proyectadas se deberá 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, jardines, áreas verdes, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.</p>	<p>La promovente mantendrá en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño coincidan con las áreas de conservación (parque lineal) y áreas verdes de uso común.</p>
CU-25	<p>La superficie de aprovechamiento de un predio, así como sus coeficientes de uso (CUS) y ocupación del suelo (COS), estarán en función de lo que determine el programa o plan de desarrollo urbano vigente que le aplique. Sólo se permite el desmonte de la superficie que resulte de multiplicar el CMS por la superficie total del predio, para lo cual deberá obtener de manera previa la autorización por excepción del cambio de uso del suelo en terrenos forestales y las autorizaciones estatales y municipales respectivas. Será obligatorio mantener la superficie remanente con la vegetación original. En el caso que la superficie remanente se encuentre afectada o que carezca de vegetación, el promovente deberá procurar su restauración o reforestación.</p>	<p>El sitio del proyecto se encuentra debidamente regulado por el Programa de Desarrollo Urbano de Playa del Carmen, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 20 de diciembre de 2010, y cumple a cabalidad con los parámetros urbanos asignados como se puede observar en la Sección XIV.4.</p>
CU-26	<p>Para el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas, partes de ellas o subproductos de los mismos, así como de los recursos forestales, se requiere que éstos</p>	<p>Para la reforestación del proyecto, se utilizarán las plantas nativas producto del rescate de la vegetación del mismo predio.</p>

CLAVE	CRITERIOS URBANOS	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	productos provengan de UMA's o Productores Forestales autorizados y den cumplimiento a lo establecido en la normatividad aplicable.	
CU-27	Se deberán mantener en pie e integrar al diseño del proyecto los árboles con diámetro normal (1.30 cm del suelo) igual o mayor a 40 cm. Para evitar daño a las raíces deberá establecerse un radio de protección de 5 m alrededor del tronco del árbol.	La promovente del proyecto, respetara los arboles de igual a mayor a 40 cm de diámetro, y de preferencia ubicados en las áreas verdes y de conservación, tal como se señala en el presente criterio.
CU-28	Se permite la instalación temporal de plantas de premezclado, dosificadoras o similares dentro del área de desmonte permitida en el interior de predios para abastecer al proyecto, únicamente durante su construcción. Debiendo ser retiradas una vez que se concluya la construcción del mismo. El área ocupada por la planta deberá integrarse al proyecto.	Durante el CUSTF del sitio del proyecto, no se contempla la instalación temporal de plantas de premezclado, dosificadoras o similares. En caso de que durante la construcción del proyecto se lleve a cabo la instalación de las obras temporales citadas, se acatará lo establecido en el presente criterio.
CU-29	Las plantas de premezclado, dosificadoras o similares deberán contar con un programa de cumplimiento ambiental autorizado por la SEDUMA para la regulación de emisiones a la atmósfera, ruido y generación de residuos peligrosos, que dé cumplimiento a la normatividad vigente. Este programa se deberá presentar junto con la manifestación de impacto ambiental de la planta.	Durante el CUSTF del sitio del proyecto, no se contempla la instalación temporal de plantas de premezclado, dosificadoras o similares. En caso de que durante la construcción del proyecto se lleve a cabo la instalación de las obras temporales citadas, se acatará lo establecido en el presente criterio.
CU-30	Se deberá instalar una malla perimetral para reducir la emisión de polvos hacia el exterior de las áreas de trabajo y reducir el impacto visual.	Por la ubicación del proyecto en el límite de la mancha urbana, no se requiere la instalación de una malla perimetral para evitar el impacto visual. Asimismo, se cuenta con medidas de mitigación para reducir la emisión de polvos.
CU-31	Durante el transporte de materiales pétreos éstos deberán humedecerse y cubrirse con una lona antidispersante, la que se debe sujetarse adecuadamente y encontrarse en buen estado, con objeto de minimizar la dispersión de partículas de polvo.	Durante todo el proceso de CUSTF y construcción, se utilizarán lonas en los vehículos de transporte de materiales pétreos y residuos para evitar la dispersión de polvos.
CU-32	En predios urbanos en los que existan manglares, deberá cumplirse lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables	En el sitio del proyecto no se registra la presencia de manglar.
CU-33	En el desarrollo u operación de cualquier tipo de proyecto se debe evitar el derrame al suelo o cuerpos de agua de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes. De igual manera, se deberá evitar la disposición inadecuada de materiales impregnados con estas sustancias o de sus recipientes. En este sentido el promovente deberá	El proyecto cuenta con un Programa de Manejo de Residuos en apego a lo establecido por la citada Ley y será implementado durante la totalidad de las actividades de CUSTF.

CLAVE	CRITERIOS URBANOS	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	<p>manifestar el tipo de sustancias potencialmente contaminantes que se empleará en las distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y, en su caso corrección, que aplicará.</p> <p>Para el almacenamiento de este tipo de sustancias se deberá contar con un almacén que cumpla con las especificaciones establecidas en la normatividad aplicable y se deberá llevar el registro de su manejo en la bitácora del almacén.</p>	

Cuadro 71. Criterios Ecológicos Específicos Urbanos y de Equipamiento de acuerdo con la UGA 11 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
CE-24	La incorporación como nuevas áreas urbanas a los centros de población estará sujeta a la elaboración de los instrumentos de planeación urbana establecidos en la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Quintana Roo.	El sitio del proyecto se encuentra dentro del ámbito de aplicación del Programa de Desarrollo Urbano de Playa del Carmen, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 20 de diciembre de 2010.
CE-32	El porcentaje de desmonte para proyectos de infraestructura y equipamiento de obra pública federal, estatal o municipal se determinará de acuerdo con la naturaleza misma de cada proyecto.	El sitio del proyecto se encuentra dentro del ámbito de aplicación del Programa de Desarrollo Urbano de Playa del Carmen, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 20 de diciembre de 2010, y el porcentaje de desmonte está definido por este mismo.
CE-53	Es obligatoria la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad suficiente para el manejo de las aguas residuales del proyecto a máxima capacidad de ocupación. El proceso de tratamiento y disposición final del efluente y subproductos deberá cumplir con lo establecido en la normatividad aplicable.	<p>Durante las actividades de CUSTF, las excretas generadas por el personal de la construcción, primeramente serán depositadas en letrinas portátiles proporcionadas por empresa autorizada (una por cada 20 personas), para su posterior traslado a la planta de tratamiento de aguas negras más cercana, recayendo esta responsabilidad en el prestador del servicio.</p> <p>Las aguas residuales generadas por los usuarios del desarrollo habitacional (negras y grises) serán canalizadas a la planta de tratamiento de aguas negras municipales por medio de la red de drenaje.</p>
CE-54	El manejo y disposición final de los lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales es responsabilidad del propietario del sistema de tratamiento que los genere, quien deberá presentar un reporte semestral ante la autoridad correspondiente, turnando una copia a la SEDUMA para la inclusión de los resultados en la Bitácora Ambiental, que indique el volumen de agua tratado, tipo y características	<p>Durante las actividades de CUSTF, las excretas generadas por el personal de la construcción, primeramente serán depositadas en letrinas portátiles proporcionadas por empresa autorizada (una por cada 20 personas), para su posterior traslado a la planta de tratamiento de aguas negras más cercana, recayendo esta responsabilidad en el prestador del servicio.</p> <p>Las aguas residuales generadas por los usuarios del desarrollo habitacional (negras y grises) serán</p>

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	de los lodos y otros residuos generados, tratamiento aplicado a los lodos, resultados del análisis CRETIB y sitio o forma de disposición final.	canalizadas a la planta de tratamiento de aguas negras municipales por medio de la red de drenaje.
CE-85	En las áreas de aprovechamiento proyectadas se deberá 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.	La promovente mantendrá en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño coincidan con las áreas de conservación (ej. parque lineal) y áreas verdes de uso común.
CE-86	Cuando en las áreas que se mantendrán con cubierta vegetal original dentro de los predios, existan áreas afectadas o con vegetación escasa o dominada por estratos herbáceo o arbustivo, se deberá realizar un programa de reforestación con especies nativas que considere por lo menos 1,500 árboles o palmas por hectárea. Se deberá establecer un monitoreo permanente de las áreas reforestadas para valorar la eficiencia de las acciones emprendidas. La selección de las especies y el número de individuos por especie a reforestar se determinará con base en un programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto.	Previo a las actividades de CUSTF, el proyecto contempla la implementación de un Programa de Rescate y Reubicación de Especies de la Vegetación Forestal el cual tiene como fundamento lo establecido en el Artículo 123 Bis del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
CE-98	Las reservas urbanas destinadas a aprovechamiento urbano deberán mantener su cobertura vegetal original en tanto no sean urbanizadas.	El sitio del proyecto se encuentra en la UGA-11 denominada Reserva Urbana de Solidaridad, y conservará su vegetación hasta contar con la autorización del presente documento técnico unificado.

Por todo lo anterior podemos concluir que una vez realizada la Vinculación del Proyecto Desarrollo Habitacional Parcela 491 con el PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO", el proyecto es ambientalmente viable con base en los criterios ecológicos generales urbanos y específicos aplicables al proyecto y no se contrapone con la política establecida en la Unidad de Gestión Ambiental 11.

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, la parcela que integra el proyecto de desarrollo habitacional 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.

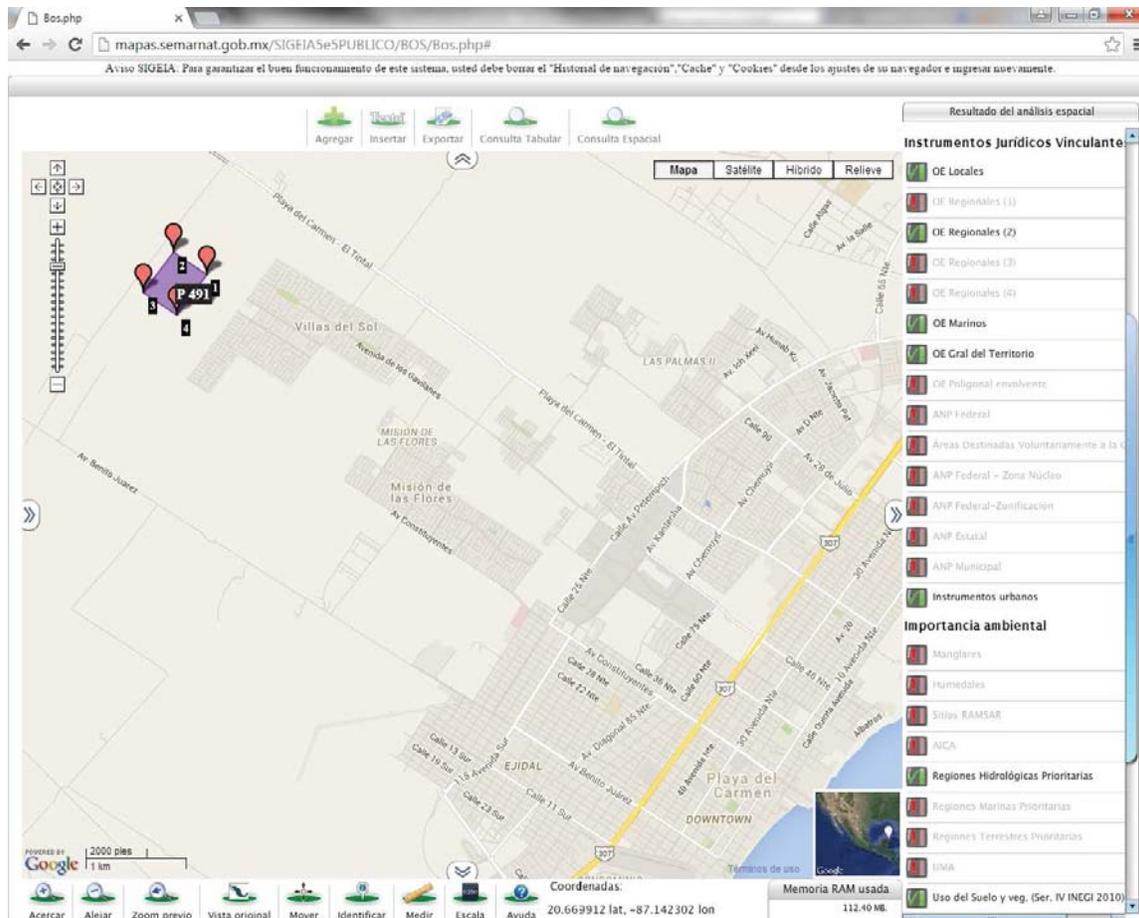


Figura 45. Pantalla del portal del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEA) del portal de la SEMARNAT.

Cuadro 72. 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.
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
AICAS	No hay capas que intersecten
Regiones Marinas Prioritarias	No hay capas que intersecten
Regiones Terrestres Prioritarias	No hay capas que intersecten
UMAS	No hay capas que intersecten

XIV.2.2. Región Hidrológica Prioritaria (RHP-105) Corredor Cancún - Tulum (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 105 denominada "Corredor Cancún-Tulum".

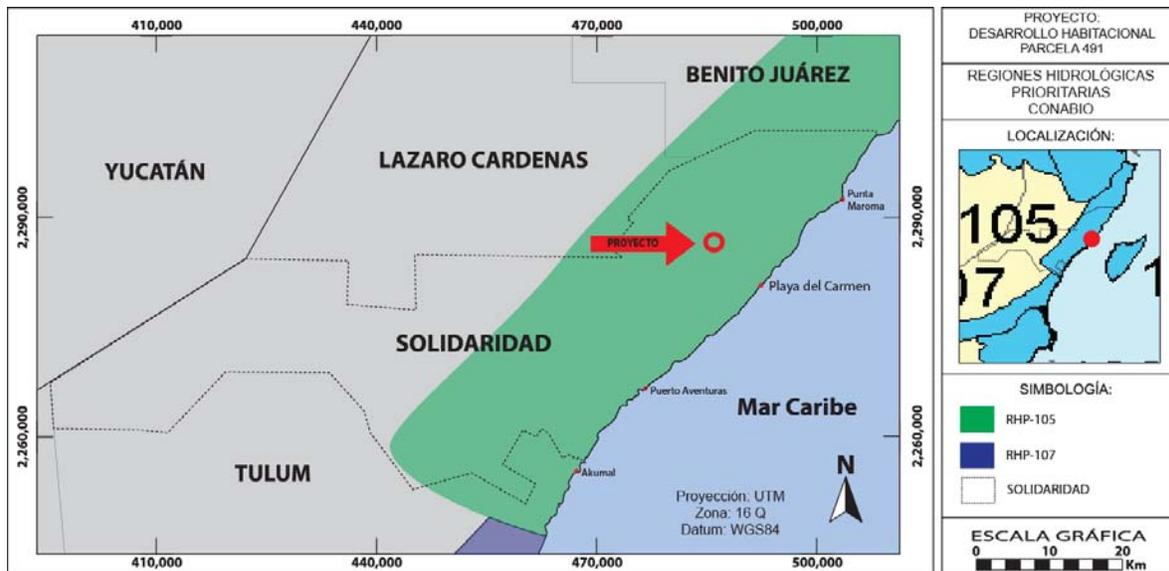


Figura 46. Localización del sitio del proyecto con respecto a la Región Hidrológica Prioritaria número 105 denominada "Corredor Cancún - Tulum".

La problemática que enfrenta esta región es la modificación del entorno por perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, deforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales. También se ha identificado la contaminación por aguas residuales y desechos sólidos.

Por las características del proyecto, sus dimensiones y ubicación dentro de la zona de crecimiento urbana de Playa del Carmen, se considera que el CUSTF del proyecto no generará impactos significativos que pudieren llegar a afectar esta Región Hidrológica Prioritaria, ya que contará con medidas de prevención y mitigación para evitar los impactos sobre el acuífero y generación de residuos sólidos.

XIV.3. Normas Oficiales Mexicanas

Durante el desarrollo del proyecto, se llevará a cabo el seguimiento de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas (Cuadro 73):

Cuadro 73. Seguimiento de Normas Oficiales Mexicanas durante el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación al Proyecto
Aguas Residuales	
Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	Las excretas generadas por el personal de la construcción durante la etapa de CUSTF, primeramente serán depositadas en letrinas portátiles proporcionadas por empresa autorizada (una por cada 20 personas), para su posterior traslado a la planta de tratamiento de aguas negras más cercana, recayendo esta responsabilidad en el prestador del servicio.
Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	
Residuos Peligrosos y Municipales	
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.	Para prevenir la contaminación del suelo por hidrocarburos, se establecerán sistemas de control de derrames de combustibles y lubricantes de la maquinaria pesada, y no se deberá realizar reparaciones mayores en el área del proyecto.
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.	En el sitio donde se almacene combustible (aunque sea en mínimas cantidades), deberá estar impermeabilizada y deberá contar con los señalamientos respectivos. Los aceites, grasas y estopas una vez utilizados, serán depositados en recipientes especiales para ser entregados a personal autorizado para su reciclamiento o disposición final.
Protección de Especies	
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	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 durante el CUSTF. De acuerdo

Norma Oficial Mexicana	Vinculación al Proyecto
protección especial, y que establece especificaciones para su protección.	con la caracterización ambiental del sitio del proyecto, no se registró ninguna especie de flora citada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. De acuerdo con los resultados obtenidos, en el predio habita la Iguana gris (<i>Ctenosaura similis</i>) y el Loro frente blanca (<i>Amazona albifrons</i>) que cuentan con el estatus de especies amenazada y de protección en la NOM-059- SEMARNAT -2010. El proyecto cuenta con un Programa de Vigilancia Ambiental, el cual integra el Programa de Programa de Rescate y Reubicación de Especies de la Vegetación Forestal y el Programa de Rescate Ecológico y 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.
Protección al Ambiente y Contaminación Atmosférica	
Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-1999, 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	
Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2000, Condiciones de seguridad Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.	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-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)

Por su ubicación, el desarrollo del predio del proyecto, se encuentra regulado por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad 2010-2050 (Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo a 20 de diciembre de 2010).

De acuerdo con la sobreposición de la parcela del proyecto sobre el PDU aplicable, en el sitio del proyecto se presentan usos de suelo Habitacional H4, Mixto Barrial (MB) y Parque Lineal (PL). Lo anterior, tal y como lo establece la Constancia de Uso de Suelo DGOAyDU/DDU/SF/0568/2014 emitida por la Dirección General de Ordenamiento Ambiental y Desarrollo Urbano del H. Ayuntamiento de Solidaridad con fecha 24 de julio de 2014.

Las zonas habitacionales comprenden todo tipo de edificaciones para el uso habitacional, mientras que las zonas Mixto Barrial o de usos mixtos son aquellas en las que la habitación se mezcla con actividades relativas al comercio y servicios, así como instalaciones de equipamiento urbano y alojamiento temporal. Por su parte, la Red de Parques Lineales, se construye como una propuesta innovadora y estratégica del H. Ayuntamiento de Solidaridad para mantener el equilibrio entre el crecimiento urbano con los espacios verdes que preserven la naturaleza en un contexto transformado, como lo es la ciudad, dotando de espacios de carácter medio ambiental y de integración familiar que contribuyen a mejorar la calidad de vida de la población, considerando satisfacer tres criterios básicos: social, económico y ambiental.

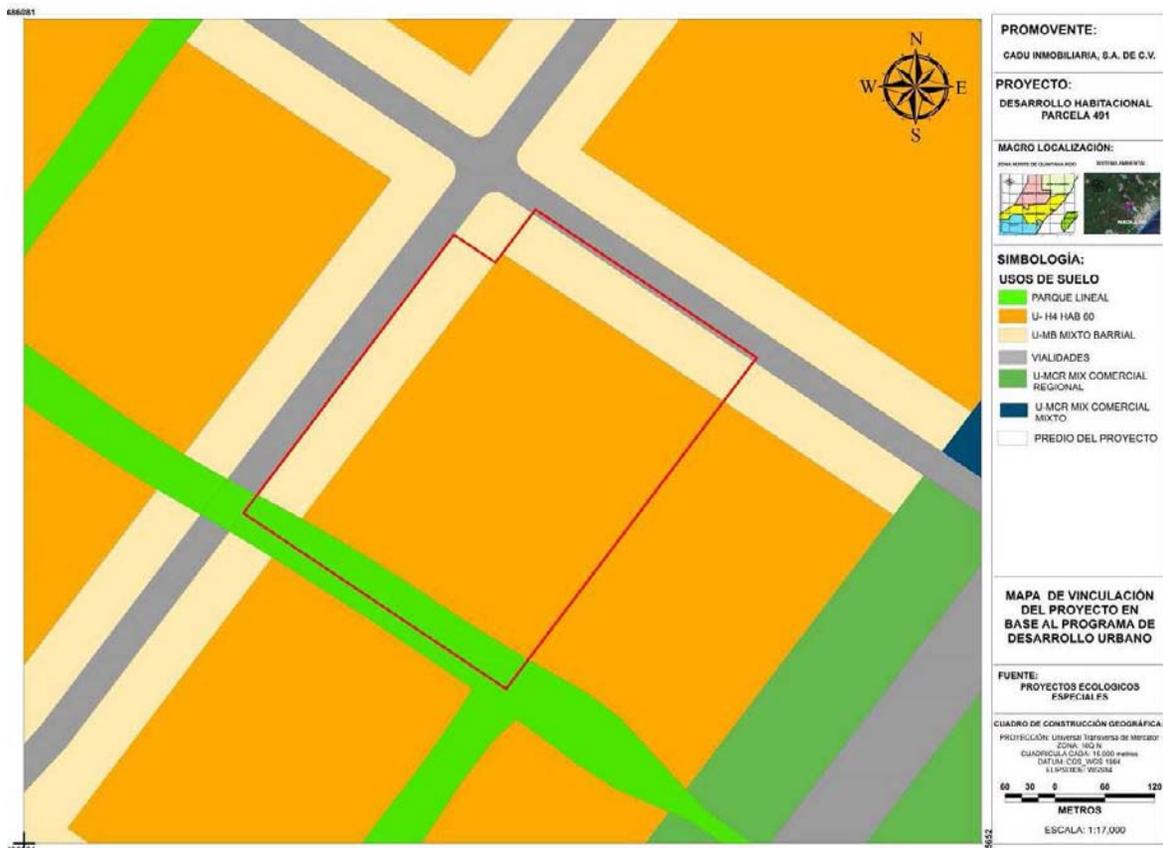


Figura 47. Uso de Suelo del predio de acuerdo con Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad 2010-2050.

El planteamiento del Desarrollo Habitacional Parcela 491, es consistente con la zonificación de usos de suelo indicados por el PDU aplicable (Cuadro 74). Asimismo, la distribución de las áreas verdes cumple con el objetivo principal de los parques lineales el cual corresponde a mantener el equilibrio entre el crecimiento urbano con los espacios verdes que preserven la naturaleza en un contexto transformado.

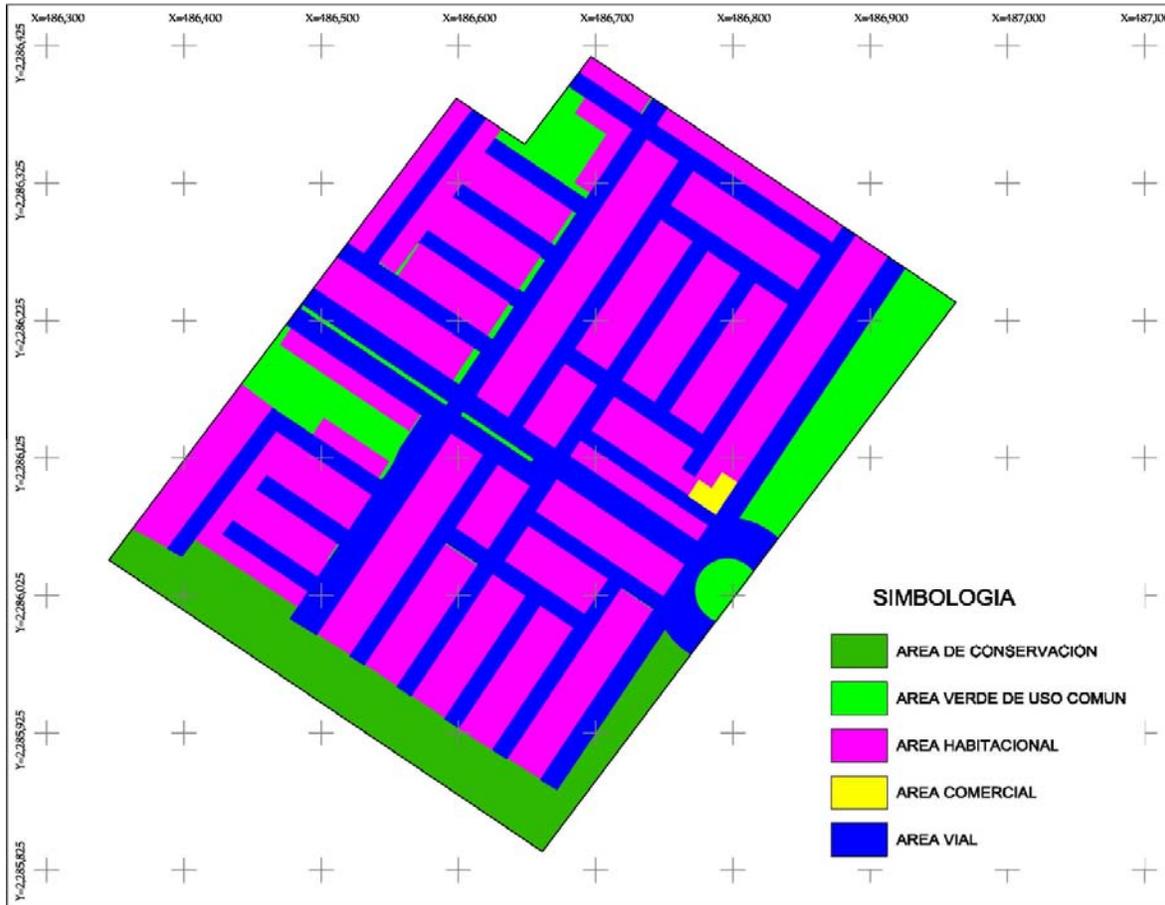


Figura 48. Zonificación de usos de suelo

Cuadro 74. Usos de suelo propuestos por el proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 491"

Usos de Suelo Desarrollo Habitacional Parcela 491	Superficie (m ²)	Porcentaje (%)
Habitacional	89,196.60	48.09
Comercial	598.72	0.32
Vialidades	59,046.05	31.83
Áreas Verdes de Uso Común	17,851.16	9.62
Áreas Verdes de Conservación	18,794.91	10.13
Superficie total del predio	185,487.45	100.00

Aunado a lo anterior, de acuerdo con el PDU de Playa del Carmen, el sitio del proyecto cuenta con una densidad habitacional de 60 viv/ha. El proyecto pretende llevar a cabo la construcción de 1,114 viviendas con una densidad habitacional de 60 viv/ha, con lo que se cumple cabalmente con lo establecido por el presente instrumento de planeación.

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 166,675.44 m² con el fin de poder desarrollar el proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 491".

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 "Desarrollo Habitacional Parcela 491" 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.

Aunado a lo anterior, el Artículo 60 de la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo, establece 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:

IV. En los fraccionamientos habitacionales urbanos, la donación comprende el 15% de la superficie neta del fraccionamiento.

Para la determinación del área neta, de acuerdo con el presente artículo, se aplica la siguiente fórmula: **Área Neta = (Área Total Predio) – (Área Total Vialidad).**

El sitio del proyecto cuenta con una superficie total de 185,470.35 m² (18.54 Has) y contará con una superficie de vialidades de 59, 046.05 m², por lo que las superficies netas del proyecto se presentan en el Cuadro 75. El proyecto destinará como áreas verdes de uso común y áreas de conservación el 28.98% de la superficie neta del predio, con lo que se da cabal cumplimiento a lo establecido por el presente artículo.

Cuadro 75. Superficies netas del proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 491".

Usos de Suelo Desarrollo Habitacional Parcela 491	Superficie (m ²)	Porcentaje (%)
Habitacional	89,196.60	70.54
Comercial	598.72	0.47
Áreas Verdes de Uso Común	17,851.16	14.12
Áreas Verdes de Conservación	18,794.91	14.86
Superficie Neta Parcela 491	126,441.39	100.00

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, y de acuerdo con lo que se establece en 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 aquellas de interés científico, biotecnológico o comercial; a continuación se presenta una alternativa de valoración económica de los recursos que pudieran tener un valor económico:

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

De acuerdo con los resultados de la caracterización de la vegetación de este predio en la vegetación de selva mediana se identificaron 86 especies de plantas vasculares. Con la finalidad de realizar la estimación económica de los recursos biológicos forestales presentes en el área del proyecto, la estrategia aplicada en este estudio parte de la valoración de los recursos forestales que tienen un precio de mercado en la región, las cuales se agrupan por similitud y se consideran como productos forestales sustitutos. Estas materias primas se clasifican en maderables y no maderables.

XV.1 Valoración económica directa.

Los valores de uso directo de los bosques se reconocen de manera inmediata a través del consumo del recurso o de los productos y servicios derivados del mismo. Los bosques de México son un claro ejemplo de la riqueza de productos y servicios que pueden obtenerse a partir de la diversidad biológica. Al respecto, se tiene que en el país existen más de 2 mil especies de plantas susceptibles de aprovecharse comercialmente, entre las que se encuentran las que proveen productos maderables y no maderables, además de las actividades recreativas y turísticas con valor económico que sobre las áreas forestales.

El valor de uso directo de los recursos forestales resulta ser el medio más accesible en su concepción para la estimación económica de los recursos biológicos forestales, debido a que se reconoce de manera inmediata a través del consumo de los mismos (madera para aserrío, palizada, leña, carbón, triturado etc.).

Para efecto de la estimación del valor económico del volumen de la madera que será afectado por el cambio de uso del suelo, fueron considerados todas las especies

maderables que serán removidas, que podrían tener un potencial para su aprovechamiento ya sea con fines maderables.

Madera para aserrío. Para el predio en particular donde se establecerá el nuevo desarrollo, con características forestales de diámetros y alturas susceptibles de ser aprovechadas en la industria de la madera, ya que corresponde con una asociación vegetal de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia. Por lo que de acuerdo al inventario realizado pueden ser aprovechadas.

En el siguiente cuadro se presenta la estimación del valor económico por especie estimado para los individuos registrados, considerando el uso potencial de la madera que podría utilizarse como madera en rollo para aserrío de primera y segunda mano con diámetros de 25 cm y mayores. Se ha considerado el precio libre a bordo en brecha para trocería de otras tropicales de largas dimensiones, precios obtenidos al 2 trimestre del 2015. (Los cálculos para aserrío están basados en el VFL, se estimó toda la madera obtenida en m³ para conversión a aserrío sin importar si la especie se encuentra en condiciones para su venta).

Cuadro 76. Estimación del valor de la madera de aserrío según el volumen comercial (m3) por especie, por hectárea y por la superficie de cambio de uso del suelo para este proyecto.

Materia prima	Nombre común	Valor Económico/m3 (00/100, M.N)	Volumen Comercial (m3/ha)	Valor Económico (m3/ha)	Volumen Comercial (m3/16.66ha)	Valor Económico subtotal (16.66 ha)
Madera para aserrío	Zacchaca	\$ 1,248.07	0.794	990.90	13.23	16,514.49
	Tzalam	\$ 1,248.07	0.502	626.17	8.36	10,435.85
	TOTAL		1.296	1,617.07	21.59	26,950.33

Información obtenida del Sistema de precios de productos forestales maderables CONAFOR.

De acuerdo con el cuadro anterior, el valor total económico estimado de las materias primas forestales que pudieran tener un valor comercial por el cambio de uso de suelo propuesto en 16.66 hectáreas, de las existencias reales volumétricas contabilizando la contribución de los individuos vivos a partir de 25 cm de diámetro y mayores son de aproximadamente 21.59 metros cúbicos de madera en rollo con corteza que asciende a la cantidad de \$ 26,950.33 pesos M.N., (Son veintiseis mil novecientos cincuenta pesos 33/100 M.N.).

Madera para palizada. De forma general, aun cuando se han descrito las características de este tipo de vegetación, si se tuviera la oportunidad de comercializar las distintas especies de acuerdo a las especificaciones del mercado, éstas se clasificarían como palizada y se podría obtener de esta actividad una percepción económica de las mismas.

En el siguiente cuadro se presenta el desglose de la estimación económica de la madera que podría utilizarse como madera en rollo para palizada de primera y segunda mano con diámetros de 10 cm a 24.9 cm. Se considera que el precio de la madera de

palizada en libre a bordo es de \$ 1,200/m³. Se consideran precios promedios, ya que se trata principalmente de maderas denominadas otras tropicales.

Cuadro 77. Estimación del valor de la madera de palizada según el volumen comercial (m³) por especie, por hectárea y por la superficie de cambio de uso del suelo para este proyecto.

Materia prima	Nombre común	Volumen Comercial (m ³ /ha)	Valor Económico/ha (00/100 M.N)	Volumen Comercial (m ³ /16.66ha)	Valor Económico subtotal (16.66 ha)
Madera para Palizada	Akum	1.635	1962.22	27.252	32702.67
	Álamo	1.576	1890.69	26.259	31510.55
	Bob	0.110	131.52	1.827	2191.86
	Chaca	2.155	2585.66	35.911	43092.87
	chacté	0.130	156.11	2.168	2601.73
	Chechem	0.949	1138.77	15.816	18978.88
	Dicu	0.227	271.88	3.776	4531.11
	Fiob	0.082	98.85	1.373	1647.40
	Fipe	0.979	1174.97	16.318	19582.19
	Guco	0.086	102.99	1.430	1716.49
	Jabín	2.402	2882.61	40.035	48042.00
	Kanazín	1.167	1400.57	19.452	23342.02
	Katalox	1.690	2027.90	28.164	33797.26
	Takinche	0.120	143.78	1.997	2396.17
	Tzalam	9.836	11802.80	163.922	196706.86
	Yaaxnik	1.649	1978.54	27.479	32974.65
Zacchaca	3.133	3759.10	52.208	62649.65	
Zacyaab	0.096	115.72	1.607	1928.60	
TOTAL		28.021	33,624.68	466.994	560,392.98

Nota: Dentro del valor total obtenido para palizada se incluyeron algunas especies que no tienen valor comercial para venta como madera de palizada.

Puede decirse que el valor total de los productos forestales maderables que pueden ser utilizados como palizada de valor comercial en el área de desplante de este proyecto es de \$ 560,392.98 pesos M.N., considerando las especies de 10 a 24.9 cm de DAP en una superficie de 16.66 hectáreas.

Madera para leña, triturado y elaboración de carbón. Para obtener valores para leña, carbón y triturado, se incluyen los individuos de 3.0 cm a 9.9 cm de diámetro, 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.

En el cuadro 78, se presenta el desglose de la estimación económica de los porcentajes volumétricos por hectárea que podría utilizarse para leña, material triturado y carbón.

Se contabiliza el 100% del volumen total árbol donde se incluyen los individuos de 3.0 cm a 9.9 cm de diámetro, se tiene un precio unitario de campo de \$ 300 pesos por m³

para la elaboración de leña, para carbón, de acuerdo a los estudios realizados en el Estado en relación de la equivalencia de m³/toneladas de carbón. Se tiene que por cada 7.0 m³ de madera en rollo, se puede obtener 1 tonelada de carbón en horno tradicional y que el costo de este producto es de 2,500.00 pesos por tonelada, para el caso del triturado de material el precio unitario del m³ se estima en este estudio de \$ 400 pesos.

Cuadro 78. Estimación económica de la madera para leña, material triturado y carbol vegetal, con valor comercial de acuerdo con la estimación volumétrica del inventario forestal.

Materia prima	% de Aprovechamiento	Volumen total (m3/ha)	Precio unitario \$/m3	Valor Económico/ha	Valor Económico subtotal (16.66ha)
Leña	30	16.404	300	4,921.20	81987.192
Material triturado	20	10.936	357	3,904.15	65043.139
Carbón	50	27.34	400	10,936.00	182193.76
Total	100	54.68		19,761.35	329,224.091

La estimación del porcentaje del volumen, puede decirse que el valor total de los productos forestales maderables que pudieran tener un valor comercial en el área de desplante para leña, triturado y carbón de este proyecto es de \$ 329,224.091 pesos M.N., considerando las especies de 3 a 9.9 cm de DAP.

Plantas de ornato. Los recursos forestales no maderables con potencial de valor comercial que existen en la superficie a solicitar de CUSTF de este proyecto lo constituyen las plantas de ornato como *el xiat (Chamaedorea seifrizii)*, *Elemuy (Malmea depressa)*, *bobtum (Anthurium schlechtendalii)*, *Akits (Cascabela gaumeri)* *Guano (Sabal yapa)*, *el tulipán (Malvaviscus arboreus)* entre otras especies. A continuación en el siguiente cuadro se presenta un desglose del valor económico de las plantas que pudieran tener un uso ornamental.

Cuadro 79. 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/16.66ha	Valor Económico (16.66ha) subtotal
Xiat	25	48	800	19,992
Bobtum	25	21	350	8,746.5
Elemuy	15	18	300	4,498.2
Akits	15	18	300	4,498.2
Guano	20	19	317	6,330.8
Tulipán	10	25	417	4,165.0
O. Tierra	40	5	83	3,332.0
Bromelia	50	7	117	5,831.0
Total			,2682	57,393.7

La hoja de la palma de Guano (*Sabal yapa*). Es otro producto forestal no maderable presente en el área de desplante de este proyecto, sin embargo, esta palma se encuentra muy escasa en el predio, se estima en aproximadamente 15 ejemplares adultos por hectárea, a los que en promedio se les podrían cortar 5 hojas por planta, que a un precio de \$5.00 pesos por hoja nos da un total de lo que se podría encontrar en las 16.66 hectáreas de \$ 6,247 pesos M.N.

Materia orgánica (tierra vegetal). Se estima que en ambientes tropicales, este conjunto de organismos 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 de la ciudad de Playa del Carmen, y en lo particular, para el predio, se reconoce la distribución de una sola asociación de suelo y que está integrada por aquellos del tipo Leptosol lítico+Leptosol réndzico. Se debe mencionar que para este tipo de suelo se observa afloramiento de roca distribuida en forma regular con presencia de una pequeña capa de materia orgánica sobre la cual se ha establecido la vegetación de selva. Estos suelos presentan altas restricciones para su utilización con propósitos agrícolas debido a su escaso espesor y su abundante pedregosidad que afectan el crecimiento de las plantas. Sin embargo, presentan buen drenaje que favorece la infiltración del agua.

En este caso y para hacer una estimación del valor económico, se ha considerado el cálculo de la superficie a afectar y el volumen correspondiente de tierra vegetal. En este caso, se tiene 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 la microtopografía existente en el terreno, por lo que se ha considerado una capa promedio de alrededor de 1 cm.

Cuadro 80. Estimación económica de la tierra vegetal

CONCEPTO	TOTAL A AFECTAR 16.66Ha	COSTO POR M3	VALOR TOTAL EN PESOS
Tierra vegetal	1,666 m ³	50.00	\$ 83,300
Total			\$ 83,300

En el caso que el volumen total obtenido fuera comercializado, se tendría una percepción económica mucha más alta, ya que se tendría que llevar a cabo un proceso de cernido o cribado el cual se utilizaría ampliamente en labores de jardinería.

Valoración económica de las especies de fauna silvestre.

De las referencias localizadas sobre la valoración de vertebrados silvestres en México, la mejor corresponde el 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 se presenta una valoración de los vertebrados silvestres con base en sus distintos usos.

Con respecto a la fauna silvestre registrada en el predio se pueden obtener distintos usos y de otras especies que no tienen utilidad directa, algunas se pueden clasificar como macotas, aves canoras, aves de ornato o de alimenticio (consumo local en una economía de subsistencia) que por lo tanto, no entran en ningún tipo de mercado y el cinegético.

Al agrupar, las especies de fauna con registro de campo en este predio, de acuerdo a los diferentes usos potenciales, considerando los costos de captura se obtiene un total de 19 especies con potencial de uso con precios unitarios desde \$ 20 hasta \$ 700 pesos, con lo que se estima un valor total de captura de la fauna de \$ 2,340 pesos M.N. para este grupo de especies.

Cuadro 81. 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.

FAUNA REGISTRADA	NOMBRE	USOS	COSTO DE CAPTURA
Reptiles			
<i>Cnemidophorus angusticeps</i>	Lagartija	MASCOTA	50
<i>Leptophis mexicanus</i>	Ranera	SIN USO COMERCIAL	20
<i>Vasiliscus vitatus</i>	Toloke	MASCOTA	100
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris	SIN USO (ESPECIE PROTEGIDA)	
		SUBTOTAL	170
Aves			
<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo	CANORA	100
<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	SIN USO (ESPECIE PROTEGIDA)	
<i>Centurus pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	SIN USO COMERCIAL	100
<i>Columbina passerina</i>	Tortolita común	ALIMENTICIO (AUTOCONSUMO)	20
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	SIN USO COMERCIAL	50
<i>Cyanocorax morio</i>	Paap	CANORA	50
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	ORNATO	100

<i>Dendroica petechia</i>	Chipee amarillo	CANORA	50
<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	CANORA	100
<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero cuculador	CANORA	100
<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle	ORNATO	100
<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	ALIMENTICIO (AUTOCONSUMO)	100
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	ORNATO	50
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	ORNATO	50
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	ORNATO	100
		SUBTOTAL	970
Mamíferos			
<i>Nasua narica</i>	Tejón	MASCOTA	500
<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla	MASCOTA	700
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	SIN USO COMERCIAL	
		SUBTOTAL	1,200
		TOTAL	2,340

Sin embargo, y a pesar de conocer el valor económico de algunas especies de vertebrados silvestres, el promovente no pretende realizar aprovechamiento alguno de estos (ya sea 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 y el proyecto que nos ocupa es de tipo habitacional y está enclavado en la zona urbana de Playa del Carmen, por lo que carece de interés cinegético.

XV.2 Valoración económica indirecta.

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

Valor del depósito de carbono por hectárea

La captación de carbono y su almacenamiento en los bosques, y al mismo tiempo la liberación de éste y su impacto en el calentamiento global, tienen un valor que excede el ámbito nacional, cuestión puesta en alto relieve por la Convención Marco del Cambio Climático de la Naciones Unidas.

Las estimaciones del almacenamiento y de la liberación de carbono dependen principalmente del tipo de bosque, del cambio en el uso del suelo, de la edad del bosque y del tipo de ecosistema (cerrado o abierto). El carbono captado y almacenado por el bosque tiene un valor ambiental positivo, mientras que su liberación a la

atmósfera por el cambio de uso de suelo acarrea daños ambientales al propiciar el calentamiento atmosférico global. En el siguiente cuadro se presenta la estimación económica del valor de la captura de carbono por hectárea, para distintos bosques, entre los cuales se encuentra el bosque tropical.

Cuadro 82. Valor del depósito de carbono por hectárea (USD) (Muñoz, 1994).

Bosque templado caducifolio	Bosque tropical caducifolio	Bosque templado	Bosque tropical siempre verde
600	1800	3000	3600

El tipo de vegetación de cambio de uso de suelo del proyecto corresponde con la vegetación secundaria de Selva Mediana Subperennifolia, de tal forma que con base en los estimados que se presentan en la tabla anterior, a los recursos forestales del área de cambio de uso de suelo les corresponde un valor de 3,600 dólares por hectárea. Es decir, que las 16.66 hectáreas de cambio de uso de suelo tienen un valor de 59,976 dólares por concepto de depósitos de carbono, los cuales a un tipo de cambio aproximado de 16.5 pesos mexicanos, corresponden a \$ 989,604 pesos M.N.

Los cambios de temperatura que produce la liberación, a los impactos físicos que provoca, y a éstos se les asignan valores económicos. La deforestación de bosques y selvas trae consigo efectos negativos para las cuencas hidrológicas, provocando aumentos en la erosión, cambios en los flujos hidrológicos y reducción en la recarga de acuíferos. Los costos de prevención o reparación de los daños causados por su pérdida o alteración, nos ofrecen una aproximación del valor de las funciones ecológicas que los bosques y selvas proporcionan. El costo por el tratamiento de agua sería de 160 dólares por hectárea, y el costo para evitar la salinización generada por la deforestación se encontraría alrededor de los 50 dólares por hectárea (cit. en UAES, 1997).

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 7.8. Evidencias de valores de existencia en México (CSERGE, 1993, citado por UAES, 1997)

Área	Superficie (ha)	Valor obtenido (USD)
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 de las áreas de cambio de uso de suelo corresponde a 258.2 dólares, lo cual a un tipo de cambio aproximado de 16.5 pesos mexicanos, corresponde a \$ 4,260.79 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 83, 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 83. 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	16.66	\$ 18,326.0

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 descrito con anterioridad, por lo que se obtiene un valor global estimado de \$ 2,078,039 (Son dos millones setenta y ocho mil treinta y nueve pesos 00/100 M.N.).

De acuerdo con lo antes citado, el resumen de las estimaciones de los recursos biológicos existentes en el predio de interés se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 84. Resumen de la estimación de los recursos biológicos forestales.

<i>Recurso forestal</i>	<i>Valor total en pesos (\$)</i>
Aserrío	26,950.33
Palizada	560,392.98
Leña	81,987.19
Material triturado	65,043.14
Carbón vegetal	182,193.76
plantas de ornato	57,393.70
Palmas de guano	6,247.00
Tierra vegetal	83,300.00
Fauna	2,340.00
Sub-Total	1,065,848.10
Valor de Depósito de carbono	989,604.00
Valor de los Recursos forestales del predio por su propia existencia	4,260.79
Valor de los Servicios ambientales	18,326.00
	1,012,190.79
Total	2,078,039

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 que se localiza dentro de la zona urbana de Playa del Carmen.

XVI. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.

XVI.1. Valorar lo que le costaría al promovente llevar el sitio a una condición similar del ecosistema como hasta ahora se encuentra, bajo el supuesto de que se hubiera efectuado el CUSTF.

En caso que se tuviera que remediar el sitio afectado por el CUSTF el método sería mediante un programa de reforestación, recuperando la superficie equivalente a las hectáreas solicitadas para cambio de uso de suelo, es decir 16.66 has. En los siguientes cuadros se presentan los montos calculados de lo que costaría reforestar la superficie empleando especies nativas y de la región, tomando como base que la zona es tropical, con desarrollo de vegetación secundaria del tipo 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 descrita en el capítulo V de este documento, ya que el tipo de vegetación que se localiza en la zona donde se ubica el predio de referencia es de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia con algunos árboles sobresalientes dispersos y pequeñas afectaciones antropológicas.

De manera complementaria se contempla la ejecución de labores de reforestación en un diseño de plantación mixta con especies nativas características de la selva mediana subperennifolia de la región y labores de mantenimiento y vigilancia por un periodo de al menos 20 años. Mediante los cuales y en conjunto con los procesos de regeneración natural se espera que la vegetación secundaria de selva que se restablezca alcance una estructura vertical y horizontal dominada por especies de rápido crecimiento con ejemplares arbóreos con diámetros medios de 13 cm y altura promedio de 7 metros de altura, así como una gran cantidad de especies arbustivas, similar a la que se encuentra en la actualidad en el predio estudiado.

En cuanto a la recuperación de la funcionalidad de vegetación que permanecerá dentro de una zona urbana en crecimiento se esperarí que mediante las acciones de vigilancia y mantenimiento se mantenga limpio a largo plazo. Entre las principales estrategias a corto y mediano plazo para lograr la protección y recuperación de la cobertura vegetal será necesario considerar el establecimiento de un cerca perimetral que evite la recurrencia de incursiones furtivas para la extracción de recursos.

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:

La composición de un bosque o selva en estado natural, para este caso por encontramos en una zona tropical de selva que está compuesta de una variedad generalmente alta de especies forestales arbóreas, arbustivas y herbáceas de diferentes edades y tamaños de los individuos que la componen.

La sucesión vegetal es el proceso ordenado de desarrollo de una comunidad razonablemente racional y predecible. Resulta de la modificación del medio ambiente por la comunidad y/o disturbios naturales o inducidos el medio ambiente físico (suelo, clima), determina el patrón, la tasa de cambio y, a menudo, impone los límites hasta donde este desarrollo puede avanzar. Según Berger (1993)⁵ la regeneración puede ocurrir naturalmente sin la intervención del hombre, este es un proceso extremadamente lento, por lo cual es necesario recurrir a las técnicas de restauración ecológica para acelerar la sucesión y por lo tanto la recuperación del ecosistema.

La restauración debe contemplar la combinación de múltiples conocimientos científicos sobre la ecofisiología de las especies vegetales, las características del suelo, la dinámica de los nutrientes en el mismo, la historia natural de la localidad, el uso de suelo tradicional, el impacto de la transformación del sistema en las comunidades humanas que lo aprovechan y la importancia económica y social potencial de las especies nativas, entre otros, a fin de generar como resultado un sistema altamente diverso y similar, en cuanto a composición y estructura, al original.

El proceso de planificación de la restauración comienza eliminando o neutralizando los factores que impiden la recuperación del sistema, por lo que es de vital importancia definir la problemática del sitio para posteriormente definir la meta y objetivos que se quieren conseguir. Además, es de suma importancia que los procesos de planificación se basen en el conocimiento, estructura, funcionamiento y dinámica de los ecosistemas a restaurar y en las relaciones establecidas entre éstos y los sistemas humanos (Montes, 2002).

La estructura y funcionalidad del ecosistema para el caso que se hubiese determinado la restauración de las 16.66 hectáreas, el paso inicial habría de ser la restitución del suelo, es decir que en caso de que se hubiera tendido una capa de material pétreo para formar algunas plataformas ésta debería de ser retirada para minimizar afectaciones al suelo, ya que este es el elemento que determinará en última instancia la distribución y abundancia de la vegetación en la superficie que pudiera sujetarse a la restauración a efecto de cubrir, de inicio y parcialmente, la infiltración de agua al subsuelo.

Dadas las condiciones locales en las que la vegetación cubre amplias extensiones, se está en posibilidad de favorecer la sucesión secundaria así como la inducción de especies arbóreas de rápida regeneración como *Bursera simaruba* y *Jatropha gumeri* que son especies locales que toleran el corte y se regeneran velozmente después de talado por lo que, de acuerdo con la CONABIO⁶, son especies con potencial para

⁵ Berger, J. 1993. Ecological Restoration and Non Indigenous Plant Species: A Review. Restoration Ecology. June: 74-82.

⁶ http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/17-burse2m.pdf

reforestación productiva en zonas degradadas de selvas la cual adicionalmente ofrece recursos de nutrición para la vida silvestre ya que sus frutos son consumidos por aves y ardillas (*Sciurus Sp*) lo que también permite la dispersión de las semillas. Se fortalece la siembra utilizando *Akits (Cascabela gaumeri)* y *jabín (Piscidia piscipula)*.

En este momento puede plantearse el escenario en el corto plazo, uno a dos años, en el cual el terreno permite el drenaje natural del agua pluvial y se restablecen, de manera natural o parcialmente asistida, las escorrentías menores hacia el este que corresponde a las partes más bajas del terreno (el proyecto conserva las escorrentías mayores), el suelo se ha cubierto con plantas herbáceas y vegetación graminoide como *Psychotria nervosa*, *Ichnanthus lanceolatus*, *Lasiacis divaricata* *Stylosanthes hamata*, *Amaranthus spinosus* entre otras especies.

Se favorece la reintroducción de tsalam (*Lysiloma latisiliquum*) se reponen o refuerza, de ser necesario, la siembra de árboles de la primera etapa *Bursera simaruba*, *Jatropha gaumeri*, *Cascabela gaumeri*, *Vitex gaumeri*, *Hampea trilobata* 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.

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. En el primer año serán pocas las especies que se establezcan tal es el caso de himenópteros como avispa y hormigas. La poca cobertura del dosel únicamente se presenta como atractivo para fuente de alimento, el establecimiento de aves y mamíferos está más condicionado a la estabilidad en protección, temperatura y grado de luminosidad que brinda la vegetación de una selva bien desarrollada. En esta etapa, el área empieza a prestar nuevamente los servicios ambientales detenidos parcialmente como es el caso de Captura de Carbono, Recarga de Mantos Acuíferos, Paisaje e Incorporación de Cadenas Tróficas.

A partir de los 3 años las especies anuales o bianuales son sustituidas por especies perennes; esta fase es conocida como "fase de surgimiento o de estructuración", misma que está compuesta por una combinación de las especies existentes dentro de la regeneración en desarrollo (predominantemente heliófitas y hemisciófitas y esciófitas, dependiendo del tamaño y estructura inicial del área).

Las actividades a realizar a partir de esta fase, son de protección contra incendios forestales, además de realizar evaluaciones en sitios permanentes para determinar la sustitución natural de especies y asegurándose de que las especies tardías se establezcan, como es el caso de *Chicozapote (Manilkara zapota)*, *Guayabillo (Psidium sartorianum)*, *Guaya (Talassia olivaeformis)*, *Yaite (Gimnanthes lucida)*, *Álamo (Ficus cotinifolia)*, *Chechen negro (Metopium Brownei)* *Boob, (Coccoloba spicata)*, *Akits (Cascabela gaumeri)*, *Akum (Ficus máxima)*, *Ciricote (Cordia dodecandra)*, *Kaniste (Pouteria campechiana)*, entre otras.

En esta fase, se fortalece la formación de suelo y los servicios que prestan las selvas se establecen en cuanto a la captura de carbono, vida silvestre, captación de agua y protección de erosión de los suelos. Se comienza a ver una estructura más definida de la vegetación y es conocida como Vegetación Secundaria, con individuos muy bifurcados, tallos de forma irregular, una gran presencia de especies espinosas y las alturas máximas encontradas en este lapso del proceso de restauración es de 3 metros.

En cuanto a fauna, en esta fase ya se pueden observar procesos de colonización de ratones, gran cantidad de aves, insectos y pequeños reptiles; la estructura aún continúa en un proceso activo de selección natural con la pérdida de herbáceas y la incorporación de especies tardías.

En este periodo se realizará la incorporación de plántulas de palma de huano (*Sabal yapa*) y otro tipo de palmas; la reforestación de estas especies se realizará en el periodo de lluvias y la recomendación en el desarrollo de la plántula, es que debe tener entre 15 a 30 cm, la siembra es más práctica y el estrés a nivel radicular es menor; en este sitio se recomienda el establecimiento de palmas de cada especie en toda la superficie del predio que nos ocupa; con esta técnica se espera una sobrevivencia del 80%.

A partir del inicio de esta fase la afectación por concepto de sequias, deja de ser un posible factor de riesgo para el proceso de restauración de la vegetación.

Este escenario intermedio, de tres a seis años, determinará la regeneración de condiciones favorables de luz y humedad, situación que habrá de favorecer la instalación natural del sotobosque y permitirá la inducción de otras El paisaje muestra un vegetación secundaria que corresponde a un proceso sucesional intermedio. Se observa, de nuevo, la presencia de aves. Algunos mamíferos que toleran la perturbación pueden ser avistados nuevamente como la *Didelphis marsupialis*, *Nasua narica* y *Sciurus yucatanensis*.

El ambiente así restaurado admite un esquema de manejo dirigido a la recuperación de una estructura y funcionalidad semejantes al ensamble original. Alcanzar la comunidad clímax, en este momento, deriva en una cuestión de tiempo en el cual los árboles compiten entre sí por los recursos del suelo, las aves trasladan al sitio semillas obtenidas en otros lugares, el suelo recupera sus propiedades fisicoquímicas. Paulatinamente, se incrementa el horizonte húmico que, a su vez, soporta una mayor carga biológica. Una vegetación secundaria intermedia como el planteado en el escenario anterior puede adquirir en poco tiempo un amplio dosel (Gómez-Pompa y Vázquez-Yanes, 1981) el cual atrae aves y murciélagos que al visitarlo aumentan la riqueza de especies por el proceso llamado lluvia de semillas (Martínez-Garza y González-Montagut, 2002) y, más tarde, aumentan la riqueza de la comunidad establecida. 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.

Fase de madurez u óptima, donde las especies sobresalientes codominan o dominan los estratos superiores (donde participan especies heliófitas, esciófitas y hemisciófitas).

En esta fase ya no se realizan actividades de fomento encaminadas al establecimiento de nuevas especies; la vegetación ya ha alcanzado niveles de autosuficiencia, algunos árboles ya cuentan con alturas superiores a los 7 metros, con fustes bien definidos; a partir de los 15 años se pueden encontrar árboles con diámetros normales de 15 cm algunos de rápido crecimiento como la *Bursera simaruba* de 20 cm, para especies de rápido crecimiento como es el caso de la *Bursera simaruba* (Chaca rojo), *Jatropha gaumeri* (Pomolche) y *Lysiloma latisiliquum* (Tzalam), la cobertura de copa ya es superior al 70%, y las condiciones de protección de la vegetación hacia la fauna silvestre, es tal que ya se inicia el proceso de colonización de especies de mamíferos, creándose nuevos hábitats.

Así es como se establece el tercer escenario, basado en los procesos naturales de sucesión secundaria en hábitats neotropicales que han sido estudiados. Se ha observado y documentado que durante algunas décadas se establece una mezcla de especies pioneras y unas pocas especies no-pioneras (Denslow, 1985, Uhl, et al., 1988, Guariguata, et al., 1997) que en este caso son las reintroducidas. Las especies pioneras usualmente presentan una sobrevivencia muy baja (González-Montagut, 1996) y son un grupo poco diverso de unas 20 especies (Martínez-Ramos, 1985), de tal manera, que pocas especies cubren amplias áreas perturbadas, no obstante, la selva así restaurada provee importantes servicios ecológicos como la retención del suelo sin emba A partir de los 20 años de edad ya se puede considerar una Selva Juvenil con dominancia del estrato superior de especies heliófitas y en esa edad ya se puede notar la presencia de un grupo importante de especies esciófitas que inician la colonización del estrato de piso; esta incorporación de nuevas especies tolerantes a la sombra, es el resultado del establecimiento de nuevos nichos de fauna silvestre que se encargan de dispersar semillas traídas desde zonas cercanas cubiertas con vegetación de Selva.

A partir de esta etapa, la continuidad de la sucesión ecológica de la Selva mediana que fue promovida en el predio, ya se puede señalar que las condiciones de diversidad, estructura, funcionalidad y generación de servicios ambientales, tendrán las mismas características de la vegetación que actualmente se desarrolla en el predio. Los riesgos constantes en relación a la suspensión del proceso de restauración de esta selva, están relacionados a la presencia de fenómenos meteorológicos, como es el caso de huracanes. Iniciar el proceso de forma asistida sembrando especies de rápido crecimiento es deseable porque 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.

Al momento de la restauración deben ser tomadas en cuenta las características específicas del sitio y al momento de iniciarlo ya que en caso de que los procesos de sucesión secundaria hayan comenzado de manera natural se recomienda acelerar el proceso que llevará a una selva compleja y rica en especies mediante la siembra de especies no-pioneras. La presencia de herbívoros y granívoros también es importante

para la adecuada selección de las especies de refuerzo (Martínez-Garza et al., 2003, Martínez-Garza et al., 2004).

En caso de que se detecte sucesión detenida, se deberá de usar una mezcla de especies pioneras y no-pioneras. En ambos casos deberán de ser evaluadas las características foliares de tantas especies como sea posible en diferentes microambientes. Una vez avanzado el proceso se puede hacer una segunda selección de especie dependiendo de otras características como el tipo de frutos que tienen a efecto de proporcionar atractivos y recursos a la fauna.

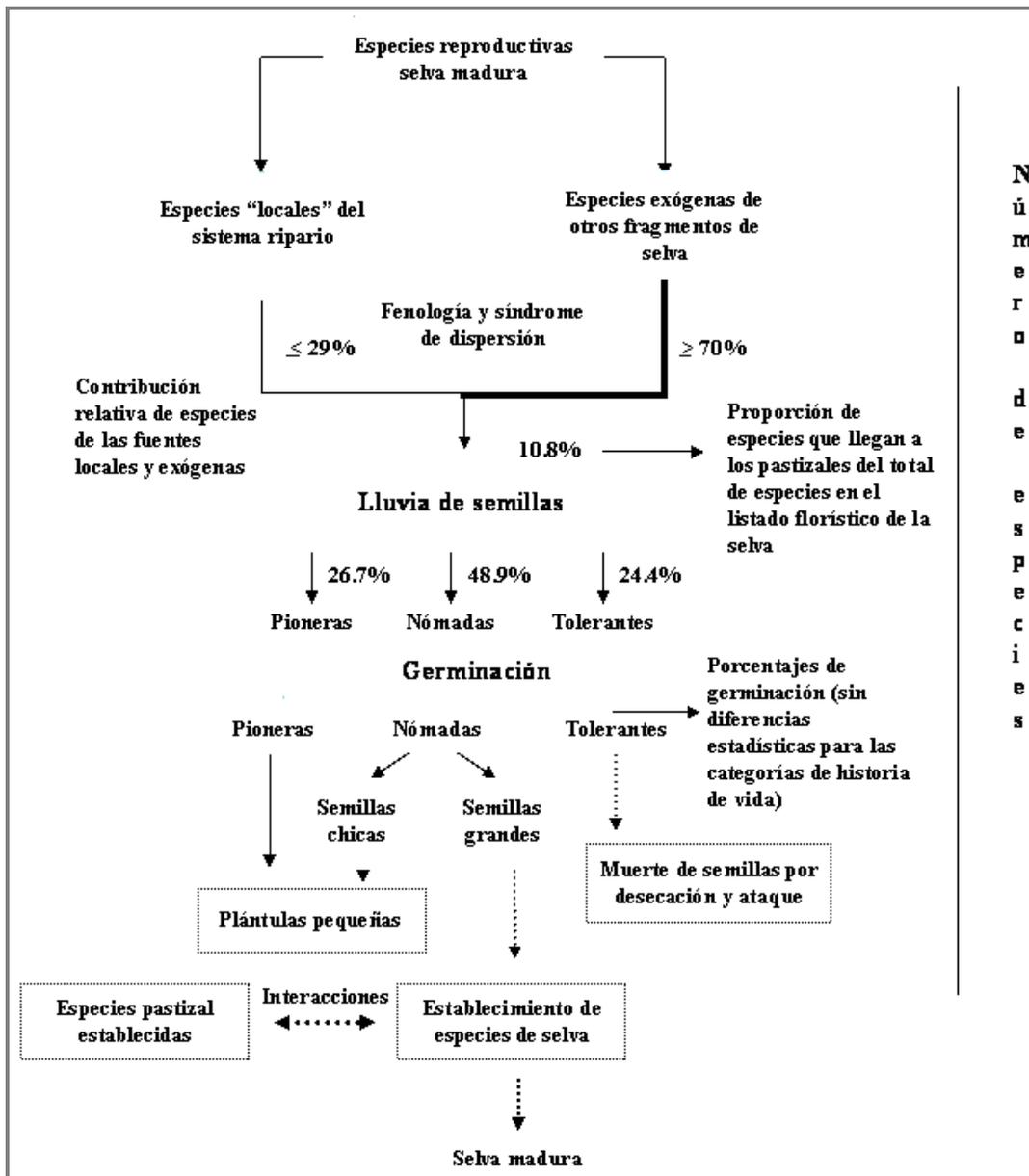


Figura 50. El diagrama anterior presenta los componentes importantes del potencial florístico en la regeneración general y no asistida de una selva tropical. Los recuadros y líneas punteadas representan etapa y vías teóricas.

Valoración económica.

El análisis de costos que a continuación se presenta implicó la recopilación de costos actuales, tanto de servicios como de productos necesarios para llevar a cabo las actividades de restauración propuestas. Para ello 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 estos muy similares, con la finalidad de obtener una estimación de costos con mayor precisión, apegada a tarifas reales y actuales de los productos y servicios involucrados. Los datos antes mencionados han sido también considerados en el presente análisis económico.

El análisis económico de las actividades de restauración con motivo de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, representa solamente una estimación de los costos necesarios para devolver al terreno su condición actual. Asimismo, la lista de actividades de restauración que se ha determinado es enunciativa más no limitativa, ya que se han tomado en cuenta actividades generales para llevar a cabo la restauración; sin embargo, también se han tomado en cuenta las porciones superficiales, tarifas y cantidades máximas necesarias para lograr una exitosa recuperación vegetativa con el objeto de alcanzar una estimación de costos con un margen de error mínimo (corrida financiera).

La restauración de la superficie implicaría la implementación de una serie de actividades dirigidas a restablecer las condiciones y características naturales que la superficie actualmente presenta. A continuación se enlistan y desglosan las actividades para la restauración:

- *Preparación del terreno*
- *Deshierbe*
- *Apertura de cepas*
- *Compra de planta*
- *Transporte*
- *Reforestación*
- *Mantenimiento del área restaurada*
- *Chapeo de malezas*
- *Reposición de plantas (replante)*
- *Monitoreo*
- *Asistencia Técnica*

Preparación del terreno

Existen diferentes maneras de preparar el terreno donde se pretende establecer la plantación, para mejorar las condiciones del suelo y asegurar una mayor sobrevivencia de la planta. La elección del método está en función de diversos factores: superficie a

reforestar, disponibilidad de recursos (humanos, económicos, maquinaria y equipo), tipo de suelo, pendiente del terreno y acceso al mismo.

Por lo general los trabajos de preparación del sitio se realizan con la ayuda de herramientas básicas como azadón, pala, talacho, barreta, pico, coa, hacha o machete, entre otras. Estos trabajos son útiles y recomendables para superficies menores de 10 hectáreas. Con este método sólo se trabaja el área donde se colocará la planta, evitando alteraciones innecesarias y la pérdida de suelo por la remoción no requerida. La presente estimación parte de las acciones mínimas necesarias para tener una restauración exitosa.

Limpeza o Deshierbe. Para cualquier actividad relacionada con la preparación del terreno implica mano de obra la cual puede variar en función de la superficie, y el trabajo a realizar. Para actividades que implican remoción de malezas, obras de contención de suelo, mejoramiento de la textura del suelo.

Apertura de cepas. La práctica más común en la preparación del terreno consiste en intervenir sólo el sitio específico en donde se trasplantará o establecerá la planta. Para la reforestación se utilizarán dos métodos para la preparación de apertura de cepas:

El método de cepa

El método a pico de pala

El método de cepa es el más empleado. Consiste en 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 el oreado de la tierra y de las paredes de la cepa.

El método a pico de pala, se utiliza cuando el suelo conserva condiciones adecuadas para recibir las plantas de reforestación, por lo que no se necesita preparar mayor espacio del terreno para introducir la planta. El método consiste en abrir en el suelo el espacio suficiente para introducir la plántula, por medio de una pala recta de punta o pico. Con la pala recta de punta el hueco se hace hendiéndola y palanqueándola hacia abajo hasta que se deja un espacio suficiente para introducir la plántula. Este método es aplicable en aquellos terrenos manejables y no pedregosos.

Reforestación.

Material vegetativo. Para continuar con las actividades de restauración, una vez que se prepare el terreno, se deberá llevar a cabo la reforestación de la superficie afectada, es importante considerar que la distancia entre planta y planta dependerá del espaciamiento que la especie demande al ser adulta, tomando en cuenta que en sus

etapas juveniles. Según el Manual Básico elaborado por la Comisión Nacional Forestal del área de Conservación y Restauración el cual propone para áreas tropicales una densidad mínima de 625 y máxima de 900 plantas por hectárea.

Cuadro 85. Densidades promedio recomendadas por tipo de ecosistema por la CONAFOR, (Reglas de Operación ProÁrbol).

Título	Ecosistema (densidad por ha)			
	Bosques de coníferas	Selvas medianas y altas	Selvas bajas	Zonas aridas y semiaridas
Con planta de vivero	maximo 1,600 minimo 1,100	maximo 900 minimo 625	maximo 900 minimo 625	maximo 2,000 minimo 800
Con material vegetativo	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica

Para este caso se propone una densidad de 816 plantas (3.5 X 3.5m) en marco real y que esta corresponde al porcentaje mínimo de sobrevivencia deseable del 80 %. Considerando que la superficie total a reforestar es de 16.66 hectáreas, se estima que se requerirán un total de 13,594 plantas para la reforestación de dicha superficie, contemplando un 15% más de plantas para el mantenimiento de las plantas (2,039 para sustitución por muerte fisiológica).

La planta será adquirida en viveros autorizados, se requiere de una planta de un mínimo de 30 cm de altura que se estima suficiente para la reforestación, con un eje central y raíces laterales bien distribuidas, sin raíces envolventes o creciendo hacia arriba, sin malformaciones o nudos.

Transporte. Previo al transporte de las plantas al sitio de reforestación éstas serán sometidas a un riego ligero, para evitar su deshidratación. Durante la carga y descarga de las plantas 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 para evitar el daño al tallo de los individuos.

Reforestación. El conocimiento de la época adecuada de trasplante es un aspecto de mucha importancia para el establecimiento exitoso de las plantas de reforestación. La reforestación debe coincidir con el momento en que la humedad del sitio es ideal.

Para el caso del presente programa esta se presenta en la época de lluvias, el trasplante se debe realizar una vez que el suelo se encuentra bien humedecido y la estación de lluvias se ha establecido, es decir una o dos semanas después de iniciarse la época de lluvias. Se reconoce que este es el más adecuado, porque la planta cuenta con mayor tiempo para establecerse, antes de que el medio ambiente la someta a condiciones estresantes, como pueden ser temperaturas extremas y sequía.

El trazo será en marco real, ya que esta permite obtener una población uniforme y facilita el acceso en operaciones de mantenimiento, manejo y protección, las cepas estarán marcadas con balizas para su localización e identificación.

Se utilizará una densidad de 816 plantas/ha, el espaciamiento se expresa como la distancia entre los árboles, dentro y entre las líneas o a veces como un número de árboles por hectárea, subentendiéndose un determinado espaciamiento, de tal forma que el arreglo que se utilizará entre cada una de las plantas será de 3.5 x 3.5 entre filas e hileras. Las plantas se distribuirán de manera homogénea en cada una de las líneas.

Mantenimiento y Monitoreo

Mantenimiento del área restaurada. En la etapa inicial de la reforestación y posteriormente, será necesario controlar la maleza con el objeto de que los ejemplares plantados tengan mayor probabilidad de subsistencia. Lo que se mantendrá después de un período de dos años o que los ejemplares plantados presenten una altura promedio de aproximadamente 1.5 metros. El control de la maleza o chapeo de la vegetación, se realizará únicamente a un metro de radio alrededor del sitio donde fue plantado cada ejemplar, y se llevará a cabo con una periodicidad cuatrimestral, es decir, se realizará el chapeo 3 veces por año.

Asistencia técnica. Las actividades mencionadas anteriormente para lograr la restauración del área, deberán ser dirigidas por personal capacitado, durante el período de tiempo necesario para restaurarla completamente, estimado para un periodo de 20 años. El monitoreo (mantenimiento y seguimiento) se realizará durante un periodo de 20 años o hasta que el área esté totalmente restaurada, es decir durante 20 años, costos que implican la preparación del terreno, compra del material vegetativo, siembra o establecimiento, riegos emergentes, cultivo y mantenimiento, protección y vigilancia, contratación de un técnico forestal entre otras labores de manejo.

A continuación se presenta en el cuadro 86, en forma resumida el análisis económico realizado, el cual contiene los montos que serán requeridos para cada actividad de restauración, los costos unitarios, el importe total que significará cada actividad y el importe total de la actividad de restauración estimada en \$ 45,500 pesos 00/100 M.N. por hectárea.

Cuadro 86. 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				12,300.00	8,442.00	20,742.00
1.1.- Preparación del terreno				3,000.00		3,000.00
Limpieza	Jornales	200.00	5	1,000.00		1,000.00
Despiedre y desenraice	Jornales	200.00	4	800.00		800.00

Guardarraya	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
Combate de insectos	Jornales	200.00	2	400.00		400.00
1.2.- Material vegetativo					8,442.00	8,442.00
Costos de planta	Plantas	8.00	938		7,504.00	7,504.00
Transporte de plantas	Plantas	1.00	938		938.00	938.00
1.3.- Plantación				4,400.00		4,400.00
Trazo y alineación	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
Apertura de pocetas	Jornales	200.00	6	1,200.00		1,200.00
Plantación y fertilización	Jornales	200.00	8	1,600.00		1,600.00
Replantación	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
1.4.-Riegos emergentes				3,200.00		3,200.00
Cercado	Jornales	200.00	8	1,600.00		1,600.00
Riegos Emergentes	Jornales	200.00	8	1,600.00		1,600.00
1.5.- Materiales				1,700.00		1,700.00
Picos o Coa	Lote	150.00	4	600.00		600.00
Palas y carretillas	Lote	550.00	2	1,100.00		1,100.00
2.- CULTIVO Y MANTENIMIENTO				6,200.00	2,758.00	8,958.00
2.1.- Labores culturales (mano de obra)				6,200.00		6,200.00
Deshierbe	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
Aplicación de herbicidas (año 1 al 4)	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
Aplicación de fertilizantes (año 1 al 4)	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
Podas	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
Aclareos	Jornales	200.00	5	1,000.00		1,000.00
Cajete	Jornales	200.00	7	1,400.00		1,400.00
Prevención de plagas y enfermedades	Jornales	200.00	3	600.00		600.00
						0.00
2.2.- Adquisición de insumos					2,758.00	2,758.00
Compra de fertilizante	Kilogramo	3.80	110		418.00	418.00
Compra de insecticidas	Kg y lts (lote)	1,800.00	1		1,800.00	1,800.00
Compra de herbicidas	Litros	150.00	2		300.00	300.00
Compra de combustible y lubricantes	Litros	120.00	2		240.00	240.00
3.- PROTECCIÓN Y VIGILANCIA				1,800.00	0.00	1,800.00
Mantenimiento de Brechas	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
Vigilancia	Jornales	200.00	5	1,000.00		1,000.00
4.- DIVERSOS				13,000.00	1,000.00	14,000.00
Adquisición de equipo y herramientas	Lote	1,000.00	1		1,000.00	1,000.00
Administración y Asistencia técnica	Contrato	3,000.00	2	6,000.00		6,000.00

Asesoría especializada	Contrato	7,000.00	1	7,000.00		7,000.00
TOTAL DEL COSTO POR HA				33,300.00	12,200.00	45,500.00

Con esta idea, lo que costaría llevar el sitio a una condición similar a como se encontraba, bajo el supuesto de que ya se hubiera efectuado el cambio de uso de suelo, desde la perspectiva de análisis de estructura y funcionalidad del ecosistema que se afectaría, se tiene;

El costo de los trabajos indicados para restauración del sitio, se estima en \$45,500 pesos 00/100 M.N. pesos por hectárea, y se propone un mantenimiento y seguimiento por 20 años. Con este tiempo de mantenimiento se espera que la vegetación al llegar a la edad de 20 años, estará en condiciones similares a como se encontraba antes de realizar el cambio de uso del suelo y se habrían establecido diversas especies de fauna propias del hábitat. Por lo tanto y en el supuesto que se quisiera restaurar una superficie similar a la solicitada de CUSTF (16.66 hectáreas), el costo para restaurar esta superficie estaría alrededor de \$ 758,030 pesos M.N.

XVII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS.

XVII.1 Referencias Bibliográficas.

- 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.
- 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.
- 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.
- 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. Radoslav Barzev. Editor. CMB.

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.

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.

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.

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.

- 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.
- Heuveldop, J., T. Pardo, C. Quirós y P. Espinoza. 1986. Agroclimatología tropical. EUNED. San José, Costa Rica. 394 p.
- INEGI. 2002. Estudio hidrológico del Estado de Quintana Roo. INEGI-Gobierno del Estado de Quintana Roo. 79 pp.
- INEGI. Carta Geológica. Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática.
- INEGI Carta Edafológica. Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática.
- INEGI Carta de clima. Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática.
- INEGI. Carta Hidrológica de aguas superficiales. Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática.
- INEGI. Carta Hidrológica de aguas subterránea. Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática.
- INEGI. Carta Uso de suelo y vegetación. Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática.
- 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 Martínez Méndez. 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.
- 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 Monroy, 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. 25 de mayo del 2009. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.
- Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. 20 de diciembre de 2010. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad 2010-2050.
- 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, 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, O., C. Donovarro-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, VrijeUniversiteitAmsterdam.
- 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.

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.

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.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 11.
- Plano del predio con respecto al PDU.
- Plano de la vegetación en el predio.
- Plano de los sitios de muestreo en el predio.
- Plano de uso de suelo
- Plano de áreas verdes
- Plano de áreas permeables
- Plano de reubicación de plantas

XVII.3 Datos de campo del inventario forestal del predio y Sistema Ambiental.

No. Consec.	Sitio	Área (m2)	NOMBRE	Diámetro (CM)	Altura (m)
1	7	500	<i>Kanazín</i>	12.2	6.5
2	7	500	<i>Tzalam</i>	17.5	7.5
3	7	500	<i>Jabín</i>	16.9	8
4	7	500	<i>Tzalam</i>	11.2	7
5	7	500	<i>Tzalam</i>	19.3	6.5
6	7	500	<i>Kanazín</i>	10.1	6.5
7	7	500	<i>Tzalam</i>	11.1	6.5
8	7	500	<i>Chaca</i>	10	6
9	7	500	<i>Chaca</i>	10	6.5
10	7	500	<i>Kanazín</i>	15.1	8
11	7	500	<i>Tzalam</i>	17.4	8
12	7	500	<i>Tzalam</i>	17.6	8
13	7	500	<i>Álamo</i>	10.4	7
14	7	500	<i>Chaca</i>	10.8	6.5
15	7	500	<i>Chaca</i>	10.7	6.5
16	7	500	<i>Chaca</i>	12.2	6.5
17	7	500	<i>Chaca</i>	11.3	6.5
18	7	500	<i>Chaca</i>	12.9	6.5
19	7	500	<i>Tzalam</i>	17.9	7
20	7	500	<i>Tzalam</i>	10.3	5
21	7	500	<i>Tzalam</i>	14.7	6
22	7	500	<i>Chaca</i>	13.3	6.5
23	7	500	<i>Chaca</i>	13.5	6.5
24	7	500	<i>Chaca</i>	14	6
25	7	500	<i>Álamo</i>	14.4	6
26	7	500	<i>Tzalam</i>	13.1	5.5
27	7	500	<i>Tzalam</i>	17.4	6.5
28	7	500	<i>Zacchaca</i>	13.3	6.5
29	7	500	<i>Tzalam</i>	15.5	6.5
30	7	500	<i>Tzalam</i>	14.9	6.5
31	7	500	<i>Tzalam</i>	10.3	6
32	7	500	<i>Bob</i>	12	6.5
33	7	500	<i>Álamo</i>	18.8	6.5
1	8	500	<i>Chaca</i>	10.5	7
2	8	500	<i>Chaca</i>	11.5	5
3	8	500	<i>Fipe</i>	10.3	6.5
4	8	500	<i>Dicu</i>	10.1	8
5	8	500	<i>chacté</i>	11.7	8
6	8	500	<i>Tzalam</i>	18.9	9
7	8	500	<i>Jabín</i>	18.8	10
8	8	500	<i>Chaca</i>	10.7	6
9	8	500	<i>Zacchaca</i>	16.7	8
10	8	500	<i>Katalox</i>	13.5	9
11	8	500	<i>Zacchaca</i>	10.7	7
12	8	500	<i>Akum</i>	12.3	9
13	8	500	<i>Akum</i>	16.5	9

14	8	500	Akum	17.8	9
15	8	500	Jabín	10.8	6.5
16	8	500	Zacchaca	12.1	9
17	8	500	Zacchaca	10.8	8.5
18	8	500	Zacchaca	12	9.5
19	8	500	Tzalam	15.1	9
20	8	500	Katalox	10.2	9
21	8	500	Zacchaca	12.5	9.5
22	8	500	Kanazín	10.5	9
23	8	500	Jabín	13.7	10
24	8	500	Akum	11.6	6
25	8	500	Akum	13.6	9
26	8	500	Fipe	13.8	7
27	8	500	Fipe	12.9	6
28	8	500	Zacchaca	14.7	9
29	8	500	Zacchaca	28.6	10
30	8	500	Fipe	14.5	8.5
31	8	500	Kanazín	12.1	6
32	8	500	Chaca	1.5	6
33	8	500	Chaca	10.5	6
34	8	500	Jabín	15.6	8.5
35	8	500	Zacchaca	11.5	6
36	8	500	Zacchaca	10.1	6.5
37	8	500	Katalox	11.8	7.5
38	8	500	Katalox	12.1	8
39	8	500	Akum	17.1	7.5
40	8	500	Jabín	14.1	8
41	8	500	Akum	10.4	6.5
1	9	500	Chaca	13.4	5.5
2	9	500	Zacchaca	11.6	6
3	9	500	Zacchaca	11.9	6.5
4	9	500	Zacchaca	13.3	7
5	9	500	Yaaxnik	11.6	7
6	9	500	Jabín	16	5.5
7	9	500	Tzalam	25.2	8
8	9	500	Kanazín	11.3	5.5
9	9	500	Fipe	13.5	6
10	9	500	Guco	10	7
11	9	500	Kanazín	14.2	8
12	9	500	Zacchaca	10.7	7.5
13	9	500	Fipe	11.9	6.5
14	9	500	Tzalam	17.1	9.5
15	9	500	Zacchaca	14.5	8.5
16	9	500	Zacchaca	10.2	8.5
17	9	500	Álamo	12.9	9
18	9	500	Álamo	23.1	11
19	9	500	Zacchaca	10.7	7
20	9	500	Chechem	19.2	11
21	9	500	Chaca	10.3	6
22	9	500	Álamo	11.3	9.5

23	9	500	Yaaxnik	13.2	10
24	9	500	Yaaxnik	11.8	7
25	9	500	Yaaxnik	13.8	8
26	9	500	Yaaxnik	12.2	9
27	9	500	Yaaxnik	12.4	9
28	9	500	Yaaxnik	11.7	7
29	9	500	Yaaxnik	13.4	6
30	9	500	Zacchaca	11.1	10
31	9	500	Chaca	11.7	7
1	10	500	Chechem	15.2	8
2	10	500	Jabín	13.8	10.5
3	10	500	Tzalam	18.5	8.5
4	10	500	Tzalam	10.5	9
5	10	500	Tzalam	20.8	9
6	10	500	Tzalam	13.1	9
7	10	500	Tzalam	12.3	9
8	10	500	Chechem	13.8	8.5
9	10	500	Zacyaab	11.7	6
10	10	500	Tzalam	13.7	8
11	10	500	Katalox	11.2	8
12	10	500	Tzalam	10	8
13	10	500	Tzalam	13	8
14	10	500	Tzalam	18.8	8.5
15	10	500	Tzalam	11.7	8
16	10	500	Yaaxnik	15.5	10
17	10	500	Tzalam	13.2	9.5
18	10	500	Tzalam	20	10
19	10	500	Tzalam	15.3	9.5
20	10	500	Tzalam	10.5	7
21	10	500	Tzalam	15.6	9
22	10	500	Tzalam	11.6	9
23	10	500	Tzalam	14.3	10
24	10	500	Zacchaca	12.6	9
25	10	500	Tzalam	12.3	10
26	10	500	Katalox	10	10
27	10	500	Tzalam	15.1	10
28	10	500	Tzalam	16.8	10.5
29	10	500	Tzalam	14	8.5
30	10	500	Tzalam	13.1	9
31	10	500	Tzalam	12.9	8.5
32	10	500	Tzalam	12.4	8
33	10	500	Jabín	19.2	10.5
34	10	500	Tzalam	11.9	7.5
35	10	500	Tzalam	14.3	7.5
36	10	500	Tzalam	13.2	7.5
37	10	500	Tzalam	22.7	9
38	10	500	Tzalam	12.7	9
39	10	500	Chaca	15.8	9
40	10	500	Jabín	14.7	10.5
41	10	500	Tzalam	11.2	6.5

42	10	500	<i>Tzalam</i>	10.9	6.5
43	10	500	<i>Chaca</i>	11.5	6.5
44	10	500	<i>Tzalam</i>	15.8	8
45	10	500	<i>Tzalam</i>	14	7.5
46	10	500	<i>Tzalam</i>	12.6	7.5
1	11	500	<i>Zacchaca</i>	10.2	7.5
2	11	500	<i>Zacchaca</i>	12.7	7.5
3	11	500	<i>Yaaxnik</i>	17	7
4	11	500	<i>Zacchaca</i>	11.3	4.5
5	11	500	<i>Álamo</i>	15.9	6.5
6	11	500	<i>Kanazín</i>	10.5	7
7	11	500	<i>Kanazín</i>	11.3	7
8	11	500	<i>Zacchaca</i>	15	7
9	11	500	<i>Fiob</i>	10.7	6
10	11	500	<i>Kanazín</i>	10.5	6
11	11	500	<i>Takinche</i>	11.6	7.5
12	11	500	<i>Katalox</i>	10.5	7
13	11	500	<i>Dicu</i>	11.5	8
14	11	500	<i>Akum</i>	17.1	9
15	11	500	<i>Katalox</i>	12.5	7
16	11	500	<i>Katalox</i>	12	9
17	11	500	<i>Fipe</i>	14.2	8.5
18	11	500	<i>Katalox</i>	10.3	7
19	11	500	<i>Katalox</i>	11	9
20	11	500	<i>Katalox</i>	14	8
21	11	500	<i>Katalox</i>	10	9
22	11	500	<i>Chaca</i>	10.1	6.5
23	11	500	<i>Katalox</i>	10	6.5

Sitio	Área (m2)	Nombre	Diámetro (CM)	Altura (m)
7	100	<i>Bob</i>	5.2	4.5
7	100	<i>Bob</i>	4.3	4.5
7	100	<i>Bob</i>	4.2	4.5
7	100	<i>Bob</i>	5	5.5
7	100	<i>Bob</i>	6.3	6.5
7	100	<i>Bob</i>	4.1	4.5
7	100	<i>Chaca</i>	7.8	6.5
7	100	<i>Chaca</i>	7.4	6
7	100	<i>Chaca</i>	6.1	4.5
7	100	<i>Chaca</i>	8.6	7
7	100	<i>Chaca</i>	4.2	5
7	100	<i>Chaca</i>	8.3	6.5
7	100	<i>Dive</i>	6.8	7
7	100	<i>Dive</i>	6	7
7	100	<i>Dzudzuk</i>	4.3	6.5
7	100	<i>Elemuy</i>	3.1	4

7	100	<i>Euda</i>	3.2	3.5
7	100	<i>Granadillo</i>	4	4.5
7	100	<i>Huayakté</i>	5	5
7	100	<i>Kanazín</i>	8.2	7
7	100	<i>Kanazín</i>	9.9	7
7	100	<i>Kanazín</i>	5.8	5.5
7	100	<i>Kanazín</i>	8.3	5
7	100	<i>Kanazín</i>	6.6	7
7	100	<i>Kanazín</i>	8.2	7
7	100	<i>Neco</i>	5.8	5.5
7	100	<i>Neco</i>	9.6	6.5
7	100	<i>Neco</i>	7	6
7	100	<i>Neco</i>	4.7	6.5
7	100	<i>Neco</i>	5	6
7	100	<i>Neco</i>	3.2	5
7	100	<i>Neco</i>	3.2	4.5
7	100	<i>Neco</i>	4.9	4
7	100	<i>Neco</i>	3.2	4
7	100	<i>Tatsi</i>	6.8	6
7	100	<i>Tatsi</i>	5.9	6.5
7	100	<i>Tatsi</i>	4.4	4.5
7	100	<i>Tatsi</i>	7	5.5
7	100	<i>Tatsi</i>	3	3.5
7	100	<i>Tatsi</i>	6.7	6
7	100	<i>Triquilia</i>	5.5	5
7	100	<i>Triquilia</i>	3.9	4.5
7	100	<i>Triquilia</i>	3.6	5
7	100	<i>Triquilia</i>	3	5
7	100	<i>Zacchaca</i>	7.4	5.5
7	100	<i>Zacchaca</i>	7.3	5.5
8	100	<i>Akits</i>	4.5	4
8	100	<i>Akum</i>	4.5	5
8	100	<i>Akum</i>	9.3	6
8	100	<i>Bob</i>	3.2	3
8	100	<i>Bob</i>	6.6	6
8	100	<i>Bob</i>	3.9	3.5
8	100	<i>Bob</i>	4.9	4.5
8	100	<i>Bob</i>	4.8	5.5
8	100	<i>Chacní</i>	4.3	5
8	100	<i>Croton</i>	4	4.5
8	100	<i>Cude</i>	4.5	6
8	100	<i>Dive</i>	5.2	5.5
8	100	<i>Kaniste</i>	6.4	4
8	100	<i>Kaniste</i>	9.8	7
8	100	<i>Kitinche</i>	3.3	5.5

8	100	Majahua	4.8	5.5
8	100	Majahua	5	5.5
8	100	Majahua	3	5
8	100	Majahua	4.4	5
8	100	Majahua	4.2	5
8	100	Majahua	6.8	5.5
8	100	Majahua	7	5
8	100	Neco	4	5.5
8	100	Neco	4.2	6
8	100	Neco	4.8	4.5
8	100	Neco	4.9	5
8	100	Neco	3.1	3.5
8	100	Neco	4.5	6.5
8	100	Neco	4.4	5.5
8	100	Neco	3.3	5
8	100	Ralo	3.7	3.5
8	100	Ralo	3	4
8	100	Tastab	4.5	6.5
8	100	Tastab	4.6	5
9	100	chaca	3.1	3.5
9	100	Chaca	4.9	6
9	100	Chechem	7.6	5.5
9	100	Chechem	9.3	6.5
9	100	Cude	3.2	4
9	100	Cude	3.1	5.5
9	100	Cude	4.5	5
9	100	Dive	3.4	5.5
9	100	Dive	3.6	5
9	100	Elemuy	3.2	4.5
9	100	Elemuy	3.7	5
9	100	Katalox	7.9	5.5
9	100	Neco	4.8	4.5
9	100	Neco	4.2	5
9	100	Neco	3.6	5
9	100	Neco	3.4	5
9	100	Neco	3.1	4.5
9	100	Neco	4.3	5.5
9	100	Yaaxnik	4.1	5
9	100	Yaaxnik	7.5	5.5
9	100	Yuuy	3.1	4.5
9	100	Zacchaca	7.5	5.5
9	100	Zacchaca	7.9	7.5
9	100	Zacchaca	7.3	7.5
9	100	Zacchaca	5.2	5.5
9	100	Zacchaca	3.2	5

9	100	Zacchaca	7.1	6.5
9	100	Zacchaca	4	6
10	100	Bob	3.3	4.5
10	100	Chaca	8.2	6
10	100	Chaca	4.9	6
10	100	Huaya	3.3	4.5
10	100	Kanazín	4.6	5
10	100	Kanchunup	3.2	5
10	100	Kanchunup	4.7	6.5
10	100	Kanchunup	5.9	7
10	100	Kanchunup	7.2	7
10	100	Kanchunup	6.4	7
10	100	Kaniste	4.4	5
10	100	Katalox	3.4	2
10	100	Katalox	7.9	6.5
10	100	Majahua	3.4	4
10	100	Naranjanche	3.7	6
10	100	Neco	5.2	7
10	100	Neco	3.4	4
10	100	Neco	3.4	3.5
10	100	Siricote	3.7	4.5
10	100	Tamay	3	5
10	100	Tastab	3.5	6
10	100	Tatsi	3.9	5
10	100	Tatsi	9.8	8
10	100	Tzalam	8.9	6.5
10	100	Tzalam	3.4	3.5
10	100	Tzalam	6.2	7
10	100	Tzalam	6.4	5
10	100	Tzalam	9.7	5
10	100	Tzalam	9.5	8
10	100	Zacyaab	6	6.5
10	100	Zacyaab	7	8
11	100	Bob	6.2	6.5
11	100	Bob	4	3.5
11	100	Bob	7.3	7
11	100	Bob	4.6	5.5
11	100	Chaca	6.1	5.5
11	100	Chaca	7.9	5.5
11	100	Dicu	3.2	5
11	100	Dicu	4.9	5.5
11	100	Dive	3.2	3.5
11	100	Dive	3.1	3.5
11	100	Dive	3.4	5
11	100	Flob	5.9	5.5

11	100	<i>Flob</i>	3.1	3.5
11	100	<i>Kanazín</i>	4.4	5.5
11	100	<i>Kanazín</i>	5.2	6.5
11	100	<i>Kanazín</i>	4.4	6
11	100	<i>Kanazín</i>	9.9	7.5
11	100	<i>Kanazín</i>	4.2	4.5
11	100	<i>Kanazín</i>	6.1	4.5
11	100	<i>Kanazín</i>	5.8	5
11	100	<i>Kanazín</i>	6.6	5.5
11	100	<i>Kanazín</i>	3.2	3.5
11	100	<i>Kanazín</i>	4	5
11	100	<i>Kanazín</i>	8.1	6.5
11	100	<i>Kanazín</i>	6.8	7
11	100	<i>Kanazín</i>	4.9	6.5
11	100	<i>Kaniste</i>	6.8	7.5
11	100	<i>Katalox</i>	6.6	7
11	100	<i>Katalox</i>	8.1	7
11	100	<i>Neco</i>	4.5	6
11	100	<i>Neco</i>	4.8	6.5
11	100	<i>Neco</i>	4	4.5
11	100	<i>Neco</i>	3.2	5
11	100	<i>Neco</i>	3.1	4.5
11	100	<i>Neco</i>	3.1	5
11	100	<i>P. vaca</i>	3	3.5
11	100	<i>Pazak</i>	8.2	6
11	100	<i>Takinche</i>	4.6	6.5
11	100	<i>Tamay</i>	3.1	4
11	100	<i>Zacchaca</i>	6.9	6
11	100	<i>Zacchaca</i>	5.3	4
11	100	<i>Neco</i>	5.8	5

Sitio	Área (m2)	Especie	Alt Total (m)
7	5	<i>Café</i>	0.3
7	5	<i>Ximché</i>	0.5
7	5	<i>Pacu</i>	0.8
7	5	<i>H. dura</i>	0.5
8	5	<i>Chintok</i>	1.1
8	5	<i>Neco</i>	0.5
8	5	<i>Neco</i>	0.7
8	5	<i>Bob</i>	0.3
8	5	<i>Café</i>	0.4
8	5	<i>Eugenia</i>	0.5
9	5	<i>Huano</i>	0.5
9	5	<i>Tulipán</i>	0.6
9	5	<i>Neco</i>	1

10	5	<i>Kanchunup</i>	1.1
10	5	<i>Huayancox</i>	1.2
10	5	<i>Tulipán</i>	0.4
10	5	<i>Huano</i>	0.7
11	5	<i>Bob</i>	0.7
11	5	<i>Picramia</i>	0.3
11	5	<i>Euda</i>	0.7
11	5	<i>Tulipán</i>	0.8
11	5	<i>Lhta</i>	0.5

Datos de campo del inventario forestal para el Sistema Ambiental

Sitio	Área (m2)	Numero	Especie	Diámetro (cm)	Altura (m)
4	500	1	<i>TZALAM</i>	22.6	8.5
4	500	2	<i>YAAXNIK</i>	10.6	8.5
4	500	3	<i>ZACCHACAH</i>	11.8	8
4	500	4	<i>KATALOX</i>	12.5	9.5
4	500	5	<i>YAAXNIK</i>	10.3	7.5
4	500	6	<i>ZACCHACAH</i>	14.5	8.5
4	500	7	<i>YAAXNIK</i>	13.3	6.5
4	500	8	<i>PAZAK</i>	12.1	7
4	500	9	<i>ZACCHACAH</i>	13.3	7.5
4	500	10	<i>ZACCHACAH</i>	12.6	7.5
4	500	11	<i>ZACCHACAH</i>	12.3	7
4	500	12	<i>ZACCHACAH</i>	11.2	7.5
4	500	13	<i>ZACCHACAH</i>	17.4	8
4	500	14	<i>ZACCHACAH</i>	16	8.5
4	500	15	<i>TZALAM</i>	10	6.5
4	500	16	<i>FIOB</i>	13.4	6.5
4	500	17	<i>ZACCHACAH</i>	18.7	8.5
4	500	18	<i>ZACCHACAH</i>	17.5	9
4	500	19	<i>ZACCHACAH</i>	13.9	8.5
4	500	20	<i>CHACAH</i>	10	6.5
4	500	21	<i>CHACAH</i>	10.6	6.5
4	500	22	<i>CHACAH</i>	10	6.5
4	500	23	<i>CHECHEM</i>	14.9	8.5
4	500	24	<i>CHACAH</i>	11.2	7
4	500	25	<i>YAAXNIK</i>	13.4	8.5
4	500	26	<i>ZACCHACAH</i>	13	8.5
4	500	27	<i>ZACCHACAH</i>	13.2	9
4	500	28	<i>YAAXNIK</i>	11	7
4	500	29	<i>YAAXNIK</i>	10.8	8.5
4	500	30	<i>YAAXNIK</i>	11.6	7.5
4	500	31	<i>YAAXNIK</i>	12.1	6.5
5	500	1	<i>CHACAH</i>	10.7	6.5
5	500	2	<i>PAZAK</i>	10.8	7.5
5	500	3	<i>PAZAK</i>	10	7

5	500	4	ZACCHACAH	11.9	7
5	500	5	ZACCHACAH	10	7
5	500	6	ZACCHACAH	10	7
5	500	7	FIPE	11	6.5
5	500	8	KANAZIN	11.5	8.5
5	500	9	CHACAH	16.9	6.5
5	500	10	ZACCHACAH	10.6	7
5	500	11	TZALAM	19.8	9
5	500	12	CHACAH	10.7	5
5	500	13	PAZAK	14.3	7
5	500	14	YAAXNIK	10.8	7.5
5	500	15	CHACAH	13.2	7.5
5	500	16	YAAXNIK	13.6	8.5
5	500	17	YAAXNIK	16.2	8.5
5	500	18	ZACCHACAH	13	7.5
5	500	19	CHACAH	12.2	7.5
5	500	20	CHACAH	12	6.5
5	500	21	BOB	10	7.5
5	500	22	CHACAH	11.2	7
5	500	23	CHACAH	12.3	7
5	500	24	JABIN	11.3	6.5
5	500	25	YAAXNIK	14	8.5
5	500	26	TZALAM	23.5	8.5
5	500	27	TZALAM	16.2	8
5	500	28	PAZAK	10.7	6.5
5	500	29	CHACAH	12.6	6.5
5	500	30	CHACAH	10.1	6.5
5	500	31	YAAXNIK	11.6	7
5	500	32	CHACAH	12.3	6.5
5	500	33	KANAZIN	10.1	4.5
5	500	34	CHACAH	11.3	6.5
5	500	35	TZALAM	15	7
5	500	36	YAAXNIK	11.4	7.5
5	500	37	YAAXNIK	11.8	7.5
5	500	38	CHACAH	11.5	6.5
5	500	39	ZACCHACAH	11.7	8.5
5	500	40	ZACCHACAH	10.7	7
5	500	41	FIPE	10.2	6
5	500	42	CHACAH	10.6	6.5
5	500	43	CHACAH	11.3	6.5
5	500	44	ZACCHACAH	10.8	6.5
5	500	45	KANAZIN	10	6.5
5	500	46	KANAZIN	10.9	7
6	500	1	FIQB	15.7	7
6	500	2	CHACAH	13.2	6.5
6	500	3	TZALAM	12.9	4.5
6	500	4	CHACAH	12.4	6
6	500	5	CHACAH	10.2	5
6	500	6	DIVE	10.6	6.5
6	500	7	TZALAM	16	7

6	500	8	CHACAH	14.8	6.5
6	500	9	KATALOX	10.9	6.5
6	500	10	ZACYAAB	12	6
6	500	11	CHACAH	13.1	6.5
6	500	12	TAKINCHE	12.9	7
6	500	13	CHACAH	11.4	6.5
6	500	14	CHACAH	11.7	6.5
6	500	15	CHACAH	10.8	7
6	500	16	CHACAH	10.5	6
6	500	17	KATALOX	11.5	6.5
6	500	18	CHACAH	10.1	6
6	500	19	CHACAH	11.2	5.5
6	500	20	CHACAH	10.4	5.5
6	500	21	GRANADILLO	10.5	6.5

Parcela	Área (m2)	Especie	Diámetro (cm)	Altura (m)
4	100	KANAZIN	8.3	7.5
4	100	NECO	3.5	5.5
4	100	NECO	3.5	5
4	100	NECO	3.2	5
4	100	NECO	3.2	5
4	100	PIMIENTILLO	4	5
4	100	EUGENIA	4.3	4.5
4	100	TAMAY	4.5	4.5
4	100	CAIMITO	3	4
4	100	NECO	3.6	4.5
4	100	NECO	3.8	5
4	100	GRANADILLO	4.9	4.5
4	100	BOB	3.1	2
4	100	NECO	3	4
4	100	HUAYAKTE	3.4	4
4	100	HUAYAKTE	3	3.5
4	100	CHECHEM	4.3	5.5
4	100	CHECHEM	5.4	6
4	100	CHACAH	7.1	6.5
4	100	KANAZIN	6	6
4	100	KANAZIN	4.8	6
4	100	NECO	3.4	3.5
4	100	NECO	5.4	6
4	100	DIVE	4.8	6
4	100	KANAZIN	3.7	4
4	100	KANAZIN	5.4	5.5
4	100	YAAXNIK	3.5	4
4	100	KANAZIN	3.1	4
4	100	PAZAK	8.3	7
4	100	BOB	6.2	6
4	100	CUDE	3.4	5.5

4	100	NECO	5.8	6
4	100	NECO	3.7	4.5
4	100	NECO	4.1	4.5
4	100	JABIN	8.1	6.5
4	100	TASTAB	4.1	4
4	100	TASTAB	4.2	5
4	100	KATALOX	4.2	6
4	100	EUGENIA	3.8	3
5	100	KANAZIN	7.4	7
5	100	PAZAK	8.5	7
5	100	PAZAK	3.2	4
5	100	PAZAK	3	3.5
5	100	ZACCHACAH	5.4	5
5	100	CHACNI	4	3.5
5	100	CHACNI	3.9	4
5	100	BOB	3.5	3
5	100	CHECHEM	3.4	5
5	100	ZACCHACAH	9.8	7.5
5	100	KANAZIN	6.5	7.5
5	100	BOB	3.5	4.5
5	100	BOB	9.9	7.5
5	100	BOB	6	4.5
5	100	BOB	6.7	6.5
5	100	BOB	5.5	6
5	100	BOB	8.8	6.5
5	100	BOB	6.2	5.5
5	100	BOB	5	5.5
5	100	MAJAHUA	4.4	5.5
5	100	FIPE	4.5	6
5	100	ZACCHACAH	8	7
5	100	YAAXNIK	9.3	7.5
5	100	MAJAHUA	5.9	6.5
5	100	MAJAHUA	3.4	5
5	100	HUAYAKTE	4	5.5
5	100	YAAXNIK	7.7	8
5	100	KANAZIN	4.5	5.5
5	100	KANAZIN	8.2	7.5
5	100	KANAZIN	3.3	6.5
5	100	CHACAH	4.4	5
5	100	CHACAH	7.8	6.5
5	100	KANAZIN	3.1	5
5	100	HUAYAKTE	4.5	4
5	100	KANAZIN	4.3	6
5	100	MAJAHUA	3.5	4
5	100	TASTAB	3.5	4.5
5	100	KANAZIN	6.2	7
5	100	YAAXNIK	5.5	5.5
5	100	KANAZIN	8.9	7.5
5	100	BOB	5.5	6
5	100	CHACAH	3.7	4

5	100	BOB	3.7	3
6	100	CHACNI	4.2	4.5
6	100	BOB	4.4	4.5
6	100	CHACNI	4.2	4
6	100	DIVE	7.6	5
6	100	DIVE	4.7	5.5
6	100	BOB	9.4	6.5
6	100	DICU	7.8	5.5
6	100	NECO	4.7	3.5
6	100	CHACAH	4.4	4.5
6	100	DICU	6.1	4.5
6	100	CHACNI	4.3	4
6	100	BOB	4.4	5
6	100	HUAYA	3.8	4.5
6	100	BOB	3.9	4
6	100	CHACNI	3.7	4.5
6	100	BOB	6	5
6	100	CHACNI	3.5	4
6	100	KATALOX	5.3	4.5
6	100	BOB	5	5
6	100	KATALOX	6.2	5.5
6	100	TAKINCHE	8.1	6.5
6	100	TASTAB	4.1	4.5
6	100	TASTAB	3	3.5
6	100	NECO	4	4
6	100	FIOB	9	6.5
6	100	NECO	3.6	2.5

Parcela	Área (m2)	Especie	Alt Total (m)
4	5	PACU	0.5
4	5	DIVE	0.7
4	5	BOB	0.8
4	5	TULIPAN	0.5
4	5	ZACCHACAH	1.1
5	5	HUAYA	0.5
5	5	CAFÉ	0.3
5	5	EKULUB	0.5
5	5	TASTAB	0.8
5	5	TULIPÁN	0.9
5	5	PAZAK	0.5
5	5	BOB	0.7
6	5	NECO	0.5
6	5	CAFÉ	0.4
6	5	ELEMUY	0.5
6	5	HUAYA	0.3
6	5	CHACNI	0.7
6	5	TULIPÁN	0.3