

DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO MODALIDAD - A

PROYECTO:

DESARROLLO HABITACIONAL PARCELA 492



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

ELABORADO POR:

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

Ing. Julio R. Castillo Espadas
Ing. Marcos Ruiz Hernández

Cancún, Benito Juárez, Quintana Roo, junio 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.	11
II.4 Programa de Trabajo.....	12
II.4.1. Preparación del sitio.....	13
II.4.2. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.....	13
II.4.3. Etapa de construcción	14
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.....	15
III.1. Ubicación del predio o conjunto de predios donde se ubica el proyecto.	15
III.2 Representación gráfica de la ubicación geográfica y geopolítica.	16
III.3 Ubicación y delimitación física de la superficie del proyecto.	18
III.4 Indicar si el proyecto se ubica dentro de alguna modalidad de Área Natural Protegida (ANP).	19
IV. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROLÓGICO-FORESTAL EN DONDE SE UBIQUE EL PREDIO.....	22
IV.1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto	22
IV.2. Caracterización y análisis de la Cuenca Hidrológico-Forestal.....	24
IV.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del sistema ambiental del Sistema Ambiental.	24
IV.2.2 Medio abiótico	26

IV.2.2.1 Fisiografía	26
IV.2.2.2 Clima.....	27
IV.2.2.3 Edafología.....	29
IV.2.2.4 Geología y geomorfología	30
IV.2.2.5 Hidrología superficial y subterránea	31
V.2.2.6 Aire	32
IV.2.3 Medio biótico	32
IV.2.3.1 Vegetación	32
IV.2.3.3 Resultados de los valores obtenidos de Importancia Ecológica en el Sistema Ambiental (VIR).....	40
IV.2.3.4 Resultados de los valores obtenidos de Diversidad florística por estrato en el Sistema Ambiental.....	42
IV.2.3.5 Tipos de fauna en el Sistema Ambiental.....	45
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.....	52
V.1 Clima.....	53
V.2 Suelo.....	53
V.3 Pendiente media	53
V.4 Hidrografía	54
V.5 Tipo de vegetación.....	54
V.5.1 Procedimiento para la descripción de la vegetación	54
V.5.2 Forma y tamaño de las unidades de muestreo.....	54
V.5.3 Descripción fisonómica de la vegetación identificada.....	57
V.5.4 Estructura de la vegetación secundaria en el predio.....	58
V.5.5 Composición de especies	62
V.5.6 Especies protegidas.....	65
V.5.7 Densidad de individuos en el predio.....	65
V.5.8 Resultados de los valores obtenidos de Importancia Ecológica en el predio.....	69
V.5.9 Resultados de los valores obtenidos de Diversidad florística por estrato en el predio.....	72
V.6 Fauna.....	75
VI. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.	81
VI.1 Metodología para el inventario forestal en el área propuesta para el cambio de uso del suelo.....	81

VI.1.1	Diseño de muestreo.	81
VI.1.2	Forma y tamaño de los sitios de muestreo.	82
VI.1.3	Intensidad de muestreo.	83
VI.1.4	Procesamiento de la información.	84
VI.1.5	Fórmulas utilizadas.	84
VI.1.6	Modelos matemáticos para estimar Volumen:.....	85
VI.1.7	Resultados de la estimación del Volumen Total Árbol de las materias primas forestales.	86
VII.	PLAZO Y FORMA DE EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.	89
VII.1	Plazo de ejecución para el cambio de uso de suelo en terreno forestal.	89
VII.2	Forma de ejecución para el cambio de uso de suelo en terreno forestal.	89
VIII.	VEGETACIÓN QUE DEBA RESPETARSE O ESTABLECERSE PARA PROTEGER LAS TIERRAS FRÁGILES. 93	
IX.	IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.	98
IX.1.	Identificación de Impactos.	98
IX.2	Caracterización de los impactos.	100
IX.3	Valoración de los impactos.	103
IX.3.1	Valoración Cualitativa de los Impactos.	103
IX.3.2	Valoración Cuantitativa de los Impactos.	105
IX.4	Conclusiones.	108
IX.4.1.	Impactos Negativos.	108
IX.4.2.	Impactos Positivos.	109
IX.4.3.	Conclusiones generales.	109
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.	113
X.1	Descripción de las medidas de prevención y mitigación.	113
X.2.	Impactos residuales.	116
X.3	Descripción y análisis del escenario sin proyecto.	118
X.4.	Descripción y análisis del escenario con proyecto.	119
X.5.	Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.	121
X.6.	Pronóstico ambiental.	122
X.7	Programa de Manejo Ambiental.	123
X.8	Seguimiento y control.	125

XI. SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PROPUUESTO.	127
XI.1 Diagnóstico ambiental.....	139
XII. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....	142
Justificación técnica para demostrar que no se compromete la biodiversidad	142
Para demostrar que no se comprometerá la erosión de los suelos	149
Para demostrar que no se provocara el deterioro de la calidad del agua y la disminución en su captación.	154
Justificación del uso alternativo propuesto será más productivo a largo plazo.....	159
Justificación de los factores socio-económicos	160
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.....	163
XIV. VINCULACIÓN Y APLICACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.	164
XIV.1. Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POET).....	165
XIV.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.	165
XIV.2. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas ..	174
XIV.3 Normas Oficiales Mexicanas	176
XIV.4 Planes o programas de desarrollo urbano (PDU)	179
XIV.5 Otros instrumentos a considerar	181
XIV.5.1 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su reglamento	181
XV. ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DEL SUELO.....	184
XV.1 Valoración económica directa.	184
XV.2 Valoración económica indirecta	189
XVI. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.	193
XVII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS.....	205
XVII.1 Referencias Bibliográficas	205
XVII.2 Cartografía y mapas elaborados para este estudio	211
XVII.3 Datos de campo del inventario forestal del predio.	211

INDICE DE CUADROS

<i>Cuadro 1. Superficies y usos de suelo propuestos por el desarrollo habitacional.....</i>	<i>10</i>
<i>Cuadro 2. Programa de trabajo para la construcción de viviendas del proyecto</i>	<i>12</i>
<i>Cuadro 3. Cuadro de construcción de la Parcela 492.....</i>	<i>16</i>
<i>Cuadro 4. Coordenadas que delimitan el polígono del área sujeta al cambio de uso de suelo.....</i>	<i>18</i>
<i>Cuadro 5. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones que prevalecen en el sistema ambiental.</i>	<i>24</i>
<i>Cuadro 6. Lista de algunos de los huracanes que se han presentado en la región de la Península de Yucatán.....</i>	<i>29</i>
<i>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.....</i>	<i>35</i>
<i>Cuadro 8. Listado florístico del sistema ambiental</i>	<i>36</i>
<i>Cuadro 9. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato herbáceo área del predio de individuos con un DN menor de 3 cm.</i>	<i>40</i>
<i>Cuadro 10. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbustivo área del predio (DN desde 3 cm y hasta 9.9 cm).</i>	<i>41</i>
<i>Cuadro 11. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbóreo área del predio de individuos con un DN de 10 cm en adelante.</i>	<i>42</i>
<i>Cuadro 12. Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato herbáceo.</i>	<i>43</i>
<i>Cuadro 13. Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato arbustivo.</i>	<i>43</i>
<i>Cuadro 14. Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato Arbóreo..</i>	<i>44</i>
<i>Cuadro 15. Abundancia de las especies registradas en el sistema ambiental de la zona de estudio</i>	<i>46</i>
<i>Cuadro 16. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Anfibios.....</i>	<i>49</i>
<i>Cuadro 17. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Reptiles</i>	<i>49</i>
<i>Cuadro 18. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de las Aves</i>	<i>49</i>
<i>Cuadro 19. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Mamíferos</i>	<i>51</i>
<i>Cuadro 20. Parámetros establecidos para la toma de datos en cada uno de los sitios de muestreo.</i>	<i>55</i>
<i>Cuadro 21. Coordenadas en UTM de los sitios de muestreo empleados durante el levantamiento de datos en campo dentro del predio. Datum WGS-84 México.....</i>	<i>55</i>

<i>Cuadro 22. Valores del número de individuos por hectárea, altura máxima, altura promedio y DAP por grupo diamétrico de la Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.</i>	<i>59</i>
<i>Cuadro 23. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones de la vegetación en el predio del proyecto.</i>	<i>62</i>
<i>Cuadro 24. Listado florístico de las especies vegetales registradas en el predio y su correspondiente forma de vida y categoría de protección.</i>	<i>63</i>
<i>Cuadro 25. Número de individuos por especie en los sitios de muestreo y por hectárea en el estrato herbáceo.</i>	<i>65</i>
<i>Cuadro 26. Número de individuos por especie en los sitios de muestreo y por hectárea en el estrato arbustivo.</i>	<i>66</i>
<i>Cuadro 27. Número de individuos por especie en los sitios de muestreo y por hectárea en el estrato arbóreo.</i>	<i>68</i>
<i>Cuadro 28. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato herbáceo área del predio de individuos con un DN menor de 3 cm.</i>	<i>69</i>
<i>Cuadro 29. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbustivo área del predio (DN desde 3 cm y hasta 9.9 cm).</i>	<i>69</i>
<i>Cuadro 30. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbóreo área del predio de individuos con un DN de 10 cm en adelante.</i>	<i>71</i>
<i>Cuadro 31. Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato herbáceo.</i>	<i>72</i>
<i>Cuadro 32. Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato arbustivo.</i>	<i>72</i>
<i>Cuadro 33. Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato Arbóreo..</i>	<i>74</i>
<i>Cuadro 34. Concentrado de las especies de fauna identificadas en campo</i>	<i>76</i>
<i>Cuadro 35. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Reptiles</i>	<i>77</i>
<i>Cuadro 36. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de las Aves</i>	<i>78</i>
<i>Cuadro 37. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Mamíferos</i>	<i>79</i>
<i>Cuadro 38. Ubicación de los sitios 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.</i>	<i>84</i>
<i>Cuadro 39. Ecuaciones utilizadas para volúmenes con corteza (Vcc), en m3 para las especies localizadas en el predio.</i>	<i>85</i>
<i>Cuadro 40. Valores registrados en los sitios de muestreo (3,000 m²), DN promedio, número de individuos, área basal y Volumen Total Árbol.....</i>	<i>86</i>
<i>Cuadro 41. 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.</i>	<i>87</i>

<i>Cuadro 42. Plazo para las actividades de cambio de uso de suelo forestal para el proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 492".</i>	<i>89</i>
<i>Cuadro 43. Matriz para la determinación del índice de riesgo actual (IREA).</i>	<i>96</i>
<i>Cuadro 44. Actividades del proyecto que pueden causar impactos sobre el ambiente.</i>	<i>98</i>
<i>Cuadro 45. Factores ambientales e indicadores de impacto.</i>	<i>98</i>
<i>Cuadro 46. Identificación de los impactos potenciales derivados de la implementación del cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto sobre los diferentes factores ambientales.</i>	<i>99</i>
<i>Cuadro 47. Predicción de los Impactos Potenciales derivados de la implementación del cambio de uso del suelo en terrenos forestales del predio donde se pretende llevar a cabo la construcción del proyecto.</i>	<i>100</i>
<i>Cuadro 48. Criterios de clasificación de los impactos ambientales.</i>	<i>103</i>
<i>Cuadro 49. Valoración cualitativa de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto.</i>	<i>104</i>
<i>Cuadro 50. Criterios para la valoración cuantitativa de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto.</i>	<i>105</i>
<i>Cuadro 51. Ponderación para la valoración de impactos ambientales.</i>	<i>106</i>
<i>Cuadro 52. Valoración cuantitativa de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto.</i>	<i>107</i>
<i>Cuadro 53. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones que prevalecen en el sistema ambiental.</i>	<i>110</i>
<i>Cuadro 54. Medidas de prevención y mitigación para los impactos ambientales negativos identificados.</i>	<i>113</i>
<i>Cuadro 55. Valoración cuantitativa de los impactos ambientales residuales para el proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 492", una vez implementadas las medidas de prevención y mitigación planteadas por el proyecto.</i>	<i>116</i>
<i>Cuadro 56. Identificadores de Impacto para el Programa de Monitoreo del Proyecto.</i>	<i>126</i>
<i>Cuadro 57. Cálculo de captura de Carbono.</i>	<i>136</i>
<i>Cuadro 58. Resultados del índice de diversidad de Shannon-Wiener por estratos.</i>	<i>145</i>
<i>Cuadro 59. Comparativo de riqueza por grupos de vertebrados.</i>	<i>147</i>
<i>Cuadro 60. 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.</i>	<i>148</i>
<i>Cuadro 61. Lineamientos ambientales para el desarrollo del proyecto de acuerdo con la UGA-11 del POEL del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.</i>	<i>165</i>
<i>Cuadro 62. Vinculación de los criterios de regulación ecológica de aplicación general del POEL del Municipio de Solidaridad al Proyecto.</i>	<i>166</i>

<i>Cuadro 63. Criterios Ecológicos Específicos Urbanos y de Equipamiento de acuerdo con la UGA 11 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.</i>	<i>172</i>
<i>Cuadro 64. Resultados del análisis espacial del SIGEA, con respecto a las áreas naturales protegidas de la región, de acuerdo con la poligonal definida del proyecto.</i>	<i>175</i>
<i>Cuadro 65. Seguimiento de NOM's durante las diferentes etapas del proyecto.</i>	<i>177</i>
<i>Cuadro 66. Superficie total y usos de suelo propuestos por el proyecto Desarrollo Habitacional "Desarrollo Habitacional Parcela 492".</i>	<i>180</i>
<i>Cuadro 67. Estimación del volumen comercial (m3) por especie, por hectárea y por la superficie de cambio de uso del suelo para este proyecto.</i>	<i>185</i>
<i>Cuadro 68. Estimación del volumen comercial (m3) por especie, por hectárea y por la superficie de cambio de uso del suelo para este proyecto.</i>	<i>186</i>
<i>Cuadro 69. Estimación económica de la madera para leña, material triturado y carbol vegetal, con valor comercial de acuerdo con la estimación volumétrica del inventario forestal.</i>	<i>187</i>
<i>Cuadro 70. Valor económico y número de plantas ornamentales por hectárea y por la superficie de cambio de uso de suelo forestal del proyecto.</i>	<i>188</i>
<i>Cuadro 71. Estimación económica de la tierra vegetal.</i>	<i>189</i>
<i>Cuadro 72. Valor del depósito de carbono por hectárea (USD) (Muñoz, 1994).</i>	<i>190</i>
<i>Cuadro 73. Valoración económica indirecta a partir del valor de los servicios ambientales que presta la vegetación que se desarrolla al interior del predio.</i>	<i>191</i>
<i>Cuadro 74. Resumen de la estimación de los recursos biológicos forestales.</i>	<i>192</i>
<i>Cuadro 75. Densidades promedio recomendadas por tipo de ecosistema por la CONAFOR, (Reglas de Operación ProÁrbol)</i>	<i>201</i>
<i>Cuadro 76. Conceptos y costos para las actividades de forestación para la superficie de cambio de uso de suelo</i>	<i>203</i>

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Anteproyecto del Desarrollo Habitacional</i> -----	10
<i>Figura 2. Plano georreferenciado del predio donde se pretende ejecutar el proyecto.</i> -----	15
<i>Figura 3. Croquis de localización del predio del proyecto en su contexto geopolítico</i> -----	16
<i>Figura 4. Ámbito de aplicación del POEL de Solidaridad</i> -----	17
<i>Figura 5. Ámbito de aplicación del PDU de Playa del Carmen.</i> -----	17
<i>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 el área verde de conservación.</i> -----	19
<i>Figura 7. Pantalla del portal del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEA) del portal de la SEMARNAT.</i> -----	20
<i>Figura 8. Ubicación del predio, delimitación del área de influencia y descripción del sistema ambiental.</i> -----	23
<i>Figura 9. Esquemmatización de la ubicación del sistema natural fragmentado por el desarrollo urbano de la ciudad de Playa del Carmen.</i> -----	25
<i>Figura 10. 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).</i> -----	27
<i>Figura 11. Mapa de peligros por incidencia de ciclones tropicales. Fuente: Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).</i> -----	28
<i>Figura 12. Carta de uso del suelo y vegetación de INEGI, Serie V.</i> -----	33
<i>Figura 13. Distribución espacial de los sitios de muestreo para la diversidad de flora en el sistema ambiental.</i> -----	36
<i>Figura 14. Distribución de las 3 unidades de muestreo para evaluar la diversidad florística dentro del predio.</i> -----	56
<i>Figura 15. Distribución de la altura en el estrato herbáceo</i> -----	60
<i>Figura 16. Distribución de la altura en el estrato arbustivo</i> -----	60
<i>Figura 17. Distribución de la altura en el estrato arbóreo</i> -----	60
<i>Figura 18. Distribución del área basal por hectárea de acuerdo a las diferentes clases diamétricas</i> -----	61
<i>Figura 19. Distribución espacial de las condiciones de la vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subperennifolia.</i> -----	62
<i>Figura 20. Distribución espacial de las unidades de muestreo en el predio.</i> -----	82
<i>Figura 21. Esquema de las unidades circulares o concéntricas utilizadas en el levantamiento de datos de campo del estudio base.</i> -----	83

<i>Figura 22. Impactos ambientales negativos y positivos que serán generados por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto.</i> -----	108
<i>Figura 23. Escenario del predio sin la implementación del proyecto.</i> -----	119
<i>Figura 24. Área de distribución de la iguana rayada (Ctenosaura similis) en México. Fuente: Ramírez Bautista y Arizmendi, 2004.</i> -----	131
<i>Figura 25. Localización del predio respecto a la expansión de la mancha urbana de la ciudad de Playa del Carmen.</i> -----	141
<i>Figura 26. Localización del sitio del proyecto con respecto al POEL de Solidaridad.</i> -----	165
<i>Figura 27. Pantalla del portal del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEA) del portal de la SEMARNAT.</i> -----	174
<i>Figura 28. Localización del sitio del proyecto con respecto a la Región Hidrológica Prioritaria número 105 denominada "Corredor Cancún - Tulum".</i> -----	175
<i>Figura 29. Uso de Suelo del predio de acuerdo con Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad 2010-2050.</i> -----	179
<i>Figura 30. 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.</i> -----	198

RESUMEN EJECUTIVO**PROYECTO: "DESARROLLO HABITACIONAL PARCELA 492"**

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 492", promovido por Inmobiliaria Tusal, S.A. de C.V., tiene como objetivo la remoción de la vegetación de un terreno forestal para llevar a cabo la urbanización de un predio que permita 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 una superficie de 180,262,755 m² (18.02 has)) que representa el 90 % de la superficie total del terreno. El plazo de ejecución del cambio de uso del suelo es de un año toda vez que el desarrollo se proyecta en este tiempo.

De acuerdo con la escritura pública número 4529, Volumen XXXIV/2014, notariada el 12 de diciembre del 2014, en la ciudad de Cancún, Quintana Roo, el predio donde se pretende realizar el cambio de uso de suelo del proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 492", se encuentra ubicado en el en la Parcela 492 Z1 P1/1, Ejido Playa del Carmen, ubicado en el Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo. El polígono del predio cuenta con régimen de propiedad el cual cuenta con las siguientes medidas y colindancias: Al Noreste en cuatrocientos metros cincuenta y ocho centímetros con calle sin número; Al Sureste, en quinientos metros setenta y tres centímetros con calle sin número; Al Suroeste en cuatrocientos metros cincuenta y ocho centímetros con parcela quinientos doce; y Al Noroeste en quinientos metros setenta y tres centímetros con parcela cuatrocientos noventa y uno; con clave catastral número 108007001492001.

La superficie de aprovechamiento estará destinada al uso de suelo urbano, y en particular a la construcción de un desarrollo habitacional de acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano aplicable. 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, 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 492*". 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 76 especies, de las cuales 60 especies son árboles, 7 especies son arborescentes y arbustivas, 2 son herbáceas, 2 especies son rastreras y trepadoras, 2 son palmas y 3 son epifitas. De acuerdo con el espectro de formas de vida, se puede observar que la mayor parte de las especies registradas por su composición y estructura son árboles, seguido de arbustos y herbáceas. Estas especies se encuentran agrupadas en 34 Familias, de las cuales las Leguminosas son las más abundantes con 16 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.

Con respecto a la biodiversidad, la flora del sistema ambiental presente en los estratos – herbáceo, -arbustivo, -arbóreo se estimó muy cercana a 1 –0.96, 0.88 y 0.82, 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. En el área sujeta al cambio de uso de suelo, la equitatividad presente en los estratos herbáceo y arbustivo 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 repartida, no sucede así en el caso del estrato arbóreo que presenta un índice un poco más bajo de 0.72, esto es debido a la dominancia de tres especies, *Piscidia piscipula*, *Bursera simaruba* y *Lysiloma latisiliquum*, es por esta razón que es menos diverso.

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 son sitios representan prácticamente la misma diversidad

En conclusión, se tiene 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 del tipo arbóreo 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.

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 Akits 26.8%, Chaca 20.2% y Sacchaca 19.6% 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 Chaca 37.9%, Fipe 26.1% y Jabin 25.1%, como se puede observar esta situación es entendible considerando que se trata de la misma vegetación, por lo que existe una gran variedad de especies que pueden dominar en una determinada superficie.

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 3 especies en la que sobresalen Tsalam 89.06%, Chaca 42.23% y Jabin 34.51%, el resto de las especies se encuentran con valores bajos, al compararlas

con los valores del sistema ambiental observamos que de las 3 especies dominantes en área de CUSTF 2 también son dominantes en las unidades del sistema ambiental como son Chaca 48.05%, Jabin 40.39% y yaaxnic con 29.66% del VIR. Por lo que se puede observar un mismo comportamiento en ambos sitios comparativos.

En cuanto a la fauna del sitio, el grupo de las aves resultó por razones obvias el grupo más diverso registrando un índice H de 3.4 y 3.9 para el sitio del predio y del sistema ambiental respectivamente que se considera como ligeramente alto, 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; dicho índice H equivale a 1.7 y 2.3 respectivamente considerado bajo, índices muy parecidos para el grupo de los mamíferos de 1.5 y 2.2 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 únicamente se obtuvo para el sistema ambiental ya que en el predio no se logró el registro de estas especies, sin embargo el índice de Shannon obtenido es muy bajo en razón a que sólo se registraron muy pocas especies.

Los resultados del análisis del inventario forestal y la estimación volumétrica obtenida a partir de multiplicar el área basal (m^2) por la altura total, utilizando el modelo matemático para construir las tablas de volumen de la cual resulta las ecuaciones de volúmenes para cada especie, se estimó un volumen total árbol (VTA) de $73.928 m^3$ con corteza por hectárea, el Volumen Total Árbol estimado que se pudiera encontrar en la superficie solicitada de cambio de uso de suelo en las 18.02 hectáreas es de $1,332.6 m^3$ con corteza, las especies que contribuyen más en este volumen son las especies *Lysiloma latisiliquum*, *Piscidia piscipula*, *Lonchocarpus rugosus* y *Bursera simaruba*.

En el predio donde se pretende la autorización de cambio de uso del suelo existen en total alrededor de 707 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 12,739 individuos en las 18.02 hectáreas. Para la superficie sujeta a cambio de uso de suelo se estima un volumen con uso potencial para madera de $544.23 m^3$. Los valores de volumen de la masa forestal obtenidos, así como los parámetros dasonómicos mostrados con anterioridad, dejan claro que la vegetación presente en el área de estudio corresponde a un conjunto de individuos prácticamente jóvenes que son resultado de un ecosistema de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia deteriorado por los fenómenos naturales y por los asentamientos humanos en los alrededores del predio.

Del inventario forestal se concluye, que si bien es cierto, que el área donde se pretende desarrollar el proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 492" 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.

Para la valoración cuantitativa de los impactos ambientales potenciales identificados con respecto a la conservación de la biodiversidad, se puede concluir que la implementación del cambio de uso de suelo en terrenos forestales para llevar a cabo el proyecto generará un total de 25 impactos ambientales, de los cuales 88% se identificaron como negativos (22 impactos), mientras que el 12% se identificaron como positivos (3 impactos). Dentro de los 22 impactos que fueron identificados como negativos, mediante la aplicación de los criterios para la valoración cuantitativa de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto, se ponderó que 14 son compatibles, mientras que 8 son moderados. Por lo antes mencionado, para dichos impactos ambientales no se necesitan prácticas mitigadoras (impactos compatibles), o en su defecto, se precisan prácticas de mitigación simples (impactos moderados).

Los impactos permanentes más relevantes que serán generados por el proyecto están relacionados con la modificación del entorno, remoción de la cobertura vegetal para llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Dentro de los 3 impactos que fueron calificados como positivos, los tres se consideran bajos. Los impactos benéficos consisten básicamente en el rescate y reubicación de las especies vegetales de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo, lo cual promoverá la protección de especies vegetales de importancia ecológica, económica y de ornato y enriquecerá los elementos paisajísticos, vistas panorámicas y naturalidad de la zona del proyecto. Para cada uno de los impactos ambientales negativos producto de la implementación del cambio de uso de suelo sobre el medio natural, conceptual y socioeconómico, se cuenta con medidas de prevención, mitigación y/o compensación.

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 Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos.

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 una superficie de 18.02 hectáreas para el desplante de este proyecto no compromete la biodiversidad, no se provoca la erosión de los suelos, no se provoca el deterioro de la calidad del agua ni la disminución en su captación y se reconoce que este proyecto genera beneficios sociales y es un uso alternativo más productivo a largo plazo que el uso actual de este terreno.

Ante este escenario, es evidente que el proyecto propuesto 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 492".

I.2. Nombre o Razón Social del Promovente

INMOBILIARIA TUSAL S.A. de C.V.

I.3. Ubicación (dirección) del promovente.

- 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 180,262,755 m² (18.02 has) que de acuerdo con la cartografía digital de uso de suelo y vegetación del INEGI, a este terreno le corresponde una vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ).

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 12 meses (1 año) a partir de la obtención de la autorización correspondiente por la autoridad federal.

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 de 180,262,755 m² (18.02 has) que corresponden al 90% de la superficie total de esta parcela.

Los objetivos del presente proyecto están basados en contribuir al desarrollo planificado y ordenado que las autoridades y la población desean para la ciudad de 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 debido a la fragilidad de los ecosistemas presentes.

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. La parcela 492 Z1 P1/1, posee una superficie de 200,291.95 m² (20.02 has). De dicha superficie se pretende aprovechar o modificar el 90.0%, es decir, que con el cambio de uso de suelo que se propone, se modificarán 180,262,755 m² (18.02 has)

La empresa INMOBILIARIA TUSAL S.A. de C.V., es propietaria 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

<i>Uso de suelo</i>	<i>Superficie Total (m²)</i>	<i>Superficie Total (ha)</i>	<i>Porcentaje (%)</i>
Habitacionales	101,043.65	10.10	50.4
Comercial	17,631.37	1.76	8.8
Donación (áreas verdes, áreas comunes)	45,555.40	4.55	22.7
Vialidades	36,061.54	3.60	18.0
Total	200,291.96	20.00	100

De la superficie que se destinara para donación el 10% (20,029.195 m²), estarán destinadas para la conservación de áreas verdes.

Por su naturaleza, el proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 492", se encuentra clasificado como un Desarrollo Habitacional Urbano y pretende llevar a cabo la construcción de 1,168 viviendas de interés social sobre una superficie total de 20 hectáreas, con una densidad habitacional de 58.31 viv/ha.



Figura 1. Anteproyecto del Desarrollo Habitacional

El desarrollo habitacional contemplará viviendas de Interés Social Tipo 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 la sobreposición de la parcela del proyecto sobre el PDU aplicable en el sitio del proyecto se presentan usos de suelo Habitacional H4-P, Habitacional MCR, Mixto Barrial (MB 1) y Parque Lineal (PL). Lo anterior, tal y como lo establece la Constancia de Uso de Suelo emitida

por la Dirección General de Ordenamiento Ambiental y Desarrollo Urbano del H. Ayuntamiento de Solidaridad con fecha 24 de julio de 2014.

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

La UGA 11 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 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, 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 PDU del centro de población Playa del Carmen (PDUPC); por lo tanto, la justificación del porque 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 30 empleos temporales (1 año en 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 (360 en total). De esta manera, desde el arranque hasta la construcción del proyecto, generara una inversión total de \$ 160,000,000 (Son ciento sesenta 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 1,168 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 de viviendas del proyecto

Nº	PARTIDA	MESES												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
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							■	■	■	■	■	■	
	Preliminares y Cimentación			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Estructura					■	■	■	■	■	■	■	■	
Albañilería						■	■	■	■	■	■	■		

II.4.3. Etapa de construcción

En esta etapa del proyecto se efectúan las siguientes acciones que tienen un periodo proyectado de aproximadamente 12 meses:

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.

- **Edificación.** Se inician las labores de cimentación, construcción de estructuras de las casas-habitación. Se instalan pisos y recubrimientos y se finaliza con las obras de pintura, carpintería, así como la instalación de ventanas de vidrio y aluminio y la construcción de bardas.

- **Reforestación.** Con las labores de reforestación y jardinería se da por concluida la etapa de construcción. De acuerdo con el programa de trabajo de este proyecto se contempla que las actividades preliminares de preparación del sitio, se ejecutan en un periodo aproximado de 1 meses incluidos las actividades de desmonte y despalme. Sin embargo al considerar que el desmonte se realizará de manera gradual y por etapas, se concluye que se requiere al menos de 3 meses, contados a partir de la obtención de todos los permisos y autorizaciones, para llevar a cabo el cambio de uso del suelo en los terrenos forestales del área.

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 sobre el cual se pretende llevar a cabo el cambio de uso de suelo para la construcción futura del Desarrollo Habitacional se localiza en la Parcela 492 Z1 P1/1 del Ejido Playa del Carmen, ubicado en el Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo, México; y posee una superficie total de 200,291.95 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: Al Noreste en cuatrocientos metros cincuenta y ocho centímetros con calle sin número; Al Sureste, en quinientos metros setenta y tres centímetros con calle sin número; Al Suroeste en cuatrocientos metros cincuenta y ocho centímetros con parcela quinientos doce; y Al Noroeste en quinientos metros setenta y tres centímetros con parcela cuatrocientos noventa y uno; con clave catastral número 108007001492001. Y es propiedad de Inmobiliaria Tusal S. A. de C. V.

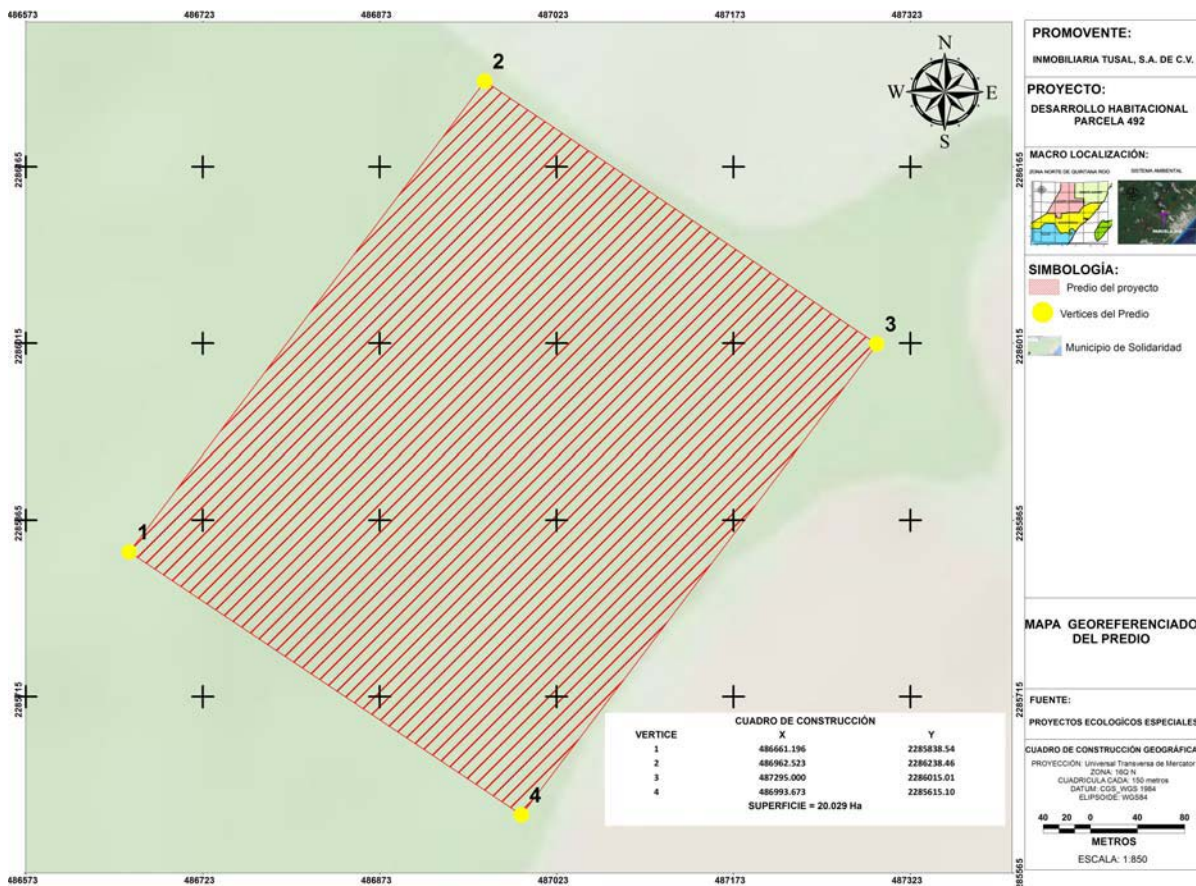


Figura 2. Plano georreferenciado del predio donde se pretende ejecutar el proyecto.

El predio donde se pretende establecer el proyecto denominado "Desarrollo Habitacional Parcela 492", 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 492

LADO		AZIMUT	DISTANCIA	COORDENADAS	
EST	PV			X	Y
1	2	123 ^o 54'11.88"	400.58	486,661.1959	2,285,838.5410
2	3	36 ^o 59'50.11"	500.73	486,993.6726	2,285,615.0981
3	4	303 ^o 54'11.88"	400.58	487,295.0001	2,286,015.0132
4	1	216 ^o 59'50.11"	500.73	486,962.5235	2,286,238.4561
SUPERFICIE: 200,291.95 M2 (20.02 HAS)					

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

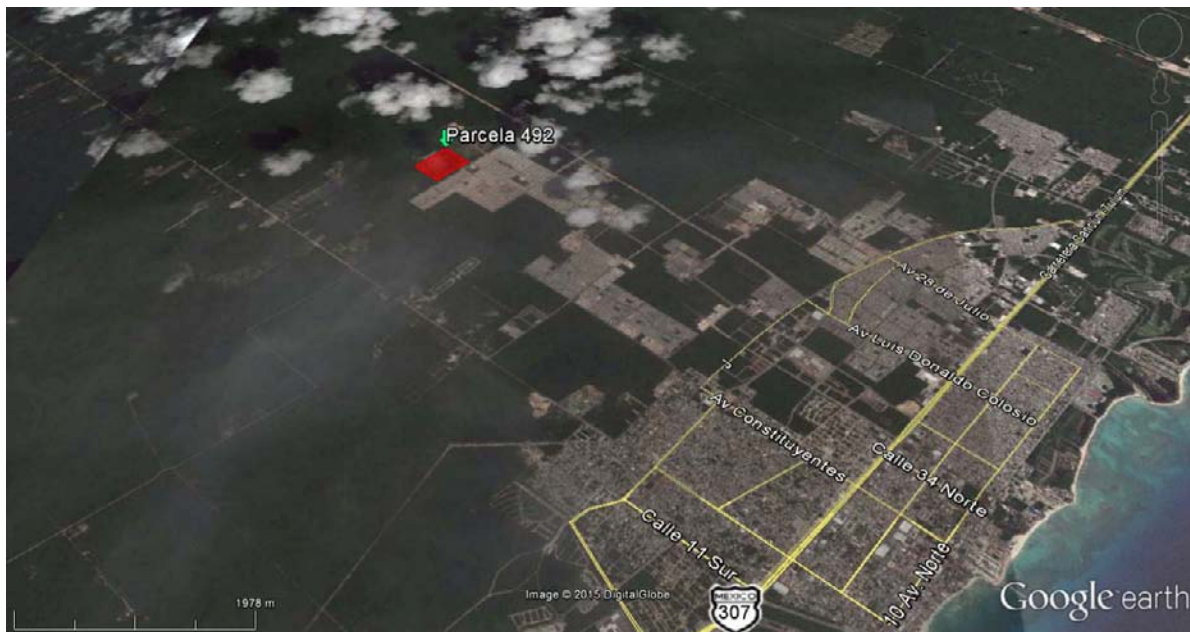


Figura 3. Croquis de localización del predio del proyecto en su contexto geopolítico

En relación con rasgos geográficos predominantes como lagunas y/o humedales, en el sitio del proyecto o en sus colindancias, no se registra la presencia de dichos rasgos geográficos.

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

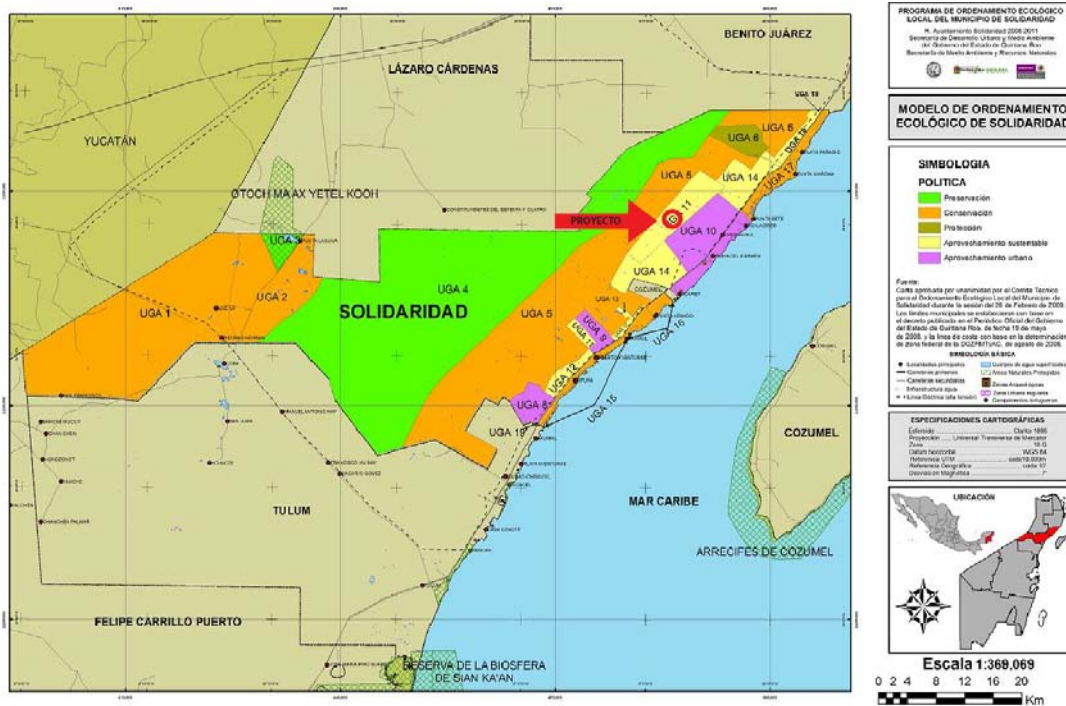


Figura 4. Ámbito de aplicación del POEL de Solidaridad

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).

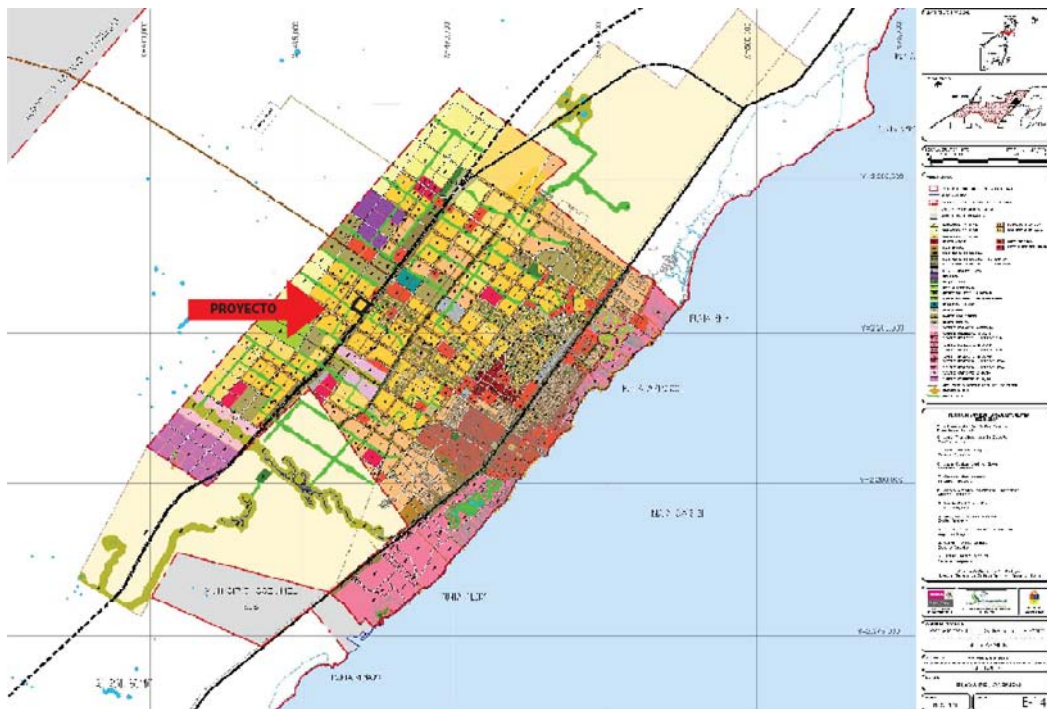


Figura 5. Ámbito de aplicación del PDU de Playa del Carmen.

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 180,262,755 m² (18.02 has) que corresponden al 90% de la superficie total de este predio. Los vértices que conforman la zona de aprovechamiento o zona de CUSTF, se presentan en los siguientes cuadros.

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	487295.00	2286015.01
2	486993.67	2285615.10
3	486965.42	2285634.08
4	486971.46	2285642.11
5	486965.10	2285645.92
6	486961.25	2285648.29
7	486956.64	2285651.2
8	486951.97	2285654.23
9	486947.65	2285657.10
10	486943.17	2285660.16
11	486938.39	2285663.50
12	486930.43	2285669.28
13	486911.19	2285684.37
14	486892.37	2285700.84
15	486883.03	2285709.67
16	486874.62	2285718.03
17	486863.68	2285729.49
18	486852.57	2285741.91
19	486841.42	2285755.24
20	486830.80	2285768.8
21	486823.23	2285778.12
22	486812.00	2285790.54
23	486801.71	2285800.72
24	486790.50	2285810.66
25	486784.51	2285815.31
26	486839.10	2285898.25
27	486768.29	2285945.43
28	486711.64	2285860.41
29	486711.63	2285860.41
30	486702.711	2285865.52
31	486661.19	2285838.54
32	486962.52	2286238.46
33	487295.00	2286015.01
SUPERFICIE = 18.02 Ha		

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

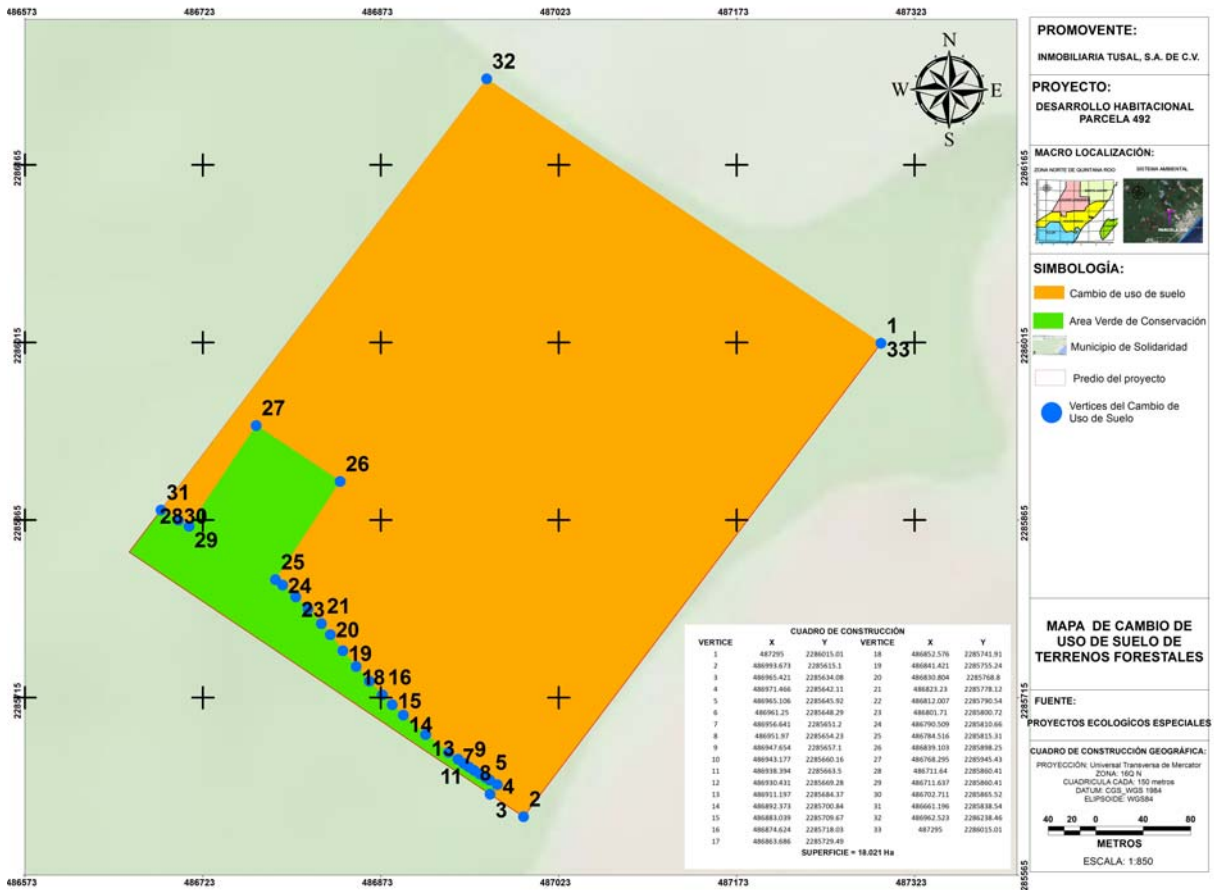


Figura 6. Distribución espacial del área a solicitar de CUSF del proyecto. El polígono de color naranja representa el área sujeta a CUSF y el color verde el área verde de conservación.

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. Para la presente determinación, se utilizó el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEA) del portal de la SEMARNAT (<http://mapas.semarnat.gob.mx/sigeia4Publico/bos/bos.php>) (Fig. 7).

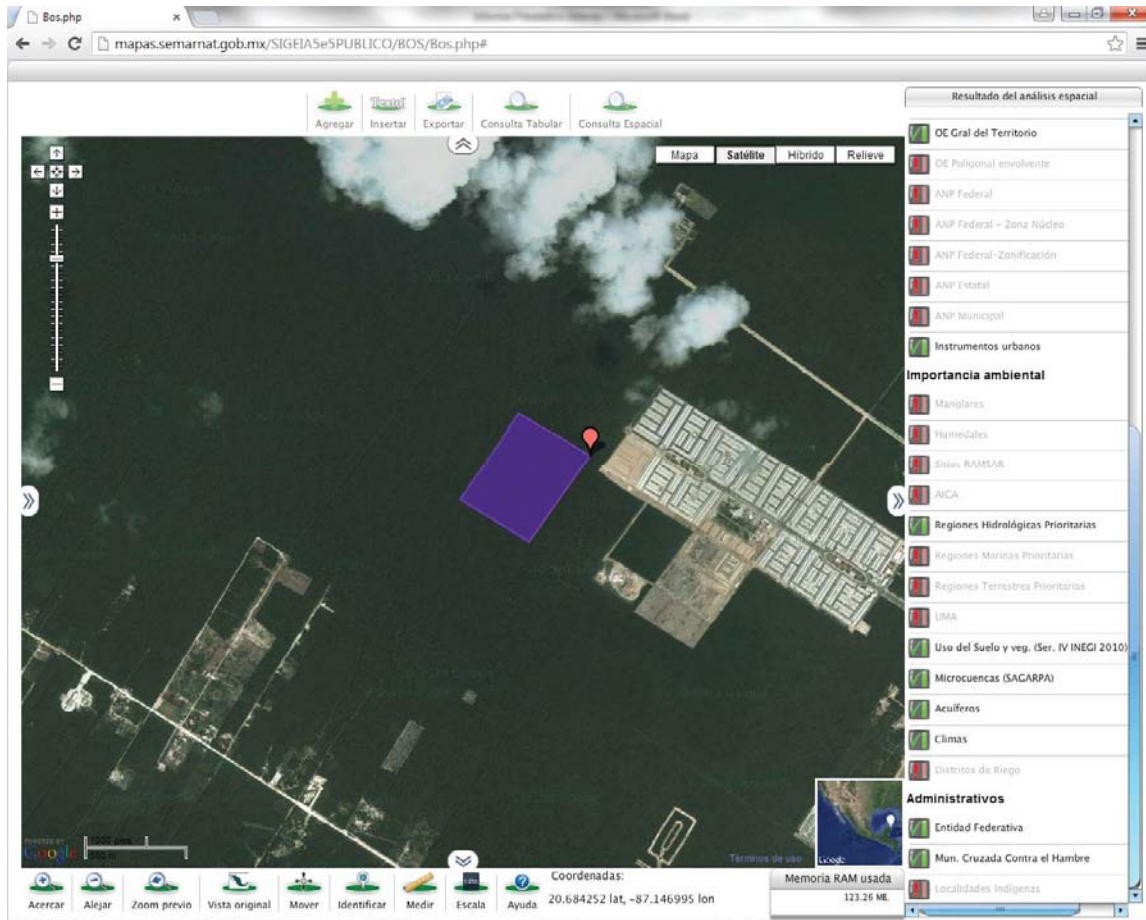


Figura 7. Pantalla del portal del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEA) del portal de la SEMARNAT.

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 a 54 km, Manglares de Nichupte aproximadamente a 53 kilómetros de distancia y a 29 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: 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.

El terreno forestal se encuentra ubicado dentro de la Cuenca Quintana Roo. A nivel de regiones hidrológicas el predio se ubica en la Región Hidrológica RH32 Yucatán Norte (Yucatán); la distribución de dicha región abarca el 31.77% de la superficie del estado de Quintana Roo en su porción norte, parte de Yucatán y de Campeche. 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.

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 se extiende a 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 492", son los siguientes:

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.

En el área de influencia existen una gran cantidad desarrollos habitacionales 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.

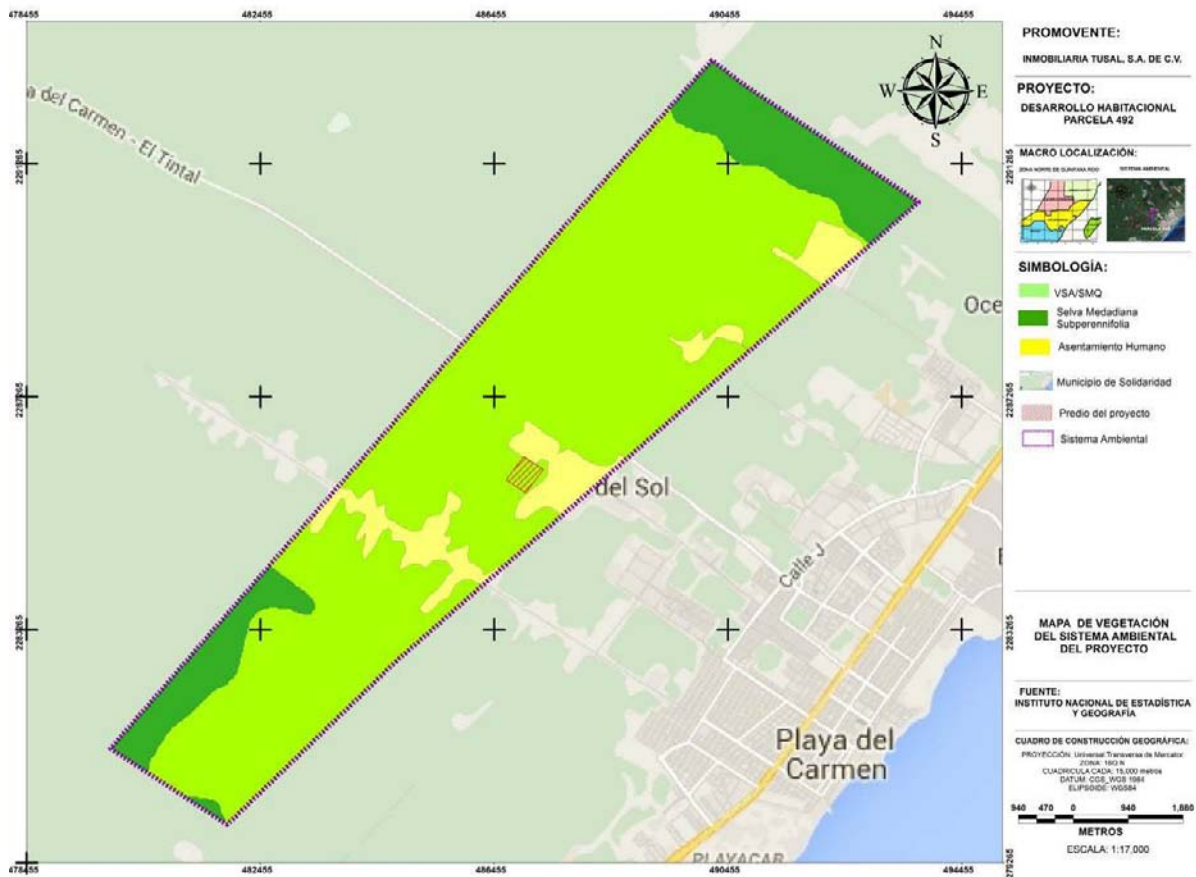


Figura 8. Ubicación del predio, delimitación del área de influencia y descripción del sistema ambiental.

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 Ha	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 del Sistema Ambiental.

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

El clima un componente ambiental de nivel regional, mismo que está determinado por las condiciones meteorológicas a largo plazo, se considera que no será modificado por el desarrollo de proyecto. Sin embargo, a una escala puntual (microclimática) las acciones del proyecto pudieran inducir muy ligeros cambios sobre la temperatura y el contenido de humedad, situación que se podrá dar de manera específica 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 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 9). 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 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.

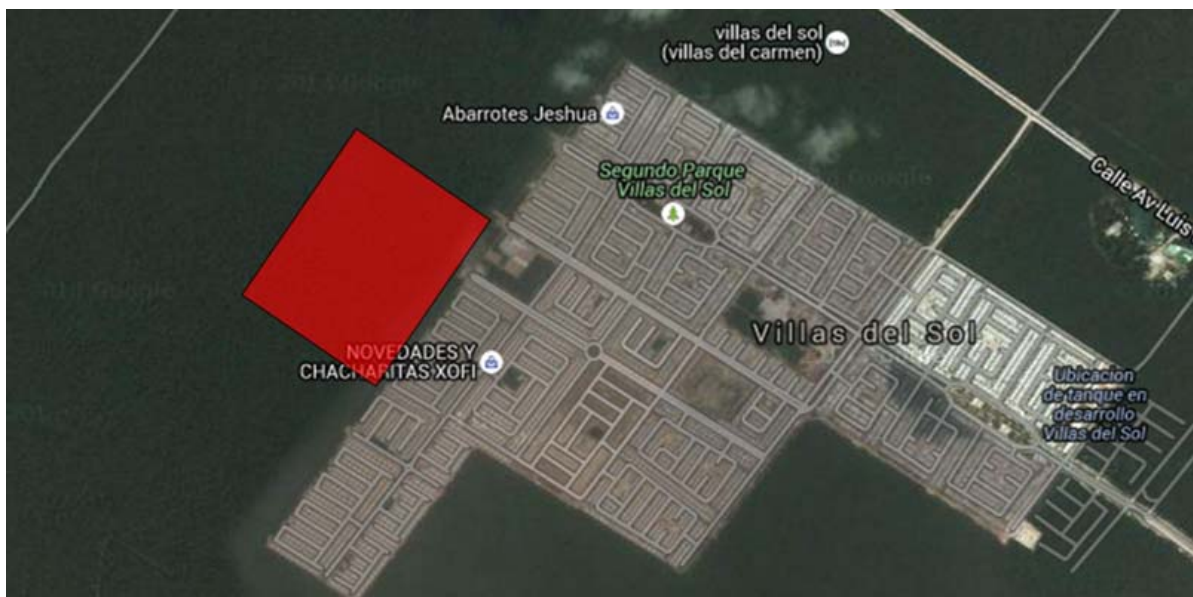


Figura 9. Esquemática de la ubicación del sistema natural fragmentado por el desarrollo urbano de la ciudad de Playa del Carmen.

IV.2.2 Medio abiótico

IV.2.2.1 Fisiografía

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

En la zona de interés presenta junto a las elevaciones, frecuentes depresiones y pequeñas cimas interrumpidas por grandes áreas de menor relieve, casi planas, con altitudes de 20 a 40 m. Las planicies presentan una microtopografía de interés en la que la roca calcárea alterna en mayor o menor frecuencia con pequeñas hondonadas, lo que da lugar a una constante alternancia de suelos en los puntos más bajos. La peculiaridad de estas formaciones se debe a la carsticidad. En términos de las subprovincias fisiográficas que se encuentran en Quintana Roo, a saber, Carso y Lomeríos de Campeche, Carso Yucateco y Costa Baja de Quintana Roo; el sistema ambiental se localiza en la Subprovincia fisiográfica denominada Carso Yucateco que ocupa las porciones centro y norte del estado de Quintana Roo, la cual está formada en una losa calcárea cuya topografía se caracteriza por la presencia de carsticidad, ligera pendiente descendente hacia el este y hacia el norte hasta el nivel del mar; con un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones; con elevaciones máximas de 22 m en su parte suroeste¹.

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.

¹ INEGI y Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. México. 79 p.

IV.2.2.2 Clima

El régimen climático característico en toda la Península de Yucatán, corresponde con el tipo cálido subhúmedo (Aw), afectado localmente por su vecindad con el Mar Caribe y las bajas elevaciones del terreno sobre el nivel del mar. En el sistema ambiental definido se pueden observar 2 tipos de 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.

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%).

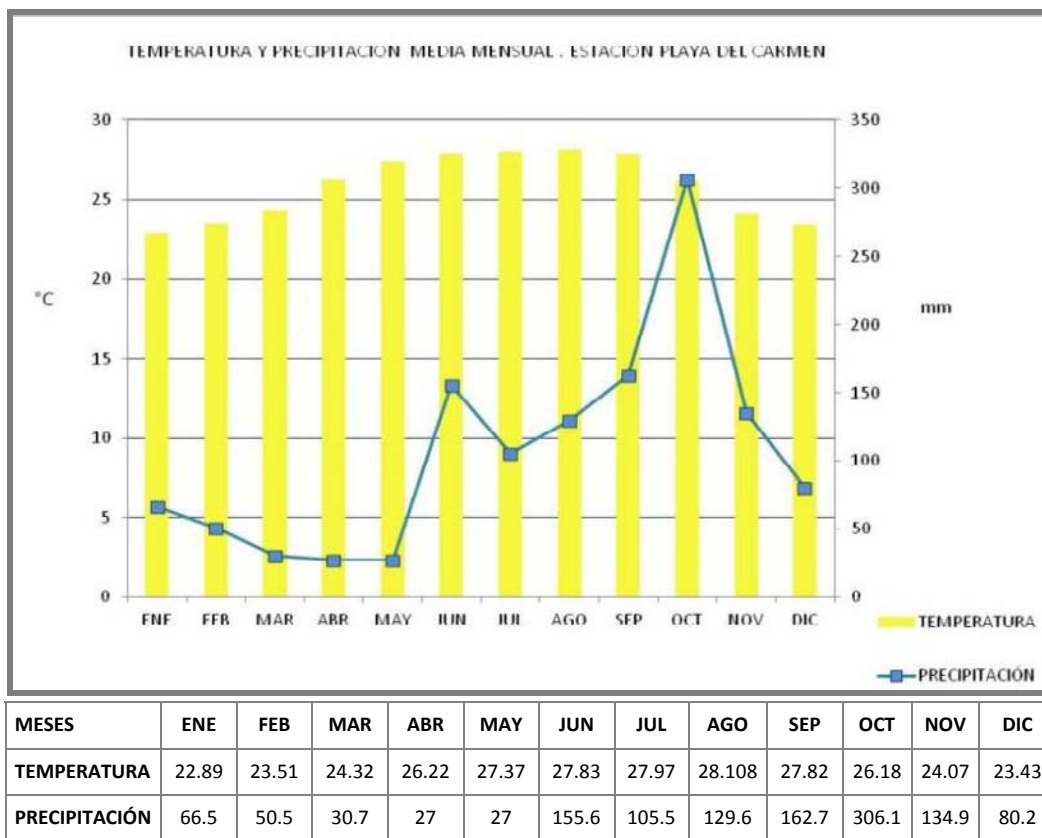


Figura 10. Marcha anual de la temperatura y precipitación para la zona de estudio. Fuente: Datos obtenidos por la CNA en la estación meteorológica Playa del Carmen. Precipitación (1981-2010); Temperatura (1998-2011).

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 11).

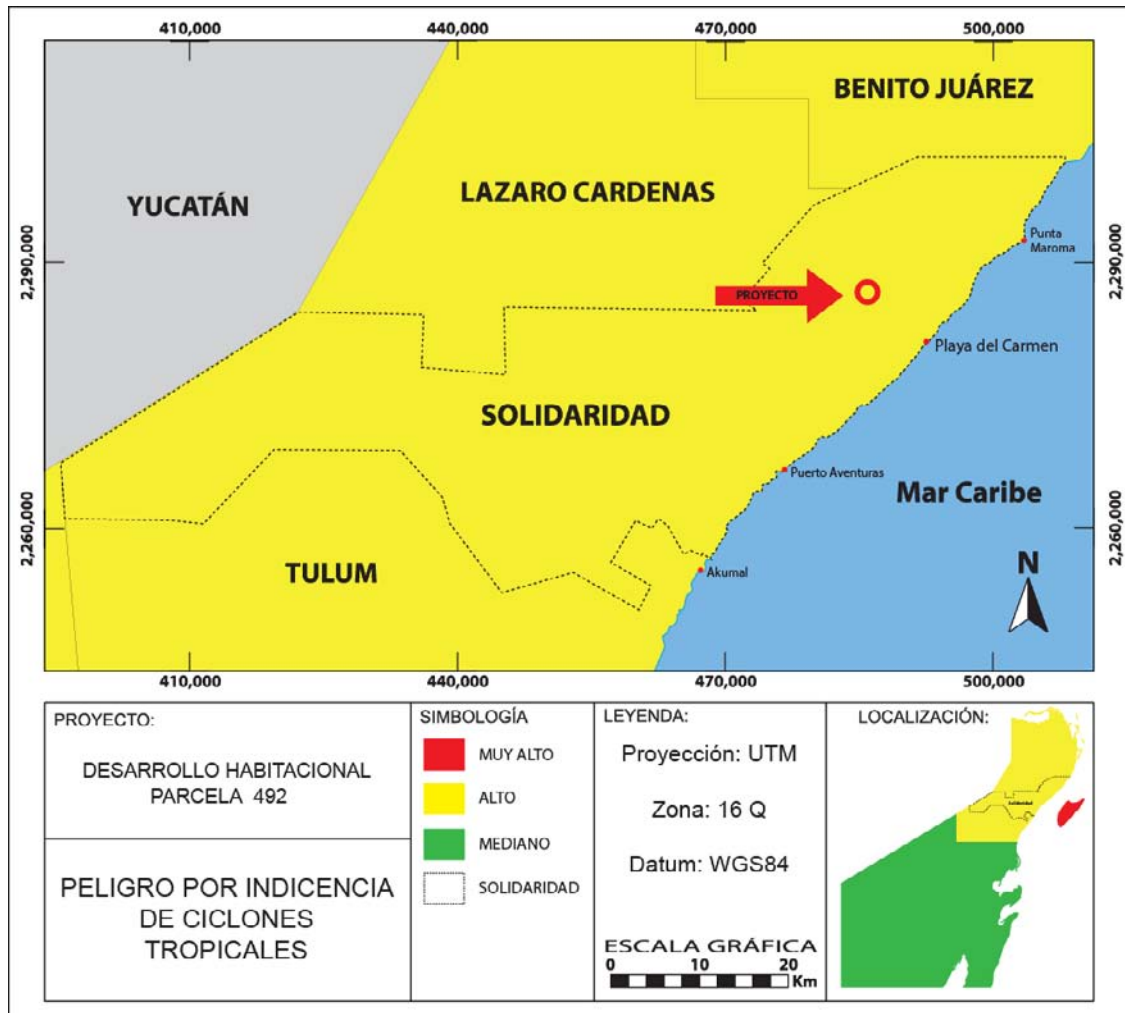


Figura 11. Mapa de peligros por incidencia de ciclones tropicales. Fuente: Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

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

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

Así mismo, el tipo de suelo Leptosol (LP).- Del gr. leptos: delgado; connotativo de suelos poco profundos, poco desarrollados. Nombres equivalentes: Litosol y Rendzina (FAO), Tzek'el y Pus-Lu'um (Maya). Suelo sin horizontes de diagnóstico, limitado para un estrato duro, continuo y coherente, de poco espesor, menor a los 10 cm, tiene características muy variables, pues pueden ser fértiles o infértiles, arenosos o arcillosos, su susceptibilidad a la erosión depende de la zona en donde se encuentren, de la topografía y del mismo Su drenaje interno y superficial es eficiente. Debido a esta textura, se favorece el almacenamiento de elementos nutritivos en su delgado perfil. Son suelos muy ricos en materia orgánica.

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 merocrystalinas 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 coquinifero, 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.

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%.

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 geodhidrológica 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, estas 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.

V.2.2.6 Aire

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

Los impactos ambientales previstos por la remoción de la vegetación para este proyecto se refieren a la emisión de gases por la combustión de los hidrocarburos (diesel) que generan la maquinaria y los vehículos durante el desmonte, así como la emisión de polvos a la atmósfera derivados del movimiento de tierras. Este impacto se considera temporal, adverso e irreversible con medidas de prevención, de escasa magnitud e importancia; ya que se aplicarán los lineamientos establecidos en las normas ambientales aplicables y los polvos generados, no se dispersarán más allá de los límites del predio.

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

IV.2.3 Medio biótico

IV.2.3.1 Vegetación

El tipo de vegetación predominante que se reporta para el sistema ambiental de este proyecto, de acuerdo con la Carta de Vegetación y Uso del Suelo, Serie V del INEGI corresponde con las características de la vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia. 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).

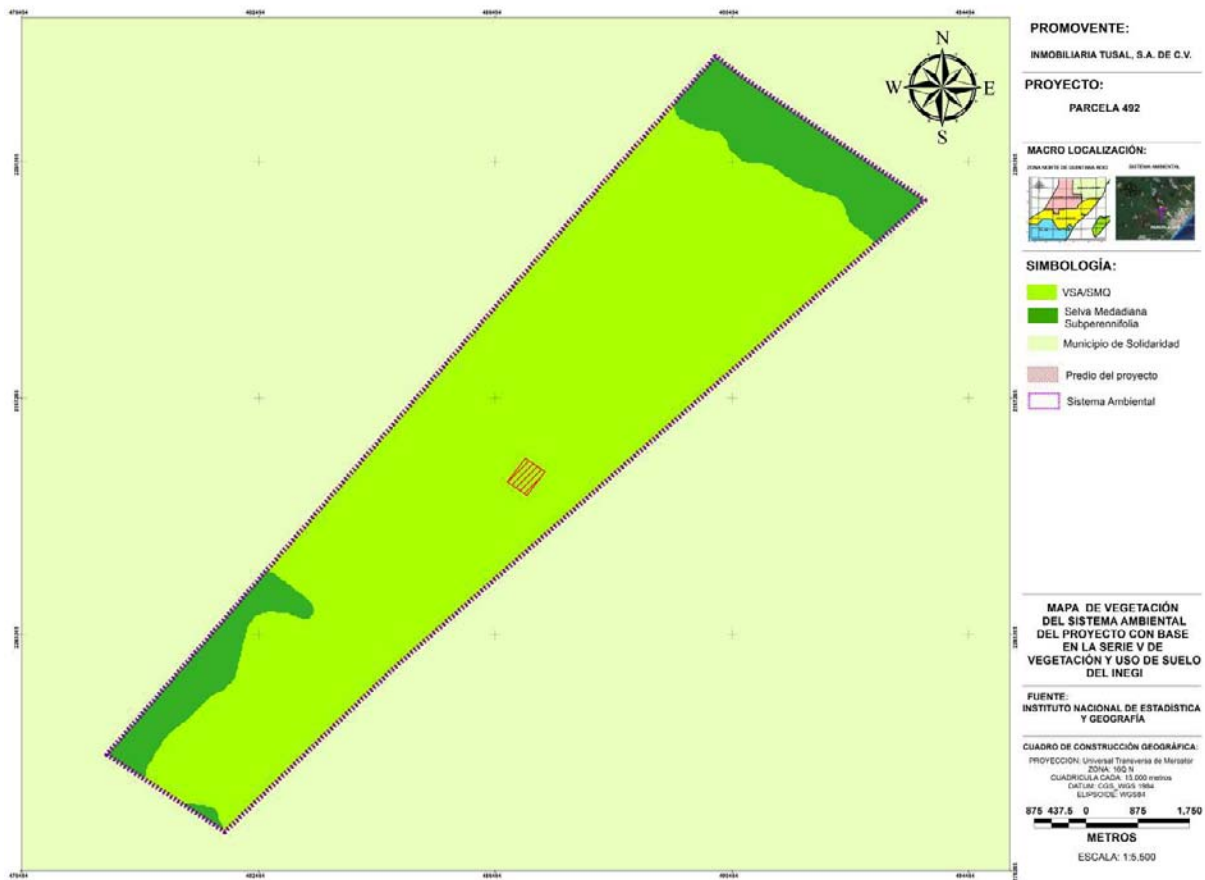


Figura 12. Carta de uso del suelo y vegetación de INEGI, Serie V.

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 alcastrum* (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'uyche'). 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 incendios. 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
7	486631	2285218
8	486441	2285361
9	486262	2285479

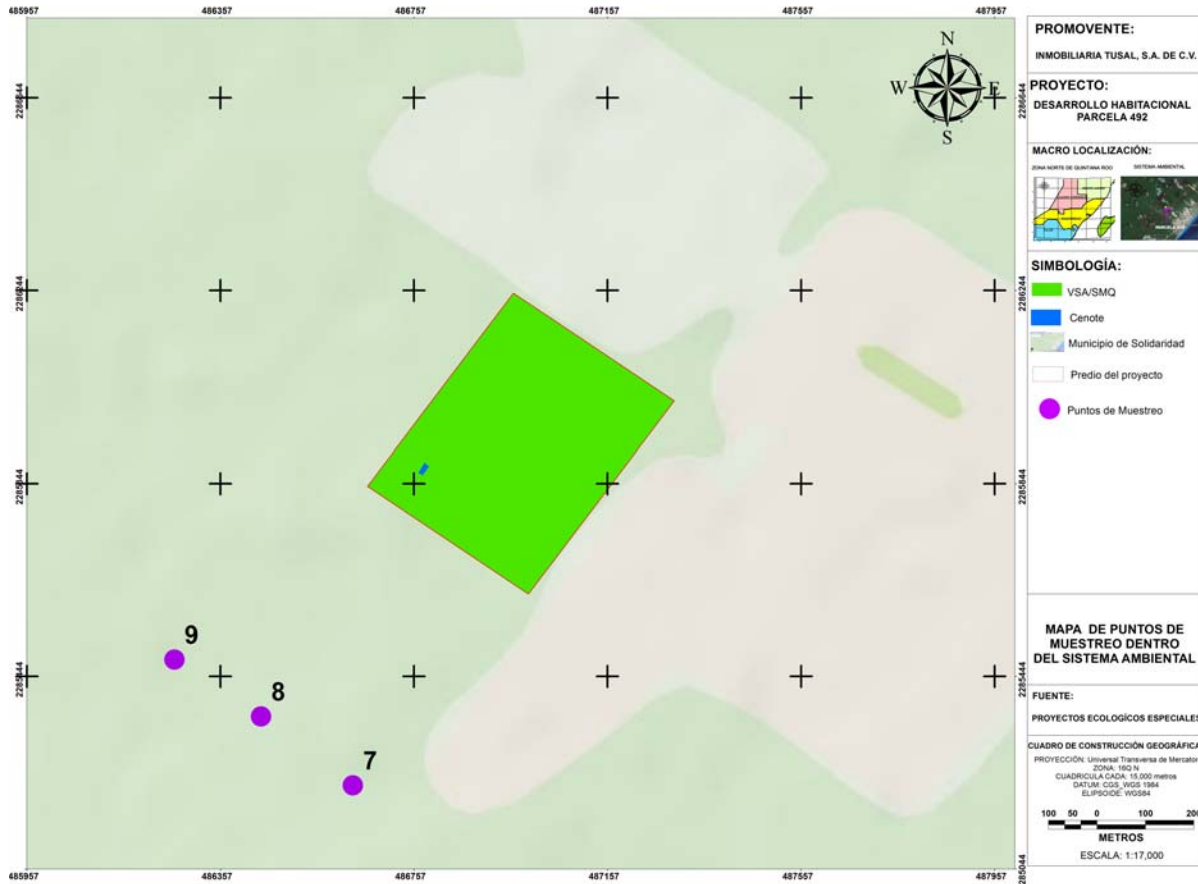


Figura 13. Distribución espacial de los sitios de muestreo para la diversidad de flora en el sistema ambiental.

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 128 especies de vegetación, de las cuales 89 especies son árboles, 15 especies son arbustivas, 12 son herbáceas, 3 palmas y 9 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. Listado florístico del sistema ambiental

No.	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	PROTECCIÓN
1	ANACARDIACEAE	<i>Metopium brownei</i>	Chechem	Árbol	
2	ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i>	kulimche	Árbol	Amenazada
3	ANACARDIACEAE	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruela monte	Árbol	
4	ANNONACEAE	<i>Malmea depressa</i>	E'elemuy	Árbol	
5	ANNONACEAE	<i>Sapranthus campechianus</i>	Sak e'elemuy	Árbol	
6	ANNONACEAE	<i>Sapranthus campechianus</i>	Sakelemuy	Árbol	
7	APOCYNACEAE	<i>Plumeria obtusa</i>	Flor de mayo	Arborescente	
8	APOCYNACEAE	<i>Thevetia gaumeri</i>	Akits	Árbol	
9	ARACEAE	<i>Anthurium schlechtendalii</i>	X-boobtun o Anturio	Herbácea	
10	ARACEAE	<i>Syngonium podophyllum</i>		Trepadora	
11	ARALIACEAE	<i>Dendropanax arboreus</i>	Sakchaca	Árbol	
12	BIGNONIACEAE	<i>Cydista potosina</i>	X-k'an lol	Trepadora	
13	BIGNONIACEAE	<i>Stizophyllum riparium</i>	K'an ak'	Trepadora	
14	BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Maculis amarillo	Árbol	Amenazada
15	BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia rosae</i>	Maculis	Árbol	
16	BOMBACACEAE	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Piim	Árbol	
17	BORAGINACEAE	<i>Cordia alliodora</i>		Árbol	
18	BORAGINACEAE	<i>Cordia dodecandra</i>	Ciricote	Árbol	
19	BORAGINACEAE	<i>Cordia gerascanthus</i>	Bohon	Árbol	
20	BORAGINACEAE	<i>Cordia dentata</i>		Árbol	
21	BROMELIACEAE	<i>Aechmea bracteata</i>	X-cinta ku'uk	Herbácea	
22	BROMELIACEAE	<i>Bromelia alsodes</i>	Ts'albay	Herbácea	
23	BROMELIACEAE	<i>Bromelia karatas</i>	Piñuela	Herbácea	
24	BROMELIACEAE	<i>Tillandsia sp</i>		Herbácea	
25	BURSERACEAE	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	Árbol	
26	BURSERACEAE	<i>Protium copal</i>	Copal	Árbol	
27	CACTACEAE	<i>Selenicereus testudo</i>		Trepadora	
28	CARICACEAE	<i>Carica papaya</i>	Put ch'iich	Arborescente	
29	CECROPIACEAE	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	Árbol	

30	COMMELINACEAE	<i>Tradescantia spathacea</i>	Chaktsam	Herbácea	
31	COMPOSITAE	<i>Eupatorium daleoides</i>	Euda	Arbustiva	
32	DIOSCOREACEAE	<i>Dioscorea sp</i>		Trepadora	
33	EBENACEAE	<i>Diospyros cuneata</i>	Dicu o silil	Árbol	
34	EBENACEAE	<i>Diospyros sp</i>	Disp	Árbol	
35	EBENACEAE	<i>Diospyros verae-crucis</i>	Dive	Árbol	
36	EUPHORBIACEAE	<i>Cnidocolus chayamansa</i>	Chaya	Arbustiva	
37	EUPHORBIACEAE	<i>Croton niveus</i>		Árbol	
38	EUPHORBIACEAE	<i>Croton sp.</i>		Árbol	
39	EUPHORBIACEAE	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayte	Árbol	
40	EUPHORBIACEAE	<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomolche	Árbol	
41	FLACOURTIACEAE	<i>Casearia corymbosa</i>	Xi'imché	Árbol	
42	FLACOURTIACEAE	<i>Samyda yucatanensis</i>	Puuts' mukuy	Árbol	
43	FLACOURTIACEAE	<i>Zuelania guidonia</i>	Tamay	Árbol	
44	GRAMINEAE	<i>Lasiacis divaricata</i>	Siit	Herbácea	
45	HIPPOCRATEACEAE	<i>Hippocratea sp</i>	Hoja dura	Árbol	
46	ICACINACEAE	<i>Ottoschultzia pallida</i>	Otpa	Árbol	
47	LAURACEAE	<i>Nectandra coriacea</i>	Neco o laurelillo	Árbol	
48	LEGUMINOSAE	<i>Acacia cornigera</i>	Subin	Árbol	
49	LEGUMINOSAE	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	Árbol	
50	LEGUMINOSAE	<i>Bauhinia jennindsii</i>	Lengua de vaca	Arbustiva	
51	LEGUMINOSAE	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitinche	Árbol	
52	LEGUMINOSAE	<i>Caesalpinia mollis</i>	Chakté	Árbol	
53	LEGUMINOSAE	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Takimche	Árbol	
54	LEGUMINOSAE	<i>Diphysa carthagenensis</i>	Ts'u'ts'uk	Árbol	
55	LEGUMINOSAE	<i>Erythrina standleyana</i>	Chac chobenche	Árbol	
56	LEGUMINOSAE	<i>Gliricidia sepium</i>	Sakyab	Árbol	
57	LEGUMINOSAE	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	Árbol	
58	LEGUMINOSAE	<i>Lonchocarpus xuul</i>	Xuul	Árbol	
59	LEGUMINOSAE	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	Árbol	
60	LEGUMINOSAE	<i>Mimosa bahamensis</i>	Sackatsin	Arbustiva	
61	LEGUMINOSAE	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	Árbol	
62	LEGUMINOSAE	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	Árbol	
63	LEGUMINOSAE	<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	Árbol	
64	LEGUMINOSAE	<i>Zygia stevensonii</i>	Sist	Arbustiva	
65	MALPIGHIACEAE	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Sakpah	Árbol	
66	MALPIGHIACEAE	<i>Malpighia glabra</i>	Huayacte	Árbol	
67	MALVACEAE	<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	Árbol	
68	MALVACEAE	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipán	Arbustiva	
69	MELIACEAE	<i>Triquilia sp.</i>	Triquilia	Árbol	
70	MORACEAE	<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	Árbol	

71	MORACEAE	<i>Ficus maxima</i>	Akum	Árbol	
72	MORACEAE	<i>Ficus obtusifolia</i>	Fiob	Árbol	
73	MORACEAE	<i>Ficus pertusa</i>	Ju'um ch'iich' o Fipe	Árbol	
74	MORACEAE	<i>Ficus sp.</i>	Higo	Árbol	
75	MYRSINACEAE	<i>Parathesis cubana</i>	Pacu	Árbol	
76	MYRTACEAE	<i>Calyptanthes pallens</i>	Chak ni	Árbol	
77	MYRTACEAE	<i>Eugenia axillaris</i>	Euax	Árbol	
78	MYRTACEAE	<i>Eugenia sp</i>		Arbustiva	
79	MYRTACEAE	<i>Myrcianthes fragrans</i>	Guayabillo	Árbol	
80	NOLINACEAE	<i>Beaucarnea plibilis</i>	Despeinada	Arborescente	Amenazada
81	NYCTAGINACEAE	<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi	Árbol	
82	ORCHIDACEAE	<i>Catasetum integerrimum</i>	Ch'iit ku'uk	Herbácea	
83	ORCHIDACEAE	<i>Encyclia sp</i>		Herbácea	
84	ORCHIDACEAE	<i>Rhyncholaelia digbyana</i>		Herbácea	
85	PALMAE	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Xiat	Palma	
86	PALMAE	<i>Sabal japa</i>	Huano	Palma	
87	PALMAE	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	Palma	Amenazada
88	POLYGONACEAE	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Salkbob	Árbol	
89	POLYGONACEAE	<i>Coccoloba sp.</i>	Cocoloba 2	Árbol	
90	POLYGONACEAE	<i>Coccoloba spicata</i>	Bob	Árbol	
91	POLYGONACEAE	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Dzidzilche	Árbol	
92	POLYGONACEAE	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	Sac itsá	Arbustiva	
93	PUTRANJIVACEAE	<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	Árbol	
94	RHAMNACEAE	<i>Colubrina sp</i>	Pimientillo	Árbol	
95	RHAMNACEAE	<i>Krugiodendron ferreum</i>	Chintok	Árbol	
96	RUBIACEAE	<i>Guettarda combsii</i>	Tasta'ab	Árbol	
97	RUBIACEAE	<i>Guettarda elliptica</i>	Kibche	Árbol	
98	RUBIACEAE	<i>Psychotria nervosa</i>	X-k'anan, café	Arbustiva	
99	RUBIACEAE	<i>Psychotria pubescens</i>	X-yax k'anan	Arbustiva	
100	RUBIACEAE	<i>Randia aculeata</i>	Randia	Árbol	
101	RUBIACEAE	<i>Randia longiloba</i>	Ralo	Árbol	
102	RUTACEAE	<i>Casimiroa tetrameria</i>	Yuy	Árbol	
103	RUTACEAE	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranja che	Árbol	
104	RUTACEAE	<i>Pilocarpus racemosus</i>	Tamkasché	Árbol	
105	RUTACEAE	<i>Psychotria nervosa</i>	Café de monte	Herbácea	
106	RUTACEAE	<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	Sinanche	Árbol	
107	SAPINDACEAE	<i>Cardiospermum halicacabum</i>	P'aak ak'	Trepadora	
108	SAPINDACEAE	<i>Cupania dentata</i>	Cude	Árbol	
109	SAPINDACEAE	<i>Exothea diphylla</i>	Wayam kox	Árbol	
110	SAPINDACEAE	<i>Blomia prisca</i>	Arbol de sol	Árbol	

111	SAPINDACEAE	<i>Serjania sp</i>		Trepadora	
112	SAPINDACEAE	<i>Talisia olivaeformis</i>	Huaya	Árbol	
113	SAPINDACEAE	<i>Thouinia paucidentata</i>	Kanchunup	Árbol	
114	SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Chi' keej	Árbol	
115	SAPOTACEAE	<i>Crysophyllum caimito</i>	Caimito	Árbol	
116	SAPOTACEAE	<i>Dipholis salicifolia</i>	Sapote faisán	Árbol	
117	SAPOTACEAE	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	Árbol	
118	SAPOTACEAE	<i>Mastichodendron foetidissimum</i>	Caracolillo	Árbol	
119	SAPOTACEAE	<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	Árbol	
120	SAPOTACEAE	<i>Pouteria reticulata</i>	Sapotillo	Árbol	
121	SAPOTACEAE	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Chak ya'	Árbol	
122	SIMAROUBACEAE	<i>Picramnia antidesma</i>	K'aanchik'in ché	Arbustiva	
123	SIMAROUBACEAE	<i>Simaruba glauca</i>	Negrito	Árbol	
124	SMILACACEAE	<i>Smilax mollis</i>	Ts'ay keej	Trepadora	
125	VERBENACEAE	<i>Callicarpa acuminata</i>	Xpukin	Arbustiva	
126	VERBENACEAE	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnik	Árbol	
127	VITACEAE	<i>Cissus gossypifolia</i>	Ta'ab kanil	Trepadora	
128	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 e incorporación que corresponde a individuos que presentaron diámetros menores a 3 cm, registradas en las unidades de muestreo de 5 m². En total se registró 10 especies que corresponden al estrato de regeneración.

Cuadro 9. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato herbáceo área del predio de individuos con un DN menor de 3 cm.

Especie	Nombre común	No./Ind	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Valor de Importancia Relativa
<i>Randia aculeata</i>	RANDIA	2	10.5	16.7	27.2
<i>Picramnia antidesma</i>	K'AANCHIK'IN CHÉ	3	15.8	8.3	24.1
<i>Parathesis cubana</i>	PACU	1	5.3	8.3	13.6
<i>Hippocratea sp</i>	HOJA DURA	2	10.5	8.3	18.9
<i>Sabal japa</i>	HUANO	1	5.3	8.3	13.6
<i>Malvaviscus arboreus</i>	TULIPAN	3	15.8	16.7	32.5
<i>Eugenia sp.</i>	EUGENIA	1	5.3	8.3	13.6
<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	1	5.3	8.3	13.6
<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	3	15.8	8.3	24.1

<i>Bromelia alsodes</i>	DZALBAY	2	10.5	8.3	18.9
	TOTALES	19	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 individuos que presentaron diámetros de 3 a 9.9 cm de diámetro, registradas en las unidades de muestreo de 100 m². En total se registró 30 especies.

De acuerdo con los datos obtenidos, la especie con el valor de importancia relativa más alta es la especie Chaca con 37.9%, le sigue *Fipe* con el 26.1% y *Huyakte* con el 25.1% con respecto al total del VIR.

Cuadro 10. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbustivo área del predio (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>Ficus máxima</i>	AKUM	1	0.855	2.000	1.49	4.3
<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	2	1.709	2.000	2.72	6.4
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	6	5.128	6.000	2.72	13.8
<i>Bursera simaruba</i>	CHACAH	16	13.675	6.000	18.26	37.9
<i>Calyptanthes pallens</i>	CHACNI	2	1.709	2.000	2.72	6.4
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	5	4.274	6.000	2.72	13.0
<i>Diospyros cuneata</i>	DICU	1	0.855	2.000	0.46	3.3
<i>Diospyros verae-crucis</i>	DIVE	1	0.855	2.000	0.44	3.3
<i>Gymnopodium floribundum</i>	DZIDZILCHE	10	8.547	6.000	5.83	20.4
<i>Drypetes lateriflora</i>	EKULUB	1	0.855	2.000	0.56	3.4
<i>Malmea depressa</i>	ELEMUY	1	0.855	2.000	0.27	3.1
<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	10	8.547	4.000	13.59	26.1
<i>Talisia olivaeformis</i>	HUAYA	3	2.564	4.000	0.78	7.3
<i>Malpighia glabra</i>	HUAYAKTE	1	0.855	2.000	0.31	3.2
<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	12	10.256	2.000	12.82	25.1
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANAZIN	5	4.274	4.000	7.77	16.0
<i>Pouteria campechiana</i>	KANISTE	3	2.564	2.000	0.78	5.3
<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	1	0.855	2.000	0.27	3.1
<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	7	5.983	6.000	2.33	14.3
<i>Simaruba glauca</i>	PAZAK	2	1.709	4.000	1.94	7.7
<i>Colubrina sp</i>	PIMIENTILLO	1	0.855	2.000	0.27	3.1
<i>Blomia prisca</i>	SAPINDACIA	1	0.855	2.000	0.40	3.3
<i>Zuelania guidonia</i>	TAMAY	4	3.419	6.000	3.50	12.9
<i>Guettarda combsii</i>	TASTAB	1	0.855	2.000	2.58	5.4
<i>Neea psychotrioides</i>	TATSI	3	2.564	4.000	1.94	8.5
<i>Casearia corymbosa</i>	XIMCHE	6	5.128	4.000	2.72	11.8

<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	8	6.838	6.000	8.55	21.4
<i>Dendropanax arboreus</i>	ZACCHACAH	1	0.855	2.000	0.59	3.4
<i>Pouteria reticulata</i>	ZAPOTILLO	1	0.855	2.000	0.37	3.2
<i>Acacia cornigera</i>	ZUBIN	1	0.855	2.000	0.29	3.1
	TOTALES	117	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 21 especies arbóreas, se puede observar que las especies *Bursera simaruba*, *Vitex gaumeri* y *Piscidia piscipula* obtuvieron los valores más altos de VIR. Todas ellas características de selva mediana subpernifolia.

Cuadro 11. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbóreo área del predio de 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>Ficus máxima</i>	AKUM	2	2.00	5.71	1.95	9.66
<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	1	1.00	2.86	0.59	4.45
<i>Bursera simaruba</i>	CHACAH	22	22.00	8.57	17.48	48.05
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	6	6.00	8.57	6.86	21.43
<i>Spondias purpurea</i>	CIRUELA	1	1.00	2.86	1.02	4.88
<i>Protium copal</i>	COPAL	1	1.00	2.86	0.77	4.63
<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	1	1.00	2.86	0.67	4.53
<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	10	10.00	8.57	8.14	26.71
<i>Hippocratea sp</i>	HOJA DURA	2	2.00	2.86	1.21	6.07
<i>Sabal japa</i>	HUANO	4	4.00	5.71	10.09	19.80
<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	18	18.00	5.71	16.68	40.39
<i>Pouteria campechiana</i>	KANISTE	2	2.00	5.71	1.28	8.99
<i>Swartzia cubensis</i>	KATALOX	2	2.00	2.86	1.48	6.34
<i>Simaruba glauca</i>	PAZAK	3	3.00	2.86	5.72	11.57
<i>Guettarda combsii</i>	TASTAB	1	1.00	2.86	0.58	4.44
<i>Neea psichotrioides</i>	TATSI	1	1.00	2.86	0.66	4.52
<i>Triquilia sp.</i>	TRIQUILIA	1	1.00	2.86	0.59	4.45
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	4	4.00	2.86	6.93	13.78
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	11	11.00	8.57	10.09	29.66
<i>Dendropanax arboreus</i>	ZACCHACAH	6	6.00	8.57	5.78	20.35
<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	1	1.00	2.86	1.44	5.29
		100	100.00	100.00	100.00	300.00

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 se registraron en el 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 $H=3.0$, sin embargo para el estrato arbóreo se observa una disminución considerando que el resultado fue de 2.5, siendo el estrato herbáceo el que obtuvo el valor H más bajo (2.2) que resulta ser el estrato más distribuido.

Cuadro 12. Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato herbáceo.

Nombre científico	Nombre común	No./Ind	p_i		(LNp_i)
<i>Randia aculeata</i>	RANDIA	2	0.1053	0.236978084	-2.251291799
<i>Pricramnia antidesma</i>	K'AANCHIK'IN CHÉ	3	0.1579	0.29144632	-1.84582669
<i>Parathesis cubana</i>	PACU	1	0.0526	0.154970473	-2.944438979
<i>Hippocratea sp</i>	HOJA DURA	2	0.1053	0.236978084	-2.251291799
<i>Sabal japa</i>	HUANO	1	0.0526	0.154970473	-2.944438979
<i>Malvaviscus arboreus</i>	TULIPAN	3	0.1579	0.29144632	-1.84582669
<i>Eugenia sp.</i>	EUGENIA	1	0.0526	0.154970473	-2.944438979
<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	1	0.0526	0.154970473	-2.944438979
<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	3	0.1579	0.29144632	-1.84582669
<i>Bromelia alsodes</i>	DZALBAY	2	0.1053	0.236978084	-2.251291799
		19	1.00	2.2	-1.11022E-16
			$H=$	2.2	
			$H_{max}=$	2.3	
			Equitabilidad=	0.96	

Cuadro 13. Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato arbustivo.

Nombre científico	Nombre común	No./Ind	p_i		(LNp_i)
<i>Ficus máxima</i>	AKUM	1	0.0085	0.040702341	-4.762173935
<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	2	0.0171	0.069556013	-4.069026754
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	6	0.0513	0.152328947	-2.970414466
<i>Bursera simaruba</i>	CHACAH	16	0.1368	0.272080029	-1.989585213
<i>Calypttranthes pallens</i>	CHACNI	2	0.0171	0.069556013	-4.069026754
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	5	0.0427	0.134732309	-3.152736022

<i>Diospyros cuneata</i>	DICU	1	0.0085	0.040702341	-4.762173935
<i>Diospyros verae-crucis</i>	DIVE	1	0.0085	0.040702341	-4.762173935
<i>Gymnopodium floribundum</i>	DZIDZILCHE	10	0.0855	0.210221269	-2.459588842
<i>Drypetes lateriflora</i>	EKULUB	1	0.0085	0.040702341	-4.762173935
<i>Malmea depressa</i>	ELEMUY	1	0.0085	0.040702341	-4.762173935
<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	10	0.0855	0.210221269	-2.459588842
<i>Talisia olivaeformis</i>	HUAYA	3	0.0256	0.093937478	-3.663561646
<i>Malpighia glabra</i>	HUAYAKTE	1	0.0085	0.040702341	-4.762173935
<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	12	0.1026	0.233565875	-2.277267285
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANAZIN	5	0.0427	0.134732309	-3.152736022
<i>Pouteria campechiana</i>	KANISTE	3	0.0256	0.093937478	-3.663561646
<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	1	0.0085	0.040702341	-4.762173935
<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	7	0.0598	0.168494415	-2.816263786
<i>Simaruba glauca</i>	PAZAK	2	0.0171	0.069556013	-4.069026754
<i>Colubrina sp</i>	PIMIENTILLO	1	0.0085	0.040702341	-4.762173935
<i>Blomia prisca</i>	SAPINDACIA	1	0.0085	0.040702341	-4.762173935
<i>Zuelania guidonia</i>	TAMAY	4	0.0342	0.115414686	-3.375879574
<i>Guettarda combsii</i>	TASTAB	1	0.0085	0.040702341	-4.762173935
<i>Neea psichotrioides</i>	TATSI	3	0.0256	0.093937478	-3.663561646
<i>Casearia corymbosa</i>	XIMCHE	6	0.0513	0.152328947	-2.970414466
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	8	0.0684	0.183434694	-2.682732393
<i>Dendropanax arboreus</i>	ZACCHACAH	1	0.0085	0.040702341	-4.762173935
<i>Pouteria reticulata</i>	ZAPOTILLO	1	0.0085	0.040702341	-4.762173935
<i>Acacia cornigera</i>	ZUBIN	1	0.0085	0.040702341	-4.762173935
		117	1.00	3.0	0
			H=	3.0	
			Hmax=	3.4	
			Equitabilidad=	0.88	

Cuadro 14. Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato Arbóreo.

ESPECIE	Nombre Común	No./Ind	pi		(LNpi)
<i>Ficus sp.</i>	AKUM	2	0.0200	0.07824046	-3.912023005
<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	1	0.0100	0.046051702	-4.605170186
<i>Bursera simaruba</i>	CHACAH	22	0.2200	0.333108101	-1.514127733
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	6	0.0600	0.168804643	-2.813410717
<i>Spondias purpurea</i>	CIRUELA	1	0.0100	0.046051702	-4.605170186
<i>Protium copal</i>	COPAL	1	0.0100	0.046051702	-4.605170186
<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	1	0.0100	0.046051702	-4.605170186
<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	10	0.1000	0.230258509	-2.302585093
<i>Hippocratea sp</i>	HOJA DURA	2	0.0200	0.07824046	-3.912023005

<i>Sabal japa</i>	HUANO	4	0.0400	0.128755033	-3.218875825
<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	18	0.1800	0.308663717	-1.714798428
<i>Pouteria campechiana</i>	KANISTE	2	0.0200	0.07824046	-3.912023005
<i>Swartzia cubensis</i>	KATALOX	2	0.0200	0.07824046	-3.912023005
<i>Simaruba glauca</i>	PAZAK	3	0.0300	0.105196737	-3.506557897
<i>Guettarda combsii</i>	TASTAB	1	0.0100	0.046051702	-4.605170186
<i>Neea psychotrioides</i>	TATSI	1	0.0100	0.046051702	-4.605170186
<i>Triquilia sp.</i>	TRIQUILIA	1	0.0100	0.046051702	-4.605170186
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	4	0.0400	0.128755033	-3.218875825
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	11	0.1100	0.24280024	-2.207274913
<i>Dendropanax arboreus</i>	ZACCHACAH	6	0.0600	0.168804643	-2.813410717
<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	1	0.0100	0.046051702	-4.605170186
		100	1.00	2.5	2.22045E-16
			H=	2.5	
			Hmax=	3.0	
			Equitabilidad=	0.82	

IV.2.3.5 Tipos de fauna en el Sistema Ambiental.

La caracterización de la fauna en el sistema ambiental, 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.

La metodología empleada para el reconocimiento de los vertebrados terrestres se fundamenta en los trabajos de Acosta-Aburto (2001), Aranda-Sánchez (1981), Day et al. (1980), Gaviño et al. (1979), Manzanilla y 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 (1996), Mackinnon (1986), Peterson and Chalif (1993), López-Ornat (1990), NGS (1995) y Navarro et al. (1990).

El reconocimiento de la fauna de vertebrados terrestres se realizó a partir de observaciones directas e indirectas. En todos los casos, las observaciones y registros se realizaron en un área de mayor extensión que la del predio; con la finalidad de obtener una mayor cobertura en los resultados. Con base en dichas técnicas, se elaboró el listado de la fauna del predio y sus inmediaciones. Las técnicas específicas empleadas para la identificación de las especies por grupo de fauna (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) se describen a continuación.

Herpetofauna.- En el caso de la herpetofauna se realizaron recorridos y se llevó a cabo un método combinado de búsqueda y detección. Este método permite desarrollar una lista de especies de un tipo de hábitat. No se realizaron capturas ni sacrificios de organismos, ya que el

objetivo del estudio implicó únicamente la identificación en campo de los mismos, por lo que se recurrió únicamente al método de observación directa. Se realizaron recorridos a pie, diurnos, a través de las brechas existentes en el área, para registrar todos los anfibios y reptiles observados. Se llevó a cabo una búsqueda de anfibios y reptiles en los microhábitats a lo largo de los senderos establecidos en el predio, revisando restos vegetales, rocas, cuevas, troncos, etc. Durante los recorridos a través del área se trataron de observar huellas características que dejan algunos organismos al desplazarse. Así también se buscaron algunas señales que indican la presencia de estos organismos, tales como mudas, restos óseos, etc. Todas estas técnicas empleadas permiten verificar la ocurrencia (presencia) de especies en el área y son las más recomendadas para tal efecto.

Avifauna.- Para las aves se utilizaron binoculares para su observación a distancia y para determinar las especies se emplearon claves especializadas. Este método permite desarrollar una lista de especies en un tipo de hábitat. Se realizaron también registros de ejemplares observados durante todos los trabajos de campo relativos a flora. El objetivo de este estudio es registrar la ocurrencia (presencia) de las especies en el área, para lo cual la técnica empleada de observación directa cumple tal fin. El método utilizado por observación directa corresponde tanto a observaciones con ayuda de binoculares y fotografías, como al registro de sonidos como cantos y llamados de las aves. Toda la información fue verificada con la ayuda de guías de identificación de aves.

Mastofauna.- Se utilizó el método de observación directa, detección de rastros y huellas. Estos métodos permiten identificar la presencia de diversas especies en un tipo de hábitat. Al igual que para el muestreo de aves, se realizaron recorridos a pie a lo largo de todo el predio, para registrar los mamíferos observados. Sin embargo, dada la sensibilidad de los mamíferos para percibir la presencia humana por el olfato u oído, estos huyen o se esconden rápidamente, lo cual dificulta o imposibilita su observación, siendo pocos los que logran ser observados y/o identificados. Es por ello que se recurre al método de muestreo a través de rastros y huellas. Considerando lo anterior, se llevó a cabo la búsqueda de rastros a lo largo de las brechas, durante los recorridos hechos para la observación directa e indirecta de mamíferos, registrando todos aquellas especies que pudieran identificarse mediante dichos rastros.

Durante los recorridos hechos para la realización de la presente caracterización se pudo constatar que en general la fauna silvestre no es muy abundante, debido sin duda a la fragmentación del medio natural por los procesos de urbanización. Las aves que fueron las más abundantes por ser las más conspicuas, se observaron en su mayoría especies comunes en zonas pobladas y que hacen sus recorridos por el lugar en busca de alimento, la mayoría fueron observadas en tránsito o alimentándose. De total de las especies registradas, se puede decir que los anfibios, los reptiles y los pequeños mamíferos son residentes en las áreas donde aún se conserva vegetación natural; las aves seguramente sólo utilizan los recursos como parte de un área más grande que permite satisfacer sus necesidades básicas de subsistencia.

Para la identificación de la fauna reportada en el área de influencia de este proyecto correspondiente a la zona urbana del centro de población Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad Quintana Roo, se realizó una revisión de fuentes secundarias en gabinete que consistió en la revisión bibliográfica sobre estudios realizados en la zona a fin de contar con un listado lo más completo posible.

Se estima en al menos se observaron 3 anfibios, 11 especies de reptiles, 58 especies de aves y 9 especies de mamíferos, considerando fundamentalmente a aquellas especies ampliamente distribuidas y frecuentemente reportadas para la región.

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

NUM.	ESPECIE	NOMBRE COMUN	REPORTADO PARA LA ZONA	HÁBITOS
Anfibios				
1	<i>Bufo baliceps</i>	Sapo	X	Terrestre y acuático
2	<i>Bufo marinus</i>	Sapo	X	Terrestre y acuático
3	<i>Hypopachus variolosus</i>	Sapo	X	Terrestre
Reptiles				
1	<i>Cnemidophorus angusticeps</i>	Lagartija	X	Terrestre
2	<i>Cnemidophorus rodecki</i>	Lagartija	X	Terrestre
3	<i>Coniophanes imperialis</i>	Culebra rayada	X	Terrestre
4	<i>Conophis lineatus</i>	Culebra	X	Terrestre
5	<i>Crotalus durisus</i>	Cascabel	X	Terrestre
6	<i>Leptodeira frenata</i>	Ranera	X	Terrestre
7	<i>Leptophis mexicanus</i>	Ranera	X	Terrestre, arborícola
8	<i>Micrurus diastema</i>	Coralillo	X	Terrestre
9	<i>Vasiliscus vitatus</i>	Toloke	X	Terrestre
10	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris	X	Terrestre
11	<i>Boa constrictor</i>	Boa	X	Terrestre
Aves				
1	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo	X	Terrestre
2	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	X	Terrestre
3	<i>Amazona xantholora</i>	Loro yucateco	X	Terrestre
4	<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera	X	Terrestre
5	<i>Buteo nitidus</i>	Gavilán gris	X	Terrestre
6	<i>Cardinalis cardinales</i>	Cardenal	X	Terrestre
7	<i>Cathartes aura</i>	Aura cabecirroja	X	Terrestre
8	<i>Centurus pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	X	Terrestre
9	<i>Colinus nigrogularis</i>	Torcacita	X	Terrestre
10	<i>Columba flavirostris</i>	Paloma morada	X	Terrestre
11	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita común	X	Terrestre
12	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza	X	Terrestre
13	<i>Conopus cinereus</i>	Mosquero	X	Terrestre

14	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	X	Terrestre
15	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	X	Terrestre
16	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>		X	Terrestre
17	<i>Cyanocorax morio</i>	Pea	X	Terrestre
18	<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	X	Terrestre
19	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	X	Terrestre
20	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón cejirrufo	X	Terrestre
21	<i>Dendroica dominica</i>	Chipe garganta amarilla	X	Terrestre
22	<i>Dendroica petechia</i>	Chipee amarillo	X	Terrestre
23	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	X	Terrestre
24	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	X	Terrestre
25	<i>Dumetella carolinensis</i>	Pájaro gato	X	Terrestre
26	<i>Eucomettis penicillata</i>	Tángara cabecigris	X	Terrestre
27	<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto corona azul	X	Terrestre
28	<i>Euphonia affinis</i>	Monjita	X	Terrestre
29	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolotito bajoño	X	Terrestre
30	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	X	Terrestre
31	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero cuculador	X	Terrestre
32	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de altamira	X	Terrestre
33	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma	X	Terrestre
34	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frentidorado	X	Terrestre
35	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle	X	Terrestre
36	<i>Momotus momota</i>	Momoto cabeza negra	X	Terrestre
37	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Copetón tirano	X	Terrestre
38	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Mosquero	X	Terrestre
39	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	X	Terrestre
40	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	X	Terrestre
41	<i>Passerina ciris</i>	Mariposo	X	Terrestre
42	<i>Piaya cayana</i>	Cuco	X	Terrestre
43	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero listado	X	Terrestre
44	<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	X	Terrestre
45	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	X	Terrestre
46	<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita	X	Terrestre
47	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	X	Terrestre
48	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador grisáceo	X	Terrestre
49	<i>Setophaga citrina</i>	Chipe encapuchado	X	Terrestre
50	<i>Setophaga ruticilla</i>	Pavito migratorio	X	Terrestre
51	<i>Sporophila torqueola</i>	Dominico	X	Terrestre
52	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará barrado	X	Terrestre
53	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Saltapared de carolina	X	Terrestre
54	<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared sureño	X	Terrestre
55	<i>Turdus grayi</i>	Ruiseñor	X	Terrestre

56	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	X	Terrestre
57	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	X	Terrestre
58	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	X	Terrestre
Mamíferos				
1	<i>Agouti paca</i>	Tepezcuintle	X	Terrestre
2	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murcielago ciricotero	X	Terrestre, cabernas
3	<i>Dasiprocta punctata</i>	Sereque	X	Terrestre
4	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache	X	Terrestre, arborícola
5	<i>Nasua narica</i>	Tejón	X	Terrestre
6	<i>Sciurus spp</i>	Ardilla	X	Terrestre
7	<i>Tayasu tajacu</i>	Pecarí de collar	X	Terrestre
8	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	X	Terrestre
9	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	X	Terrestre

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 Sistema ambiental. Los resultados por grupo se presentan en los siguientes cuadros.

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

Registro	Anfibios	Nombre	D-muestra	Pi	$-(pi)(\log_2 pi)$	(LNpi)
1	<i>Bufo baliceps</i>	Sapo	2	0.4000	0.366516293	-0.916290732
2	<i>Bufo marinus</i>	Sapo	2	0.4000	0.366516293	-0.916290732
3	<i>Hypopachus variolosus</i>	Sapo	1	0.2000	0.321887582	-1.609437912
			5	1.00	1.1	0
				H=	1.1	
				Hmax=	1.1	
				Equitabilidad=	0.96	

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

Registro	Reptiles	Nombre	D-muestra	Pi	$-(pi)(\log_2 pi)$	(LNpi)
1	<i>Cnemidophorus angusticeps</i>	Lagartija	2	0.1176	0.25177249	-2.140066163
2	<i>Cnemidophorus rodecki</i>	Lagartija	2	0.1176	0.25177249	-2.140066163
3	<i>Coniophanes imperialis</i>	Culebra rayada	1	0.0588	0.166659608	-2.833213344
4	<i>Conophis lineatus</i>	Culebra	1	0.0588	0.166659608	-2.833213344
5	<i>Crotalus durisus</i>	Cascabel	1	0.0588	0.166659608	-2.833213344
6	<i>Leptodeira frenata</i>	Ranera	1	0.0588	0.166659608	-2.833213344
7	<i>Leptophis mexicanus</i>	Ranera	1	0.0588	0.166659608	-2.833213344
8	<i>Micrurus diastema</i>	Coralillo	3	0.1765	0.306106069	-1.734601055
9	<i>Vasiliscus vitatus</i>	Toloke	1	0.0588	0.166659608	-2.833213344

10	<i>Ctenosaura similis</i>	<i>Iguana gris</i>	2	0.1176	0.25177249	-2.140066163
11	<i>Boa constrictor</i>	Boa	2	0.1176	0.25177249	-2.140066163
			17	1.00	2.3	0
				H=	2.3	
				Hmax=	2.4	
				Equitabilidad=	0.96	

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

Registro	Aves	Nombre	D-muestra	Pi	-(pi)(log2pi)	(LNpi)
1	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo	3	0.0229	0.08648668	-3.776585035
2	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	2	0.0153	0.063848094	-4.182050143
3	<i>Amazona xantholora</i>	Loro yucateco	1	0.0076	0.037215247	-4.875197323
4	<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera	2	0.0153	0.063848094	-4.182050143
5	<i>Buteo nitidus</i>	Gavilán gris	2	0.0153	0.063848094	-4.182050143
6	<i>Cardinales cardinales</i>	Cardenal	2	0.0153	0.063848094	-4.182050143
7	<i>Cathartes aura</i>	Aura cabecirroja	1	0.0076	0.037215247	-4.875197323
8	<i>Centurus pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	2	0.0153	0.063848094	-4.182050143
9	<i>Colinus nigrogularis</i>	Torcacita	3	0.0229	0.08648668	-3.776585035
10	<i>Columba flavirostris</i>	Paloma morada	1	0.0076	0.037215247	-4.875197323
11	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita común	4	0.0305	0.106531388	-3.488902962
12	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza	2	0.0153	0.063848094	-4.182050143
13	<i>Conopus cinereus</i>	Mosquero	3	0.0229	0.08648668	-3.776585035
14	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	1	0.0076	0.037215247	-4.875197323
15	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	1	0.0076	0.037215247	-4.875197323
16	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>		2	0.0153	0.063848094	-4.182050143
17	<i>Cyanocorax morio</i>	Pea	5	0.0382	0.124647306	-3.265759411
18	<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	2	0.0153	0.063848094	-4.182050143
19	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	1	0.0076	0.037215247	-4.875197323
20	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón cejirrufo	4	0.0305	0.106531388	-3.488902962
21	<i>Dendroica dominica</i>	Chipe garganta amarilla	2	0.0153	0.063848094	-4.182050143
22	<i>Dendroica petechia</i>	Chipee amarillo	1	0.0076	0.037215247	-4.875197323
23	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	1	0.0076	0.037215247	-4.875197323
24	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	4	0.0305	0.106531388	-3.488902962
25	<i>Dumetella carolinensis</i>	Pájaro gato	2	0.0153	0.063848094	-4.182050143
26	<i>Eucomettis penicillata</i>	Tángara cabecigris	1	0.0076	0.037215247	-4.875197323
27	<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto corona azul	1	0.0076	0.037215247	-4.875197323
28	<i>Euphonia affinis</i>	Monjita	2	0.0153	0.063848094	-4.182050143
29	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolotito bajoño	1	0.0076	0.037215247	-4.875197323
30	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	3	0.0229	0.08648668	-3.776585035
31	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero cuculador	3	0.0229	0.08648668	-3.776585035

32	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de altamira	1	0.0076	0.037215247	-4.875197323
33	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma	1	0.0076	0.037215247	-4.875197323
34	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frentidorado	3	0.0229	0.08648668	-3.776585035
35	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle	5	0.0382	0.124647306	-3.265759411
36	<i>Momotus momota</i>	Momoto cabeza negra	1	0.0076	0.037215247	-4.875197323
37	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Copetón tirano	4	0.0305	0.106531388	-3.488902962
38	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Mosquero	2	0.0153	0.063848094	-4.182050143
39	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	1	0.0076	0.037215247	-4.875197323
40	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	5	0.0382	0.124647306	-3.265759411
41	<i>Passerina ciris</i>	Mariposo	4	0.0305	0.106531388	-3.488902962
42	<i>Piaya cayana</i>	Cuco	2	0.0153	0.063848094	-4.182050143
43	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero listado	1	0.0076	0.037215247	-4.875197323
44	<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	1	0.0076	0.037215247	-4.875197323
45	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	2	0.0153	0.063848094	-4.182050143
46	<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita	2	0.0153	0.063848094	-4.182050143
47	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	5	0.0382	0.124647306	-3.265759411
48	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador grisáceo	3	0.0229	0.08648668	-3.776585035
49	<i>Setophaga citrina</i>	Chipe encapuchado	1	0.0076	0.037215247	-4.875197323
50	<i>Setophaga ruticilla</i>	Pavito migratorio	1	0.0076	0.037215247	-4.875197323
51	<i>Sporophila torqueola</i>	Dominico	3	0.0229	0.08648668	-3.776585035
52	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará barrado	5	0.0382	0.124647306	-3.265759411
53	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Saltapared de carolina	1	0.0076	0.037215247	-4.875197323
54	<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared sureño	5	0.0382	0.124647306	-3.265759411
55	<i>Turdus grayi</i>	Ruiseñor	2	0.0153	0.063848094	-4.182050143
56	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	3	0.0229	0.08648668	-3.776585035
57	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	1	0.0076	0.037215247	-4.875197323
58	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	1	0.0076	0.037215247	-4.875197323
			131	1.00	3.9	4.44089E-16
				H=	3.9	
				Hmax=	4.0	
				Equitabilidad=	0.96	

Cuadro 19. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Mamíferos

Registro	Mamíferos	Nombre	D-muestra	Pi	-(pi)(log2pi)	(LNpi)
1	<i>Agouti paca</i>	Tepezcuittle	2	0.0909	0.217990479	-2.397895273
2	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murcielago ciricotero	2	0.0909	0.217990479	-2.397895273

3	<i>Dasiprocta punctata</i>	Sereque	2	0.0909	0.217990479	-2.397895273
4	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache	4	0.1818	0.309954199	-1.704748092
5	<i>Nasua narica</i>	Tejón	4	0.1818	0.309954199	-1.704748092
6	<i>Sciurus spp</i>	Ardilla	3	0.1364	0.271695022	-1.992430165
7	<i>Tayasu tajacu</i>	Pecari de collar	2	0.0909	0.217990479	-2.397895273
8	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	1	0.0455	0.14050193	-3.091042453
10	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	2	0.0909	0.217990479	-2.397895273
			22	1.00	2.1	0
				H=	2.1	
				Hmax=	2.2	
				Equitabilidad=	0.97	

Como se puede observar en los cuadros anteriores, el grupo de las aves obtuvo el valor H más alto con 3.9 que se considera alto, en tanto que los reptiles y los mamíferos obtuvieron un índice H de 2.3 y 2.1 considerado bajo, asimismo, los anfibios obtuvieron un índice de 1.1 muy bajo en razón a que sólo se registraron tres especies. La equitatividad resultó muy similar en todos los grupos.

En este sistema ambiental se verificó la presencia de un reducido número de especies de fauna silvestre (82 especies) que representan el 3.3% y el 4.2% reconocido para la Península y el Estado, respectivamente (Pozo 2011). Esta reducida representación proporcional, así como los valores de abundancia relativa obtenidos y los índices de diversidad estimados, se deben a las condiciones de aislamiento del predio, a la presencia humana permanente y por el reducido periodo de muestreo.

Las 4,374.6 hectáreas de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia que se encuentra presente en el sistema ambiental definido para el proyecto, mismo que representa el 85 %, según (Carta de Vegetación y Uso del Suelo, Serie V del INEGI), únicamente se afectara de manera puntual por la implementación del proyecto el 0.41 % de la vegetación secundaria de selva, considerando lo anterior y mediante la información obtenida, se tiene que no se compromete a la biodiversidad, toda vez que al permanecer 4,356.58 hectáreas de selva con desarrollo secundario, esto garantiza la permanencia de la vegetación y por consiguiente la permanencia de la fauna en una amplia extensión.

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.

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 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, Habitacional MCR, Mixto Barrial (MB 1) y Parque Lineal (PL).

Por su naturaleza, el proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 492" se encuentra clasificado como un Desarrollo Habitacional Urbano y pretende llevar a cabo la construcción de 1168 unidades habitacionales interés social sobre una superficie total de 18.02 hectáreas, con una densidad habitacional de 58.31 viv/ha. El desarrollo habitacional contemplará viviendas de Interés Social Tipo 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.

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-Litosoles. 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

Para el análisis de éste recurso natural, se procedió a realizar un estudio sobre la composición y estructura de la vegetación que se desarrolla en el predio del proyecto, para el trabajo de campo se identificaron los límites del predio, verificando los vértices. Durante el estudio de vegetación, los círculos de muestreo se ubicaron en campo con la ayuda de un GPS marca Garmin, Datum WGS-84. La colecta de datos para la caracterización de la vegetación de este predio, se realizó en dos etapas. El trabajo de gabinete consistió en la recopilación de

información técnica en fuentes secundarias y la revisión de estudios de vegetación realizados en Quintana Roo. Durante el trabajo de campo se obtuvieron fotografías del predio y se realizaron recorridos por la vegetación tomando evidencias de usos y perturbaciones en la vegetación.

El listado de las especies observadas dentro del predio se preparó de acuerdo con la nomenclatura propuesta por Carnevalli et al., (2010), avalado por CONABIO y se ordenó alfabéticamente por familias y especies. Se incluyen las categorías de forma de vida correspondientes a cada especie y las categorías de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Así como el listado reportado para la Península de Yucatán (Sosa, et al. 1985).

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 shannon-wiener para el predio se utilizaron 3 sitios de muestreo en donde se registran individuos de los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo. Dichos cálculos corresponden a la superficie de cambio de uso de suelo. Las unidades de muestreo consistieron en unidades circulares o sitios circulares con subunidades concéntricos de diferentes dimensiones.

El tamaño de cada unidad de muestreo consistió en una unidad de 500 m², con subunidades concéntricos 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 20.

Cuadro 20. Parámetros establecidos para la toma de datos en cada uno de los sitios de muestreo.

<i>Tamaño de unidad y sub-unidad</i>	<i>Parámetros para la toma de datos</i>
Sitio de 500 m ² Radio de 12.6 m	Se tomaron los datos de todos aquellos individuos con diámetro normal mayor igual a 10 cm. (Estrato arbóreo).
Sitio de 100 m ² Radio de 5.64 m	Se tomaron los datos de todos aquellos individuos juveniles y arbustos que tengan diámetro normal en el rango de 3 cm y menor a 9.9 cm. (Estrato arbustivo).
Sitio de 5 m ² Radio de 1.26 m	Se registra la información correspondiente a la regeneración natural de las especies presentes que se encuentren desarrollando a nivel de estrato herbáceo.

Los sitios de muestreo que se establecieron para medir la riqueza en el predio y por consecuente en la superficie propuesta de CUSTF como se ha mencionado se realizaron en 6 sitios. En el cuadro 21 y figura 14, se presentan las coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo.

Cuadro 21. Coordenadas en UTM de los sitios de muestreo empleados durante el levantamiento de datos en campo dentro del predio. Datum WGS-84 México.

<i>Núm. Sitio</i>	<i>Coordenadas geográficas (UTM, GWS-84 16Q)</i>	
	<i>X</i>	<i>Y</i>
1	487224	2286006

2	487115	2285852
3	487009	2285715

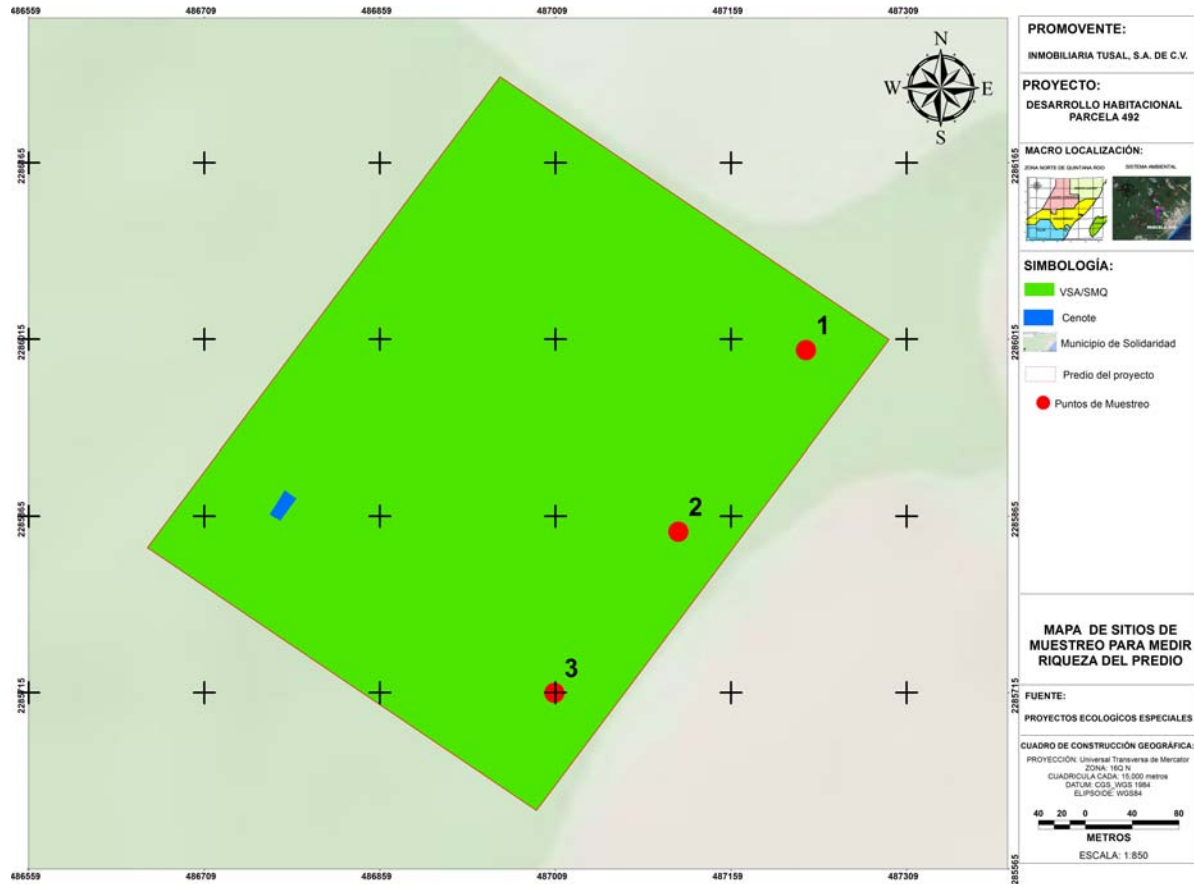


Figura 14. Distribución de las 3 unidades de muestreo para evaluar la diversidad florística dentro del predio.

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

- La densidad relativa ($DR = \text{número de individuos de cada especie} / \text{número total de individuos} \times 100$).
- La frecuencia relativa ($FR = \text{frecuencia de cada especie} / \text{frecuencia total de todas las especies} \times 100$).
- La dominancia relativa ($DMR = \text{dominancia de cada especie} / \text{dominancia de todas las especies} \times 100$) se calculó el área basal de cada especie a partir de la sumatoria del área basal de cada individuo ($\text{diámetro al cuadrado} \times 3.1416/4$).
- Por último, se estimó el valor de importancia relativa de cada especie ($VIR = DR + FR + DMR$).

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

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

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

Donde:

H' = contenido de la información de la muestra.

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

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

Índice de Equidad de Pielou.

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

Donde:

E = Equidad

H = Diversidad de especies

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

Los factores ambientales y antropogénicos que han afectado al área, se analizaron 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; así mismo, 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.

La vegetación forestal que se encuentra presente corresponde a vegetación secundaria arbórea de Selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ), cubriendo toda la superficie, 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 de avanzada madurez, en donde el arbolado adulto es predominante por lo que el dosel es cerrado, existiendo pocos 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 *Metopium brownei*, *Vitex gaumeri*, *Lysiloma latisiliquum*, *Simaruba glauca*, *Vitex gaumeri*, *Pouteria campechiana*, *Manilkara zapota*, *Coccoloba spicata*, *Ficus cotinifolia*, *Swartzia cubensis*, *Dendropanax arboreus*, *Bursera simaruba* 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.

- **Estrato arbóreo.** Los resultados del inventario forestal al interior del predio; arrojan un diámetro promedio de 13.38 cm para las especies que componen éste estrato, siendo el diámetro mayor registrado con un individuo de 36.4 cm correspondiente a la especie *Lysiloma latisiliquum* (*Tsalam*) por lo que fue el único individuo existente mayor a 30 cm de diámetro, en tanto que el diámetro menor fue de 10 cm correspondiente a varias especies entre ellas especies *Bursera simaruba* (chacah), *Metopium brownei* (Chechem negro), *Lysiloma latisiliquum* (*Tsalam*), los individuos que integran este estrato presentan un follaje reducido por lo que el dosel generalmente no se encuentra completamente cerrado. La altura promedio del arbolado es de 7.72 metros, siendo la altura máxima registrada en los sitios de muestreo de 11 metros correspondiente a una de las especies de ficus (Álamo); mientras que la altura menor registrada fue de 3 metros correspondiente a un individuo de la especie *Ficus máxima* (Akum) y a un individuo de *Piscidia piscipula* (Jabin), en este estrato se encontraron aproximadamente 707 individuos por hectárea con un área basal de 10.63 m²/ha. Entre las especies más

representativas de éste estrato destacan *Lysiloma latisiliquum* (Tsalam), *Piscidia piscipula* (Jabin) y *Bursera simaruba* (Chaca rojo).

- **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, sin embargo se puede observar que la altura promedio es de 5.39 metros, siendo la altura máxima registrada de 9.5 m correspondiente a una especie de *Piscidia piscipula*; y la altura mínima de 1.5 m perteneciente a las especies *Crysophillum caimito* y *Colubrina sp*), la mayor parte de los individuos su desarrollo se encuentra entre los 2 a 6 metros de altura, se encontró un total aproximado de 4,650 individuos por hectárea con un área basal de 11.32 m²/ha. Entre las especies con más valor de importancia se encuentran *Bursera simaruba* (Chaca rojo), *Neea psychotrioides* (Tatsi) y *Lonchocarpus rugosus* (Kanasin).

- **Estrato herbáceo.** Se trata del estrato mejor representado compuesto generalmente por un alto número de individuos con aproximadamente 10,333 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*, *Bursera simaruba*, *Diospyros verae-crucis*, *Malmea depressa*, *Eugenia sp.*, *Ficus obtusifolia*, *Hippocratea sp.*, *Sabal japa*, *Talisia olivaeformis*, *Lonchocarpus rugosus*, *Thouinia paucidentata*, *Bauhinia jennindsii*, *Nectandra coriácea*, *Simaruba glauca*, *Bauhinia divaricata* entre otras.

Cuadro 22. Valores del número de individuos por hectárea, altura máxima, altura promedio y DAP por grupo diamétrico de la Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

Valores Promedio	Estratos		
	Herbáceo	Arbustivo	Arbóreo
Individuos/ha	10333	4650	707
Individuos/Muestreo	31	279	212
Altura máxima (m)	0.9	9.5	11
Altura promedio (m)	0.52	5.39	7.72
DAP promedio (cm)	---	5.24	13.38
DAP máximo (cm)	---	9.8	36.4
AB m ² /ha	---	11.32	10.63

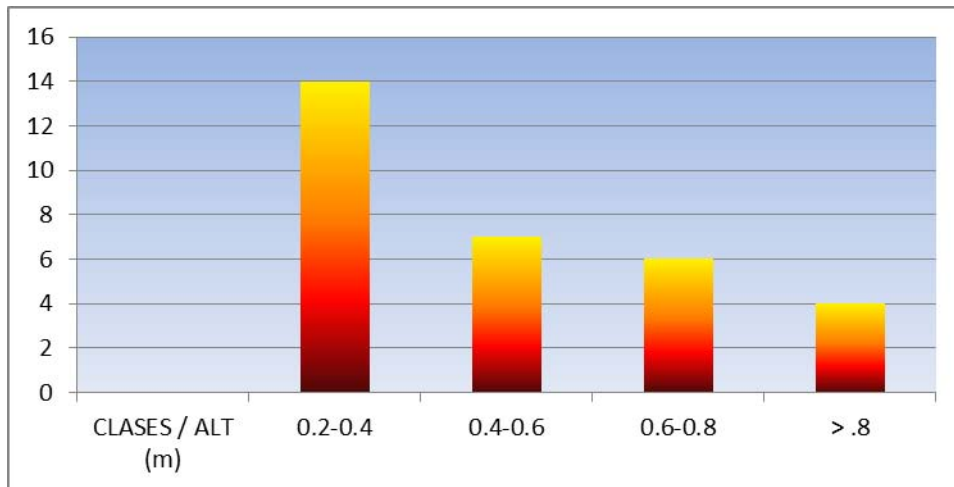


Figura 15. Distribución de la altura en el estrato herbáceo

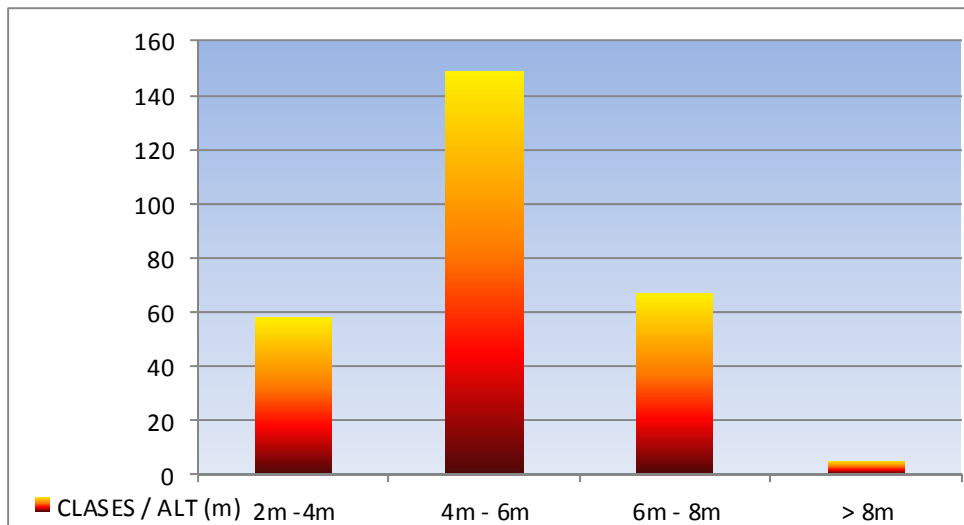


Figura 16. Distribución de la altura en el estrato arbustivo

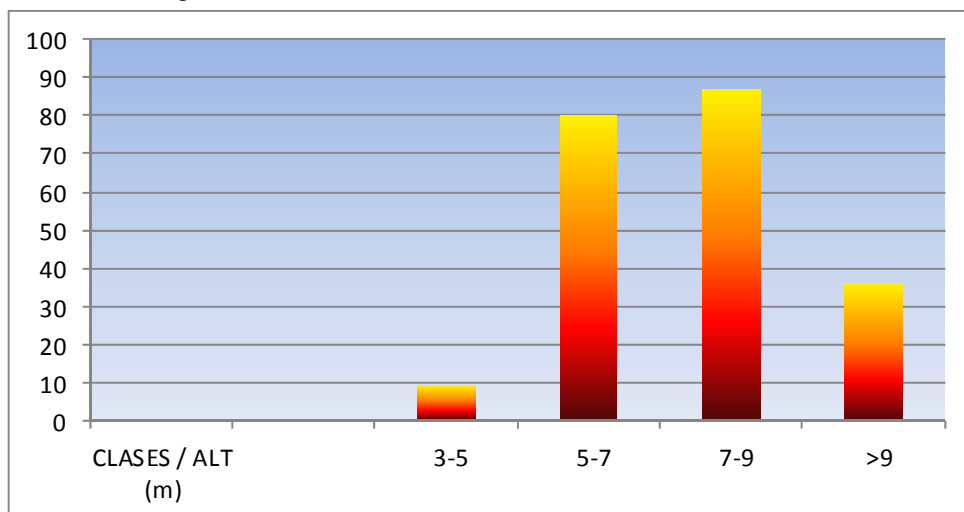


Figura 17. Distribución de la altura en el estrato arbóreo

Estimación del Área basal

Con respecto al área basal considerando tanto los totales, se estima que existen 21.95 metros cuadrados por hectárea, de los cuales 11.32 m²/ha corresponde a los individuos con diámetros de 3 cm a 10 cm, por lo que se considera que el estrato de regeneración contribuye con el 51.5 % del área basal total por hectárea; mientras que las clases diamétricas de 10 cm de diámetro en adelante se reparten el área basal contribuyendo con el 48.5%. 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) contribuyendo con 17.33 m²/ha. Esto nos indica que se trata de una comunidad joven compuesta por individuos con tallos delgados en franco desarrollo. Figura 18.

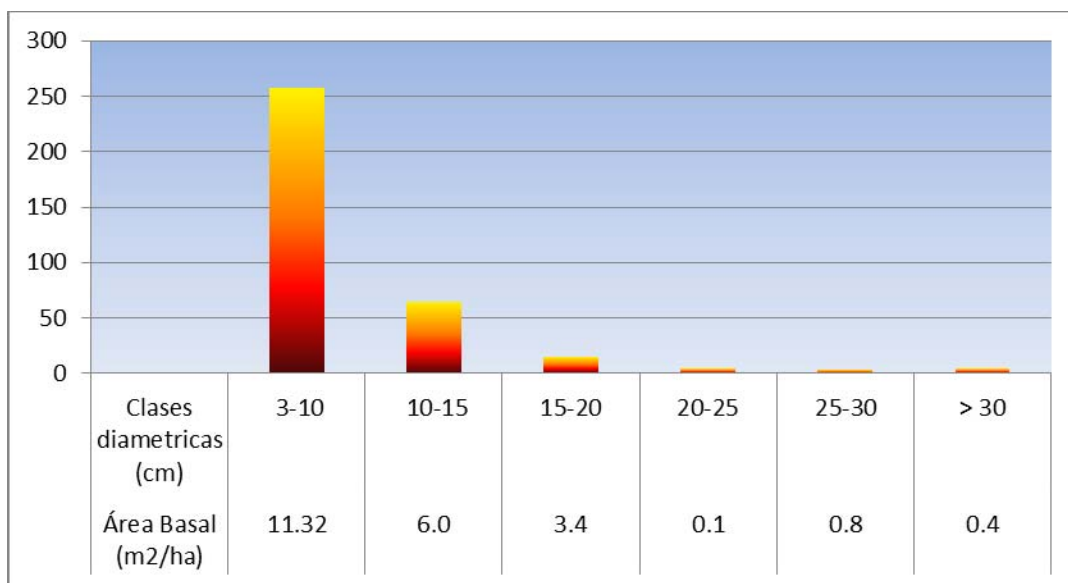


Figura 18. Distribución del área basal por hectárea de acuerdo a las diferentes clases diamétricas

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

Al interior del predio se observa un cenote inundable de temporal el área del cenote de manera estratégica se localiza sobre un área verde que mantendrá su cobertura vegetal en su estado natural definida como área de conservación, además este será delimitado manteniendo su cobertura forestal como protección del mismo y se colocará la señalización de la ubicación con letreros alusivos.

En el cuadro 23 y figura 19 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 99.87% de la superficie total del predio, por último el cenote ocupa apenas el 0.13 % de la superficie total del predio.

Cuadro 23. 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 de selva mediana subperennifolia	200026.37	20.0031	99.87
Cuerpo de agua (Cenote)	265.58	0.026	0.13
TOTAL	200291.95	20.0291	100.00

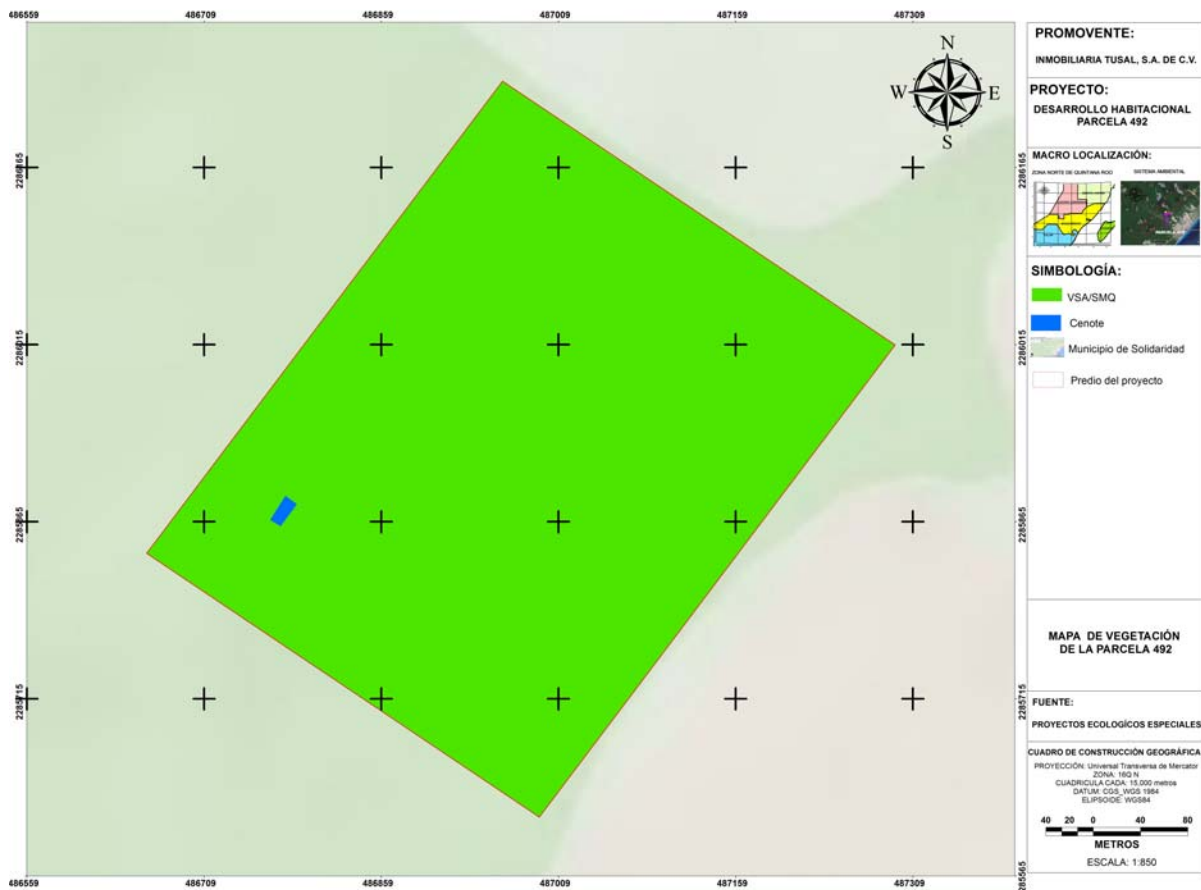


Figura 19. Distribución espacial de las condiciones de la vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subperennifolia.

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 76 especies, de las cuales 60 especies son árboles, 7 especies son arborescentes y arbustivas, 2 son herbáceas, 2 especies son rastreras y trepadoras, 2 son palmas y 3 son epifitas.

De acuerdo con el espectro de formas de vida, se puede observar que la mayor parte de las especies registradas por su composición y estructura son árboles, seguido de arbustos y herbáceas. Estas especies se encuentran agrupadas en 34 Familias, de las cuales las Leguminosas son las más abundantes con 16 especies identificadas.

Cuadro 24. 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>Malmea depressa</i>	Elemuy	Árbol	
3	APOCYNACEAE	<i>Thevetia gaumeri</i>	Akits	Árbol	
4	ARACEAE	<i>Anthurium schlechtendalii</i>	X-boobtun o Anturio	Epifita	
5	ARALIACEAE	<i>Dendropanax arboreus</i>	Sakchaca	Árbol	
6	BROMELIACEAE	<i>Bromelia karatas</i>	Piñuela	Epifita	
7	BROMELIACEAE	<i>Bromelia alsodes</i>	Ts'albay	Epifita	
8	BURSERACEAE	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	Árbol	
9	CECROPIACEAE	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	Árbol	
10	COMPOSITAE	<i>Eupatorium daleoides</i>	Euda	Arbustiva	
11	EBENACEAE	<i>Diospyros verae-crucis</i>	Dive	Árbol	
12	EBENACEAE	<i>Diospyros cuneata</i>	Dicu o silil	Árbol	
13	EUPHORBIACEAE	<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomolche	Árbol	
14	EUPHORBIACEAE	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayte	Árbol	
15	FLACOURTIACEAE	<i>Zuelania guidonia</i>	Tamay	Árbol	
16	FLACOURTIACEAE	<i>Casearia corymbosa</i>	Xi'imché	Árbol	
17	GRAMINEAE	<i>Lasiacis divaricata</i>	Siit	Herbácea	
18	HIPPOCRATEACEAE	<i>Hippocratea sp</i>	H. dura	Árbol	
19	LAURACEAE	<i>Nectandra coriacea</i>	Neco o laurelillo	Árbol	
20	LEGUMINOSAE	<i>Caesalpinia mollis</i>	Chakté	Árbol	
21	LEGUMINOSAE	<i>Stylosanthes hamata</i>	Chichibe	Herbácea	
22	LEGUMINOSAE	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	Árbol	
23	LEGUMINOSAE	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	Árbol	
24	LEGUMINOSAE	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	Árbol	
25	LEGUMINOSAE	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitinche	Árbol	

26	LEGUMINOSAE	<i>Bauhinia jennindsii</i>	Lengua de vaca	Arbustiva	
27	LEGUMINOSAE	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	Árbol	
28	LEGUMINOSAE	<i>Albizia tomentosa</i>	Sakpiich	Árbol	
29	LEGUMINOSAE	<i>Gliricidia sepium</i>	Sakyab	Árbol	
30	LEGUMINOSAE	<i>Zygia stevensonii</i>	Sist	Arbustiva	
31	LEGUMINOSAE	<i>Acacia cornigera</i>	Subin	Árbol	
32	LEGUMINOSAE	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Takimche	Árbol	
33	LEGUMINOSAE	<i>Diphysa carthagenensis</i>	Ts'u'ts'uk	Árbol	
34	LEGUMINOSAE	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	Árbol	
35	LEGUMINOSAE	<i>Lonchocarpus xuul</i>	Xuul	Árbol	
36	MALPIGHIACEAE	<i>Malpighia glabra</i>	Huayacte	Árbol	
37	MALPIGHIACEAE	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Sakpah	Árbol	
38	MALVACEAE	<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	Árbol	
39	MALVACEAE	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipán	Arbustiva	
40	MELIACEAE	<i>Triquilia sp.</i>	Triquilia	Árbol	
41	MORACEAE	<i>Ficus sp.</i>	Higo	Árbol	
42	MORACEAE	<i>Ficus cotinifolia</i>	Álamo	Árbol	
43	MORACEAE	<i>Ficus obtusifolia</i>	Fiob	Árbol	
44	MORACEAE	<i>Ficus máxima</i>	Akum	Árbol	
45	MORACEAE	<i>Ficus pertusa</i>	Ju'um ch'iich' o Fipe	Árbol	
46	MYRSINACEAE	<i>Parathesis cubana</i>	Pacu	Árbol	
47	MYRTACEAE	<i>Calyptanthes pallens</i>	Chak ni	Árbol	
48	MYRTACEAE	<i>Eugenia axillaris</i>	Euax	Árbol	
49	NYCTAGINACEAE	<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi	Árbol	
50	ORCHIDACEAE	<i>vainilla fragrans</i>	Vainilla	Trepadora	
51	PALMAE	<i>Sabal japa</i>	Huano	Palma	
52	PALMAE	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Xiat	Palma	
53	POLYGONACEAE	<i>Coccoloba spicata</i>	Bob	Árbol	
54	POLYGONACEAE	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Dzidzilche	Árbol	
55	Putranjivaceae	<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	Árbol	
56	RHAMNACEAE	<i>Colubrina sp</i>	Pimientillo	Árbol	
57	RHAMNACEAE	<i>Krugiodendron ferreum</i>	Chintok	Árbol	
58	RUBIACEAE	<i>Randia longiloba</i>	Ralo	Árbol	
59	RUBIACEAE	<i>Randia aculeata</i>	Randia	Árbol	
60	RUBIACEAE	<i>Psychotria nervosa</i>	X-k'anan, café	Arbustiva	
61	RUBIACEAE	<i>Psychotria pubescens</i>	X-yax k'anan	Arbustiva	
62	RUBIACEAE	<i>Guettarda combsii</i>	Tasta'ab	Árbol	
63	RUTACEAE	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranja che	Árbol	
64	RUTACEAE	<i>Casimiroa tetrameria</i>	Yuy	Árbol	
65	SAPINDACEAE	<i>Blomia prisca</i>	Arbol de sol	Árbol	

66	SAPINDACEAE	<i>Talisia olivaeformis</i>	Huaya	Árbol	
67	SAPINDACEAE	<i>Thouinia paucidentata</i>	Kanchunup	Árbol	
68	SAPINDACEAE	<i>Cardiospermum halicacabum</i>	P'aak ak'	Trepadora	
69	SAPINDACEAE	<i>Cupania dentata</i>	Cude	Árbol	
70	SAPOTACEAE	<i>Crysohillum caimito</i>	Caimito	Árbol	
71	SAPOTACEAE	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Chak ya'	Árbol	
72	SAPOTACEAE	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	Árbol	
73	SAPOTACEAE	<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	Árbol	
74	SIMARUBACEAE	<i>Simaruba glauca</i>	Negrito	Árbol	
75	VERBENACEAE	<i>Callicarpa acuminata</i>	Xpukin	Arbustiva	
76	VERBENACEAE	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnik	Árbol	

V.5.6 Especies protegidas.

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.

V.5.7 Densidad de individuos en el predio.

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

La información obtenida de los muestreos de campo para el estrato conformado por individuos con un DN menor de 3 cm se señala en el siguiente cuadro, donde se presenta la densidad registrada de individuos para 30 m² muestreados y su extrapolación para una hectárea (cuadro 25). Se observa que las especies más abundante es *Nectandra coriacea* (Neco) con una estimación de 1,667 individuos, que en conjunto con el resto de las especies citadas son características de Selva mediana subperennifolia que corresponden a estadios herbáceos.

Cuadro 25. 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	667
<i>Psychotria nervosa</i>	CAFÉ	1	333
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	1	333
<i>Diospyros verae-crucis</i>	DIVE	1	333
<i>Malmea depressa</i>	ELEMUY	3	1000
<i>Eugeia sp.</i>	EUGENIA	1	333

<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	1	333
<i>Hippocratea sp</i>	HOJA DURA	1	333
<i>Sabal yapa</i>	HUANO	1	333
<i>Talisia olivaeformis</i>	HUAYA	2	667
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANASIN	2	667
<i>Thouinia paucidentata</i>	KANCHUNUP	3	1000
<i>Bauhinia jennindsii</i>	LENGUA DE VACA	1	333
<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	5	1667
<i>Simaruba glauca</i>	PASAK	1	333
<i>Bauhinia divaricata</i>	PATA DE VACA	1	333
<i>Callicarpa acuminata</i>	XPUKIN	1	333
<i>Zygia stevensonii</i>	SIST	1	333
<i>Malvaviscus arboreus</i>	TULIPAN	1	333
<i>Casearia corymbosa</i>	XIMCHE	1	333
TOTAL		31	10333

La información obtenida de los muestreos de campo para el estrato arbustivo conformado por individuos con un DAP desde 3 cm y hasta 9.9 cm se manifiesta en el siguiente cuadro, donde se presenta la densidad registrada de individuos en 600 m² y su extrapolación para una hectárea (cuadro 26). Las especies más abundantes son: *Bursera simaruba* (chaca) con 750 individuos por hectárea, *Lonchocarpus rugosus* (Kanazin) con 267 individuos y *Nectandra coriacea* (Neco) con 267 individuos por hectárea; todas sin excepción son propias e indicadores de vegetación de Selva mediana subperennifolia en desarrollo.

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

Nombre científico	Nombre común	Ind/sitios de muestreo	Ind/ha
<i>Thevetia gaumeri</i>	AKITS	15	250
<i>Ficus maxima</i>	AKUM	1	17
<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	1	17
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	15	250
<i>Cryosophillum caimito</i>	CAIMITO	7	117
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	45	750
<i>Calyptranthes pallens</i>	CHACNI	2	33
<i>Caesalpinia mollis</i>	CHAKTE	1	17
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	2	33
<i>Krugiodendron ferreum</i>	CHINTOK	1	17
<i>Cupania dentata</i>	CUDE	3	50
<i>Diospyros cuneata</i>	DICU	3	50
<i>Diospyros verae-crucis</i>	DIVE	12	200
<i>Drypetes lateriflora</i>	EKULUB	2	33

<i>Malmea depressa</i>	ELEMUY	5	83
<i>Eugenia sp.</i>	EUGENIA	1	17
<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	3	50
<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	1	17
<i>Hippocratea sp</i>	HOJA DURA	3	50
<i>Talisia olivaeformis</i>	HUAYA	7	117
<i>Malpighia glabra</i>	HUAYAKTE	1	17
<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	12	200
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANASIN	16	267
<i>Thouinia paucidentata</i>	KANCHUNUP	8	133
<i>Pouteria campechiana</i>	KANISTE	1	17
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	KITINCHE	1	17
<i>Hampea trilobata</i>	MAJAGUA	10	167
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	NARANJACHE	3	50
<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	16	267
<i>Parathesis cubana</i>	PACU	1	17
<i>Bauhinia divaricata</i>	PATA DE VACA	6	100
<i>Colubrina sp</i>	PIMIENTILLO	2	33
<i>Jatropha gaumeri</i>	POMOLCHE	6	100
<i>Rutacea</i>	RUTACEA	1	17
<i>Dendropanax arboreus</i>	SACCHACA	9	150
<i>Gliricidia sepium</i>	SACYAB	4	67
<i>Zygia stevensonii</i>	SIST	1	17
<i>Acacia cornigera</i>	SUBIN	1	17
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	TAKINCHE	11	183
<i>Zuelania guidonia</i>	TAMAY	10	167
<i>Guettarda combsii</i>	TASTAB	7	117
<i>Neea psychotrioides</i>	TATSI	6	100
<i>Triquilia sp.</i>	TRIQUILIA	2	33
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TSALAM	6	100
<i>Gymnopodium floribundum</i>	TSISILCHE	4	67
<i>Casearia corymbosa</i>	XIMCHE	1	17
<i>Gymnanthes lucida</i>	YAYTE	2	33
<i>Casimiroa tetrameria</i>	YUY	1	17
TOTAL		279	4,650

En el caso del estrato arbóreo que en este estudio se consideró individuos de 10 cm de DAP en adelante, en el siguiente cuadro, se señala el número de individuos por especie registrados en los sitios de muestreo (3,000 m²) y su extrapolación para una hectárea (cuadro 27). En este estrato destaca la especie *Piscidia piscipula* (Jabin como la más conspicua con estimaciones de

140 individuos por hectárea, le sigue la especie *Lysiloma latisiliquum* (Tsalam) con 133 individuos por hectárea y la *Bursera simaruba* (Chaca) con 87 individuos por hectárea.

Cuadro 27. 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>Albizia tomentosa</i>	SACPIICH	1	3
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	26	87
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	SACPA	1	3
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	TAKINCHE	2	7
<i>Dendropanax arboreus</i>	SACCHACA	13	43
<i>Diphysa carthagenensis</i>	DZUDZUK	1	3
<i>Drypetes lateriflora</i>	EKULUB	1	3
<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	7	23
<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	4	13
<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	6	20
<i>Ficus máxima</i>	AKUM	4	13
<i>Gliricidia maculata</i>	SACYAB	1	3
<i>Guettarda combsii</i>	TASTAB	1	3
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANASIN	20	67
<i>Luehea candida</i>	KASKAT	2	7
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TSALAM	40	133
<i>Malpighia glabra</i>	HUAYAKTE	1	3
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	3	10
<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	42	140
<i>Platymiscium yucatanum</i>	GRANADILLO	2	7
<i>Pouteria campechiana</i>	KANISTE	2	7
<i>Sabal japa</i>	HUANO	1	3
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	CHACYA	1	3
<i>Simaruba glauca</i>	PASAK	5	17
<i>Swartzia cubensis</i>	KATALOX	1	3
<i>Talisia olivaeformis</i>	HUAYA	1	3
<i>Thevetia gaumeri</i>	AKITS	2	7
<i>Thouinia paucidentata</i>	KANCHUNUP	2	7
<i>Triquilia sp.</i>	TRIQUILIA	4	13
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIC	15	50
TOTAL		212	707

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

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

Cuadro 28. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato herbáceo área del predio de individuos con un DN menor de 3 cm.

Especie	Nombre común	No./Ind	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Valor de Importancia Relativa
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	2	6.5	7.4	13.9
<i>Psychotria nervosa</i>	CAFÉ	1	3.2	3.7	6.9
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	1	3.2	3.7	6.9
<i>Diospyros verae-crucis</i>	DIVE	1	3.2	3.7	6.9
<i>Malmea depressa</i>	ELEMUY	3	9.7	7.4	17.1
<i>Eugenia sp.</i>	EUGENIA	1	3.2	3.7	6.9
<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	1	3.2	3.7	6.9
<i>Hippocratea sp</i>	HOJA DURA	1	3.2	3.7	6.9
<i>Sabal japa</i>	HUANO	1	3.2	3.7	6.9
<i>Talisia olivaeformis</i>	HUAYA	2	6.5	3.7	10.2
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANASIN	2	6.5	3.7	10.2
<i>Thouinia paucidentata</i>	KANCHUNUP	3	9.7	7.4	17.1
<i>Bauhinia jennindsii</i>	LENGUA DE VACA	1	3.2	3.7	6.9
<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	5	16.1	18.5	34.6
<i>Simaruba glauca</i>	PASAK	1	3.2	3.7	6.9
<i>Bauhinia divaricata</i>	PATA DE VACA	1	3.2	3.7	6.9
<i>Callicarpa acuminata</i>	XPUKIN	1	3.2	3.7	6.9
<i>Zygia stevensonii</i>	SIST	1	3.2	3.7	6.9
<i>Malvaviscus arboreus</i>	TULIPAN	1	3.2	3.7	6.9
<i>Casearia corymbosa</i>	XIMCHE	1	3.2	3.7	6.9
Totales			100.0	100.0	200.00

Cuadro 29. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbustivo área del predio (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>Thevetia gaumeri</i>	AKITS	15	5.376	3.226	6.21	14.8
<i>Ficus máxima</i>	AKUM	1	0.358	1.075	0.25	1.7
<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	1	0.358	1.075	0.28	1.7
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	15	5.376	4.301	1.89	11.6
<i>Cryosophillum caimito</i>	CAIMITO	7	2.509	1.075	2.67	6.3
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	45	16.129	6.452	23.05	45.6
<i>Calyptanthus pallens</i>	CHACNI	2	0.717	1.075	0.34	2.1

<i>Caesalpinia mollis</i>	CHAKTE	1	0.358	1.075	0.25	1.7
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	2	0.717	2.151	0.65	3.5
<i>Krugiodendron ferreum</i>	CHINTOK	1	0.358	1.075	0.11	1.5
<i>Cupania dentata</i>	CUDE	3	1.075	1.075	0.54	2.7
<i>Diospyros cuneata</i>	DICU	3	1.075	1.075	0.61	2.8
<i>Diospyros verae-crucis</i>	DIVE	12	4.301	4.301	2.28	10.9
<i>Drypetes lateriflora</i>	EKULUB	2	0.717	1.075	0.75	2.5
<i>Malmea depressa</i>	ELEMUY	5	1.792	4.301	0.59	6.7
<i>Eugenia sp.</i>	EUGENIA	1	0.358	1.075	0.09	1.5
<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	3	1.075	2.151	0.51	3.7
<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	1	0.358	1.075	0.54	2.0
<i>Hippocratea sp</i>	HOJA DURA	3	1.075	2.151	0.42	3.6
<i>Talisia olivaeformis</i>	HUAYA	7	2.509	2.151	2.64	7.3
<i>Malpighia glabra</i>	HUAYAKTE	1	0.358	1.075	0.20	1.6
<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	12	4.301	3.226	5.05	12.6
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANASIN	16	5.735	5.376	5.60	16.7
<i>Thouinia paucidentata</i>	KANCHUNUP	8	2.867	2.151	2.63	7.7
<i>Pouteria campechiana</i>	KANISTE	1	0.358	1.075	0.16	1.6
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	KITINCHE	1	0.358	1.075	0.34	1.8
<i>Hampea trilobata</i>	MAJAGUA	10	3.584	2.151	2.46	8.2
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	NARANJACHE	3	1.075	2.151	0.86	4.1
<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	16	5.735	4.301	2.28	12.3
<i>Parathesis cubana</i>	PACU	1	0.358	1.075	0.17	1.6
<i>Bauhinia divaricata</i>	PATA DE VACA	6	2.151	2.151	0.82	5.1
<i>Colubrina sp</i>	PIMIENTILLO	2	0.717	2.151	0.28	3.1
<i>Jatropha gaumeri</i>	POMOLCHE	6	2.151	1.075	1.63	4.9
<i>Rutacea</i>	RUTACEA	1	0.358	1.075	0.57	2.0
<i>Dendropanax arboreus</i>	SACCHACA	9	3.226	2.151	4.18	9.6
<i>Gliricidia sepium</i>	SACYAB	4	1.434	1.075	1.20	3.7
<i>Zygia stevensonii</i>	SIST	1	0.358	1.075	0.12	1.6
<i>Acacia cornigera</i>	SUBIN	1	0.358	1.075	0.11	1.5
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	TAKINCHE	11	3.943	5.376	3.03	12.3
<i>Zuelania guidonia</i>	TAMAY	10	3.584	2.151	3.70	9.4
<i>Guettarda combsii</i>	TASTAB	7	2.509	2.151	1.95	6.6
<i>Neea psychotrioides</i>	TATSI	6	2.151	3.226	13.88	19.3
<i>Triquilia sp.</i>	TRIQUILIA	2	0.717	2.151	0.54	3.4
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TSALAM	6	2.151	2.151	2.04	6.3
<i>Gymnopodium floribundum</i>	TSISILCHE	4	1.434	1.075	0.95	3.5
<i>Casearia corymbosa</i>	XIMCHE	1	0.358	1.075	0.14	1.6
<i>Gymnanthes lucida</i>	YAYTE	2	0.717	1.075	0.26	2.0

<i>Casimiroa tetrameria</i>	YUY	1	0.358	1.075	0.19	1.6
Totales			100.00	100.00	100.00	300.00

Cuadro 30. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbóreo área del predio de 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>Albizia tomentosa</i>	SACPIICH	1	0.47	1.43	0.41	2.31
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	26	12.26	8.57	8.34	29.17
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	SACPA	1	0.47	1.43	0.31	2.21
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	TAKINCHE	2	0.94	1.43	0.53	2.90
<i>Dendropanax arboreus</i>	SACCHACA	13	6.13	5.71	6.58	18.43
<i>Diphysa carthagenensis</i>	DZUDZUK	1	0.47	1.43	0.76	2.66
<i>Drypetes lateriflora</i>	EKULUB	1	0.47	1.43	0.67	2.57
<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	7	3.30	4.29	4.36	11.94
<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	4	1.89	2.86	1.87	6.61
<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	6	2.83	5.71	2.50	11.04
<i>Ficus máxima</i>	AKUM	4	1.89	4.29	1.33	7.50
<i>Gliricidia maculata</i>	SACYAB	1	0.47	1.43	0.29	2.19
<i>Guettarda combsii</i>	TASTAB	1	0.47	1.43	0.25	2.15
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANASIN	20	9.43	7.14	7.08	23.66
<i>Luehea candida</i>	KASKAT	2	0.94	1.43	0.72	3.09
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TSALAM	40	18.87	8.57	26.26	53.70
<i>Malpighia glabra</i>	HUAYAKTE	1	0.47	1.43	0.28	2.18
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	3	1.42	4.29	2.68	8.38
<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	42	19.81	8.57	20.20	48.58
<i>Platymiscium yucatanum</i>	GRANADILLO	2	0.94	2.86	0.62	4.42
<i>Pouteria campechiana</i>	KANISTE	2	0.94	1.43	0.57	2.95
<i>Sabal japa</i>	HUANO	1	0.47	1.43	0.98	2.88
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	CHACYA	1	0.47	1.43	0.47	2.37
<i>Simaruba glauca</i>	PASAK	5	2.36	4.29	1.99	8.63
<i>Swartzia cubensis</i>	KATALOX	1	0.47	1.43	0.50	2.40
<i>Talisia olivaeformis</i>	HUAYA	1	0.47	1.43	0.27	2.17
<i>Thevetia gaumeri</i>	AKITS	2	0.94	1.43	0.98	3.35
<i>Thouinia paucidentata</i>	KANCHUNUP	2	0.94	2.86	0.53	4.33
<i>Triquilia sp.</i>	TRIQUILIA	4	1.89	4.29	1.10	7.28
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIC	15	7.08	4.29	6.59	17.95
Totales			100.00	100.00	100.00	300.00

V.5.9 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 31. Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato herbáceo.

Nombre científico	Nombre común	D	pi	-(pi)(Lnpi)	(Lnpi)
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	2	0.0645	0.176828389	-2.740840024
<i>Psychotria nervosa</i>	CAFÉ	1	0.0323	0.110773781	-3.433987204
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	1	0.0323	0.110773781	-3.433987204
<i>Diospyros verae-crucis</i>	DIVE	1	0.0323	0.110773781	-3.433987204
<i>Malmea depressa</i>	ELEMUY	3	0.0968	0.226004024	-2.335374916
<i>Eugenia sp.</i>	EUGENIA	1	0.0323	0.110773781	-3.433987204
<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	1	0.0323	0.110773781	-3.433987204
<i>Hippocratea sp</i>	HOJA DURA	1	0.0323	0.110773781	-3.433987204
<i>Sabal japa</i>	HUANO	1	0.0323	0.110773781	-3.433987204
<i>Talisia olivaeformis</i>	HUAYA	2	0.0645	0.176828389	-2.740840024
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANASIN	2	0.0645	0.176828389	-2.740840024
<i>Thouinia paucidentata</i>	KANCHUNUP	3	0.0968	0.226004024	-2.335374916
<i>Bauhinia jennindsii</i>	LENGUA DE VACA	1	0.0323	0.110773781	-3.433987204
<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	5	0.1613	0.294282144	-1.824549292
<i>Simaruba glauca</i>	PASAK	1	0.0323	0.110773781	-3.433987204
<i>Bauhinia divaricata</i>	PATA DE VACA	1	0.0323	0.110773781	-3.433987204
<i>Callicarpa acuminata</i>	XPUKIN	1	0.0323	0.110773781	-3.433987204
<i>Zygia stevensonii</i>	SIST	1	0.0323	0.110773781	-3.433987204
<i>Malvaviscus arboreus</i>	TULIPAN	1	0.0323	0.110773781	-3.433987204
<i>Casearia corymbosa</i>	XIMCHE	1	0.0323	0.110773781	-3.433987204
		31	1.00	2.8	-3.33067E-16
			H=	2.8	
			Hmax=	3.0	
			Equitabilidad=	0.94	

Cuadro 32. Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato arbustivo.

Nombre científico	Nombre común	D	pi	-(pi)(Lnpi)	(Lnpi)
<i>Thevetia gaumeri</i>	AKITS	15	0.0538	0.157159225	-2.923161581
<i>Ficus máxima</i>	AKUM	1	0.0036	0.020183555	-5.631211782
<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	1	0.0036	0.020183555	-5.631211782
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	15	0.0538	0.157159225	-2.923161581

<i>Cryosophillum caimito</i>	CAIMITO	7	0.0251	0.092462765	-3.685301633
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	45	0.1613	0.294282144	-1.824549292
<i>Calyptanthes pallens</i>	CHACNI	2	0.0072	0.035398313	-4.938064601
<i>Caesalpinia mollis</i>	CHAKTE	1	0.0036	0.020183555	-5.631211782
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	2	0.0072	0.035398313	-4.938064601
<i>Krugiodendron ferreum</i>	CHINTOK	1	0.0036	0.020183555	-5.631211782
<i>Cupania dentata</i>	CUDE	3	0.0108	0.048737629	-4.532599493
<i>Diospyros cuneata</i>	DICU	3	0.0108	0.048737629	-4.532599493
<i>Diospyros verae-crucis</i>	DIVE	12	0.0430	0.135324952	-3.146305132
<i>Drypetes lateriflora</i>	EKULUB	2	0.0072	0.035398313	-4.938064601
<i>Malmea depressa</i>	ELEMUY	5	0.0179	0.072074801	-4.021773869
<i>Eugenia sp.</i>	EUGENIA	1	0.0036	0.020183555	-5.631211782
<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	3	0.0108	0.048737629	-4.532599493
<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	1	0.0036	0.020183555	-5.631211782
<i>Hippocratea sp</i>	HOJA DURA	3	0.0108	0.048737629	-4.532599493
<i>Talisia olivaeformis</i>	HUAYA	7	0.0251	0.092462765	-3.685301633
<i>Malpighia glabra</i>	HUAYAKTE	1	0.0036	0.020183555	-5.631211782
<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	12	0.0430	0.135324952	-3.146305132
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANASIN	16	0.0573	0.163935373	-2.85862306
<i>Thouinia paucidentata</i>	KANCHUNUP	8	0.0287	0.101842874	-3.55177024
<i>Pouteria campechiana</i>	KANISTE	1	0.0036	0.020183555	-5.631211782
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	KITINCHE	1	0.0036	0.020183555	-5.631211782
<i>Hampea trilobata</i>	MAJAGUA	10	0.0358	0.119305616	-3.328626689
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	NARANJACHE	3	0.0108	0.048737629	-4.532599493
<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	16	0.0573	0.163935373	-2.85862306
<i>Parathesis cubana</i>	PACU	1	0.0036	0.020183555	-5.631211782
<i>Bauhinia divaricata</i>	PATA DE VACA	6	0.0215	0.082568867	-3.839452313
<i>Colubrina sp</i>	PIMIENTILLO	2	0.0072	0.035398313	-4.938064601
<i>Jatropha gaumeri</i>	POMOLCHE	6	0.0215	0.082568867	-3.839452313
<i>Rutacea</i>	RUTACEA	1	0.0036	0.020183555	-5.631211782
<i>Dendropanax arboreus</i>	SACCHACA	9	0.0323	0.110773781	-3.433987204
<i>Gliricidia sepium</i>	SACYAB	4	0.0143	0.060859031	-4.244917421
<i>Zygia stevensonii</i>	SIST	1	0.0036	0.020183555	-5.631211782
<i>Acacia cornigera</i>	SUBIN	1	0.0036	0.020183555	-5.631211782
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	TAKINCHE	11	0.0394	0.127478429	-3.233316509
<i>Zuelania guidonia</i>	TAMAY	10	0.0358	0.119305616	-3.328626689
<i>Guettarda combsii</i>	TASTAB	7	0.0251	0.092462765	-3.685301633
<i>Neea psychotrioides</i>	TATSI	6	0.0215	0.082568867	-3.839452313
<i>Triquilia sp.</i>	TRIQUILIA	2	0.0072	0.035398313	-4.938064601
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TSALAM	6	0.0215	0.082568867	-3.839452313

<i>Gymnopodium floribundum</i>	TSISILCHE	4	0.0143	0.060859031	-4.244917421
<i>Casearia corymbosa</i>	XIMCHE	1	0.0036	0.020183555	-5.631211782
<i>Gymnanthes lucida</i>	YAYTE	2	0.0072	0.035398313	-4.938064601
<i>Casimiroa tetrameria</i>	YUY	1	0.0036	0.020183555	-5.631211782
		279	1.00	3.3	0
			H=	3.3	
			Hmax=	3.9	
			Equitabilidad=	0.86	

Cuadro 33. Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato Arbóreo.

Nombre científico	Nombre común	D	pi	-(pi)(Lnpi)	(Lnpi)
<i>Albizia tomentosa</i>	SACPIICH	1	0.0047	0.025266916	-5.356586275
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	26	0.1226	0.257361949	-2.098489737
<i>Byrsonima bucidiaefolia</i>	SACPA	1	0.0047	0.025266916	-5.356586275
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	TAKINCHE	2	0.0094	0.043994708	-4.663439094
<i>Dendropanax arboreus</i>	SACCHACA	13	0.0613	0.171185283	-2.791636917
<i>Diphysa carthagenensis</i>	DZUDZUK	1	0.0047	0.025266916	-5.356586275
<i>Drypetes lateriflora</i>	EKULUB	1	0.0047	0.025266916	-5.356586275
<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	7	0.0330	0.112616665	-3.410676126
<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	4	0.0189	0.074911168	-3.970291914
<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	6	0.0283	0.100891325	-3.564826805
<i>Ficus máxima</i>	AKUM	4	0.0189	0.074911168	-3.970291914
<i>Gliricidia maculata</i>	SACYAB	1	0.0047	0.025266916	-5.356586275
<i>Guettarda combsii</i>	TASTAB	1	0.0047	0.025266916	-5.356586275
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANASIN	20	0.0943	0.222722076	-2.360854001
<i>Luehea candida</i>	KASKAT	2	0.0094	0.043994708	-4.663439094
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TSALAM	40	0.1887	0.314661664	-1.667706821
<i>Malpighia glabra</i>	HUAYAKTE	1	0.0047	0.025266916	-5.356586275
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	3	0.0142	0.060254349	-4.257973986
<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	42	0.1981	0.320728772	-1.618916656
<i>Platymiscium yucatanum</i>	GRANADILLO	2	0.0094	0.043994708	-4.663439094
<i>Pouteria campechiana</i>	KANISTE	2	0.0094	0.043994708	-4.663439094
<i>Sabal japa</i>	HUANO	1	0.0047	0.025266916	-5.356586275
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	CHACYA	1	0.0047	0.025266916	-5.356586275
<i>Simaruba glauca</i>	PASAK	5	0.0236	0.088376141	-3.747148362
<i>Swartzia cubensis</i>	KATALOX	1	0.0047	0.025266916	-5.356586275
<i>Talisia olivaeformis</i>	HUAYA	1	0.0047	0.025266916	-5.356586275
<i>Thevetia gaumeri</i>	AKITS	2	0.0094	0.043994708	-4.663439094
<i>Thouinia paucidentata</i>	KANCHUNUP	2	0.0094	0.043994708	-4.663439094
<i>Triquilia sp.</i>	TRIQUILIA	4	0.0189	0.074911168	-3.970291914
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIC	15	0.0708	0.18739642	-2.648536074

		212	1.00	2.6	2.22045E-16
			H=	2.6	
			Hmax=	3.4	
			Equitabilidad=	0.77	

La diversidad florística de los diferentes estratos es muy similar, siendo el estrato arbustivo el que presenta la mayor riqueza de especies encontrada en el predio con un valor H de 3.3, seguido del estrato herbáceo con 2.8 y el estrato arbóreo con menos especies con un valor H de 2.6 Este valor es considerado como medio, indicando que este estrato se encuentra con riqueza de especies.

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

Respecto a la flora del predio, la equitatividad presente en los estratos herbáceo y arbustivo 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 repartida, no así en el caso del estrato arbóreo que presenta un índice un poco más bajo de 0.77, esto es debido a la dominancia de tres especies, *Piscidia piscipula*, *Lysiloma latisiliquum*, *Bursera simaruba*, es por esta razón que es menos diverso.

V.6 Fauna

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

La metodología empleada para el reconocimiento de los vertebrados terrestres ha quedado descrita en el capítulo 4 en el apartado de la descripción de la fauna del sistema ambiental. 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):

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 44 especies, siendo el grupo de las aves el más abundante con 33 especies.

Cuadro 34. Concentrado de las especies de fauna identificadas en campo

NUM.	ESPECIE	NOMBRE COMUN	REPORTADO PARA LA ZONA	HÁBITOS
Reptiles				
1	<i>Cnemidophorus angusticeps</i>	Lagartija	X	Terrestre
2	<i>Cnemidophorus rodecki</i>	Lagartija	X	Terrestre
3	<i>Coniophanes imperialis</i>	Culebra rayada	X	Terrestre
4	<i>Leptophis mexicanus</i>	Ranera	X	Terrestre, arborícola
5	<i>Vasiliscus vitatus</i>	Toloke	X	Terrestre
6	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris	X	Terrestre
Aves				
1	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo	X	Terrestre
2	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	X	Terrestre
3	<i>Buteo nitidus</i>	Gavilán gris	X	Terrestre
4	<i>Cardinalis cardinales</i>	Cardenal	X	Terrestre
5	<i>Centurus pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	X	Terrestre
6	<i>Colinus nigrogularis</i>	Torcacita	X	Terrestre
7	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita común	X	Terrestre
8	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza	X	Terrestre
9	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	X	Terrestre
10	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	X	Terrestre
11	<i>Cyanocorax morio</i>	Pea	X	Terrestre
12	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	X	Terrestre
13	<i>Dendroica petechia</i>	Chipee amarillo	X	Terrestre
14	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	X	Terrestre
15	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	X	Terrestre
16	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	X	Terrestre
17	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero cuculador	X	Terrestre
18	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de altamira	X	Terrestre
19	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma	X	Terrestre
20	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle	X	Terrestre
21	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Mosquero	X	Terrestre
22	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	X	Terrestre
23	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	X	Terrestre
24	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero listado	X	Terrestre
25	<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	X	Terrestre
26	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	X	Terrestre
27	<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita	X	Terrestre
28	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	X	Terrestre
29	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Saltapared de carolina	X	Terrestre
30	<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared sureño	X	Terrestre
31	<i>Turdus grayi</i>	Ruiseñor	X	Terrestre
32	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	X	Terrestre

33	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	X	Terrestre
Mamíferos				
1	<i>Agouti paca</i>	Tepezcuintle	X	Terrestre
2	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache	X	Terrestre, arborícola
3	<i>Nasua narica</i>	Tejón	X	Terrestre
4	<i>Sciurus spp</i>	Ardilla	X	Terrestre
5	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	X	Terrestre

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

Registro	Reptiles	Nombre	D-muestra	Pi	-(pi)(Lnpi)	(LNpi)
1	<i>Cnemidophorus angusticeps</i>	Lagartija	2	0.2000	0.321887582	-1.609437912
2	<i>Cnemidophorus rodecki</i>	Lagartija	2	0.2000	0.321887582	-1.609437912
3	<i>Coniophanes imperialis</i>	Culebra rayada	1	0.1000	0.230258509	-2.302585093
4	<i>Leptophis mexicanus</i>	Ranera	1	0.1000	0.230258509	-2.302585093
5	<i>Vasiliscus vitatus</i>	Toloke	1	0.1000	0.230258509	-2.302585093
6	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris	3	0.3000	0.361191841	-1.203972804
			10	1.00	1.7	0
				H=	1.7	

				Hmax=	1.8	
				Equitabilidad=	0.95	

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

Registro	Aves	Nombre	D-muestra	Pi	-(pi)(Lnpi)	(LNpi)
1	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo	3	0.0429	0.134994984	-3.149882953
2	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	2	0.0286	0.101581373	-3.555348061
3	<i>Buteo nitidus</i>	Gavilán gris	1	0.0143	0.060692789	-4.248495242
4	<i>Cardinales cardinales</i>	Cardenal	2	0.0286	0.101581373	-3.555348061
5	<i>Centurus pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	2	0.0286	0.101581373	-3.555348061
6	<i>Colinus nigrogularis</i>	Torcacita	2	0.0286	0.101581373	-3.555348061
7	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita común	1	0.0143	0.060692789	-4.248495242
8	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza	2	0.0286	0.101581373	-3.555348061
9	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	2	0.0286	0.101581373	-3.555348061
10	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	1	0.0143	0.060692789	-4.248495242
11	<i>Cyanocorax morio</i>	Pea	4	0.0571	0.163554336	-2.862200881
12	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	2	0.0286	0.101581373	-3.555348061
13	<i>Dendroica petechia</i>	Chipee amarillo	3	0.0429	0.134994984	-3.149882953
14	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	1	0.0143	0.060692789	-4.248495242
15	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	1	0.0143	0.060692789	-4.248495242
16	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	2	0.0286	0.101581373	-3.555348061
17	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero cuculador	2	0.0286	0.101581373	-3.555348061
18	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de altamira	2	0.0286	0.101581373	-3.555348061
19	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma	1	0.0143	0.060692789	-4.248495242
20	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle	4	0.0571	0.163554336	-2.862200881
21	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Mosquero	2	0.0286	0.101581373	-3.555348061
22	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	1	0.0143	0.060692789	-4.248495242
23	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	5	0.0714	0.188504095	-2.63905733
24	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero listado	4	0.0571	0.163554336	-2.862200881
25	<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	2	0.0286	0.101581373	-3.555348061
26	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	1	0.0143	0.060692789	-4.248495242
27	<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita	1	0.0143	0.060692789	-4.248495242
28	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	5	0.0714	0.188504095	-2.63905733
29	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Saltapared de carolina	2	0.0286	0.101581373	-3.555348061
30	<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared sureño	2	0.0286	0.101581373	-3.555348061
31	<i>Turdus grayi</i>	Ruiseñor	3	0.0429	0.134994984	-3.149882953
32	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	1	0.0143	0.060692789	-4.248495242
33	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	1	0.0143	0.060692789	-4.248495242
			70	1.00	3.4	-2.22045E-16

				H=	3.4	
				Hmax=	3.5	
				Equitabilidad=	0.96	

Cuadro 37. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Mamíferos

Registro	Mamíferos	Nombre	D-muestra	Pi	-(pi)(Lnpi)	(LNpi)
1	<i>Agouti paca</i>	Tepezcuintle	1	0.0833	0.207075554	-2.48490665
2	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache	2	0.1667	0.298626578	-1.791759469
3	<i>Nasua narica</i>	Tejón	3	0.2500	0.34657359	-1.386294361
4	<i>Sciurus spp</i>	Ardilla	4	0.3333	0.366204096	-1.098612289
5	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	2	0.1667	0.298626578	-1.791759469
			12	1.00	1.5	-1.11022E-16
				H=	1.5	
				Hmax=	1.6	
				Equitabilidad=	0.94	

Como es de esperarse, el grupo de las aves obtuvo el valor H más alto con 3.4 que se considera alto, esto indica que existe una muy buena cantidad de especies de aves en el área, en tanto que los reptiles y los mamíferos obtuvieron un Índice H de 1.7 y 1.5 considerado bajo. No se registraron anfibios. La equitatividad resultó muy similar en todos los grupos lo que considera que existe una muy buena distribución de las especies de fauna.

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.

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

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

En el presente estudio la caracterización dasométrica de la vegetación se llevó a cabo con base a un inventario forestal con un sistema de muestreo de tipo sistemático, lo que nos indica una mejor distribución de las unidades de muestreo en campo, con una intensidad de muestreo del 1.6% en donde se llevara a cabo el registro de todas las especies blandas, duras tropicales y comunes tropicales. La distancia entre cada unidad de muestreo se estableció a 230 m entre hileras y 180 m entre columnas.

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. Del recorrido de prospección previamente indicado, y considerando las dimensiones del predio, se optó por realizar un muestreo de la vegetación cuyos puntos de las unidades de muestreo fueron distribuidos sistemáticamente, de tal manera que se generaron en total 6 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.

Para el levantamiento forestal se utilizó un diseño de muestreo sistemático (figura 20) distribuidos a todo lo largo de la superficie propuesta para el CUSTF del proyecto.

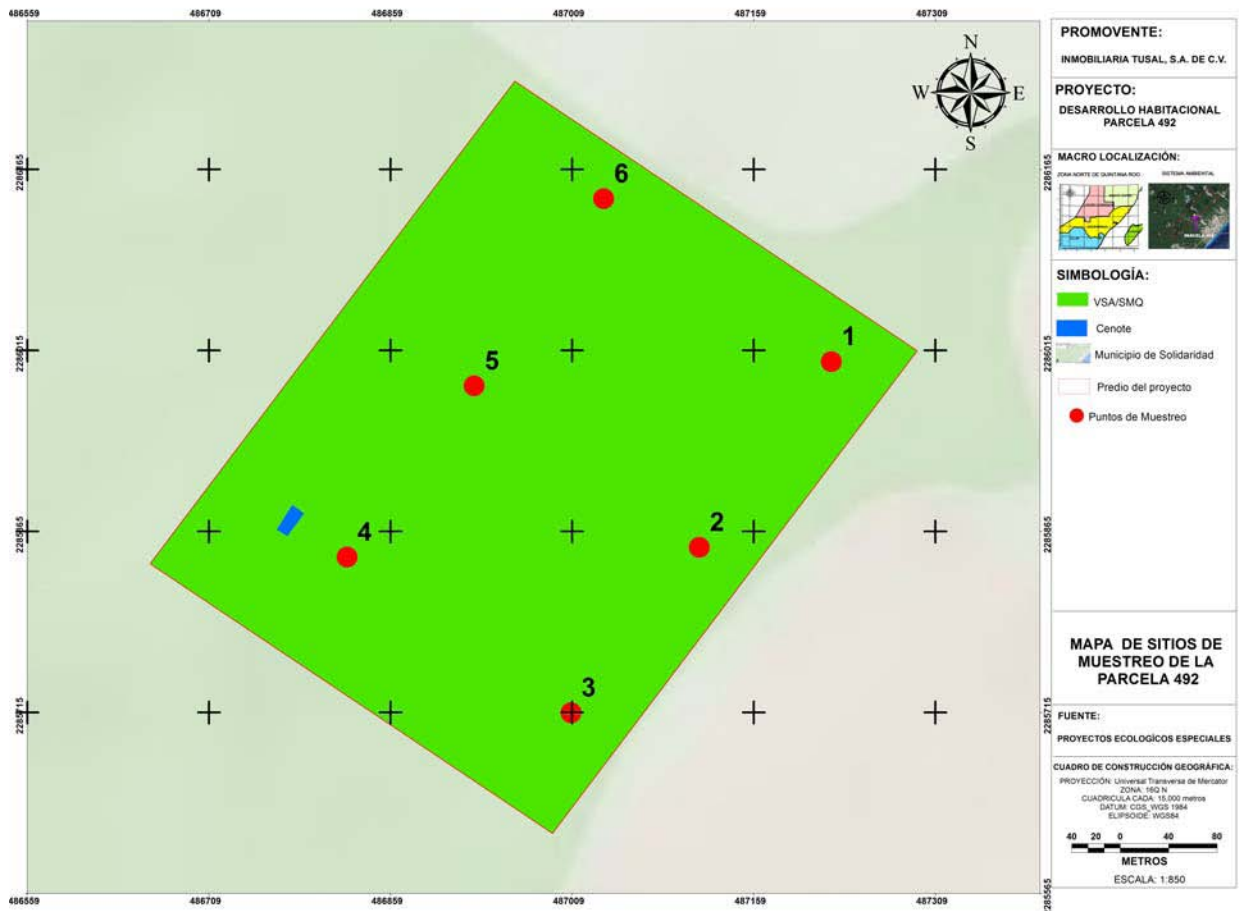


Figura 20. Distribución espacial de las unidades de muestreo en el predio.

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

La forma de las unidades de muestreo fueron circulares 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 100 m², se realizó el muestreo de todos los individuos de 3 a 9.9 cm de diámetro

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

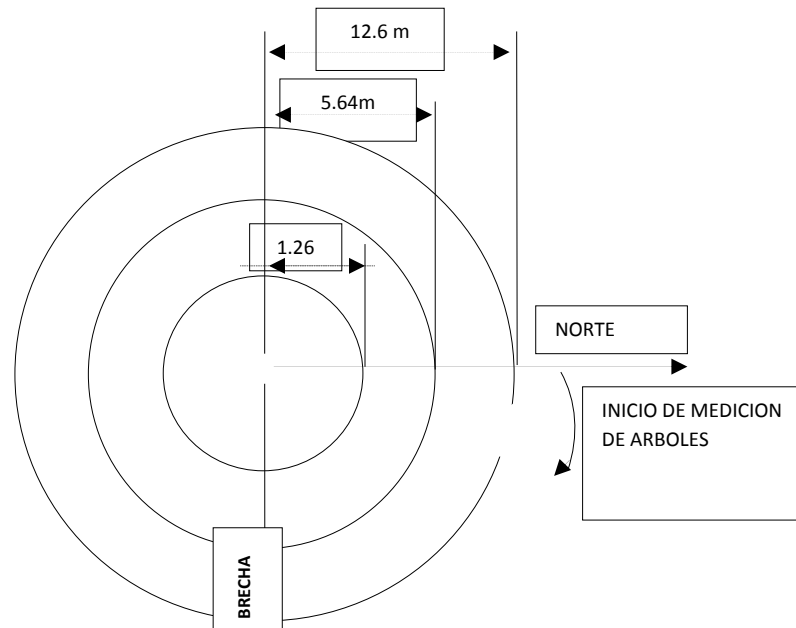


Figura 21. Esquema de las unidades circulares o concéntricas utilizadas en el levantamiento de datos de campo del estudio base.

VI.1.3 Intensidad de muestreo.

Las 6 unidades de muestreo de 500 m² que se establecieron sistemáticamente dentro del predio donde se pretende el proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 492", se obtuvo una superficie total de muestreo de 3,000 m² que representa el 1.6% 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 unidades de 500 m²:

$$IM (\%) = \frac{3,000}{180262.7} * 100 = 1.66\%$$

Dónde:

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

En el siguiente cuadro 38, se presenta la ubicación del centro de las unidades de muestreo conforme al número de sitio que corresponde.

Cuadro 38. Ubicación de los sitios 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.

<i>Ubicación geográfica de los sitios de muestreo</i>		
No. Sitio	Coordenadas UTM con Datum WGS-84	
	X	Y
1	487224	2286006
2	487115	2285852
3	487009	2285715
4	486824	2285844
5	486929	2285986
6	487036	2286141

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, ya sea por hectárea o de todo el predio es igual a la suma de las áreas basales de todos los árboles considerados en cada caso.

El cálculo del Volumen Total Árbol (VTA), se realizó considerando los resultados del Inventario Nacional Forestal de 1960. Para determinar el Volumen Total de los Árboles existentes por hectárea y en la superficie del proyecto para el cambio de uso de suelo propuesto, se utilizaron las ecuaciones de volúmenes para 13 grupos de especies para utilizarse 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 39. Son estas las ecuaciones más utilizadas y al mismo tiempo, son las que maneja el paquete de cómputo Selva que fue generado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias INIFAP.

VI.1.6 Modelos matemáticos para estimar Volumen:

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

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

Dónde:

Exp= base de los logaritmos neperianos.

Log= logaritmo natural.

Cuadro 39. Ecuaciones utilizadas para volúmenes con corteza (V_{cc}), en m^3 para las especies localizadas en el predio.

GRUPO	ECUACIÓN	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
V.	$V_{CC} = e^{[9.88284891+1.92178549\text{LN}(D)+1.04714889\text{LN}(A)]}$	<i>Chacah</i>	<i>Bursera simaruba</i>
VIII.	$V_{CC} = e^{[8.81312542+1.56449274\text{LN}(D)+1.08361129\text{LN}(A)]}$	<i>Chechem negro</i>	<i>Metopium brownei</i>
X.	$V_{CC} = e^{[9.56438150+1.82330416\text{LN}(D)+1.01741981\text{LN}(A)]}$	<i>Tzalam</i> <i>Granadillo</i> <i>Katalox</i>	<i>Lysiloma latisiliquum</i> <i>Platymiscium yucatanum</i> <i>Swartzia cubensis</i>
XI.	$V_{CC} = e^{[9.52774573+1.76329569\text{LN}(D)+1.08168791\text{LN}(A)]}$	<i>Akitz</i>	<i>Thevetia gaumeri</i>
XII.	$V_{CC} = e^{[9.83322527+1.92412457\text{LN}(D)+1.00970142\text{LN}(A)]}$	<i>Canchunup</i> <i>Guaya</i>	<i>Thouinia paucidentata</i> <i>Talisia olivaeformis</i>
XIII. Otras	$V_{CC} = e^{[9.41737421+1.76385327\text{LN}(D)+1.04067809\text{LN}(A)]}$		<i>Ficus Akum.</i> <i>Ficus cotinifolia</i> <i>Sideroxylon salicifolium</i> <i>Diphysa carthagenensis</i> <i>Drypetes lateriflora</i> <i>Ficus obtusifolia</i> <i>Ficus pertusa</i> <i>Sabal japa</i> <i>Malpighia glabra</i> <i>Piscidia piscipula</i> <i>Lonchocarpus rugosus</i> <i>Pouteria campechiana</i> <i>Luehea candida</i> <i>Simaruba glauca</i> <i>Dendropanax arboreus</i> <i>Byrsonima bucidaefolia</i> <i>Albizia tomentosa</i> <i>Gliricidia maculata</i>

			<i>Caesalpinia yucatanensis</i> <i>Guettarda combsii</i> <i>Triquilia sp.</i> <i>Vitex gaumeri</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 que permite estimar el Volumen Total del Árbol, y para obtener el VFL, al VFT se multiplica por coeficiente mórfico, 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 40. Valores registrados en los sitios de muestreo (3,000 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>Thevetia gaumeri</i>	AKITS	13.8	2	0.0312	0.294
<i>Ficus sp.</i>	AKUM	11.4	4	0.0423	0.222
<i>Ficus cotinifolia</i>	ÁLAMO	15.0	7	0.1390	1.083
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	11.3	26	0.2660	1.470
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	CHACYA	13.8	1	0.0150	0.104
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	17.5	3	0.0856	0.622
<i>Diphysa carthagenensis</i>	DZUDZUK	17.6	1	0.0243	0.150
<i>Drypetes lateriflora</i>	EKULUB	16.5	1	0.0214	0.097
<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	13.5	4	0.0595	0.398
<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	12.9	6	0.0797	0.605
<i>Platymiscium yucatanum</i>	GRANADILLO	11.2	2	0.0199	0.201
<i>Sabal japa</i>	HUANO	19.9	1	0.0311	0.148
<i>Talisia olivaeformis</i>	HUAYA	10.5	1	0.0087	0.076
<i>Malpighia glabra</i>	HUAYAKTE	10.7	1	0.0090	0.049
<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	13.7	42	0.6443	4.869
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANASIN	11.9	20	0.2259	1.631
<i>Thouinia paucidentata</i>	KANCHUNUP	10.4	2	0.0168	0.158
<i>Pouteria campechiana</i>	KANISTE	10.8	2	0.0183	0.198
<i>Luehea candida</i>	KASKAT	12.0	2	0.0230	0.139

<i>Swartzia cubensis</i>	KATALOX	14.3	1	0.0161	0.130
<i>Simaruba glauca</i>	PASAK	12.6	5	0.0634	0.406
<i>Dendropanax arboreus</i>	SACCHACA	14.1	13	0.2100	1.466
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	SACPA	11.3	1	0.0100	0.059
<i>Albizia tomentosa</i>	SACPIICH	12.9	1	0.0131	0.087
<i>Gliricidia maculata</i>	SACYAB	10.8	1	0.0092	0.059
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	TAKINCHE	10.4	2	0.0168	0.102
<i>Guettarda combsii</i>	TASTAB	10.0	1	0.0079	0.051
<i>Triquilia sp.</i>	TRIQUILIA	10.5	4	0.0352	0.202
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TSALAM	15.6	40	0.8378	5.774
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIC	13.2	15	0.2102	1.327
TOTAL			212	3.1904	22.178

En total se estimó un Volumen Total Árbol (VTA) de 73.92 m³ con corteza por hectárea, el Volumen Total Árbol estimado que se pudiera encontrar en la superficie solicitada de cambio de uso de suelo en las 18.02 hectáreas es de 1,332.64 m³ con corteza, las especies que contribuyen más en este volumen son las especies de *Lysiloma latisiliquum*, *Piscidia piscipula*, *Lonchocarpus rugosus* 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 para el proyecto.

Cuadro 41. Concentrado del número total de individuos con DN \geq 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 18.0 hectáreas		
		IND/HA	AB/HA (m ² /ha)	VTA/HA (m ³ /ha)	IND/CUSF (18.0 ha)	AB/CUSF (18.0 ha)	VTA/CUSF (18.0 ha)
<i>Thevetia gaumeri</i>	AKITS	7	0.104	0.979	120	1.877	17.641
<i>Ficus sp.</i>	AKUM	13	0.141	0.741	240	2.540	13.351
<i>Ficus cotinifolia</i>	ÁLAMO	23	0.463	3.611	421	8.352	65.093
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	87	0.887	4.899	1562	15.982	88.313
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	CHACYA	3	0.050	0.348	60	0.899	6.275
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	10	0.285	2.074	180	5.141	37.393
<i>Diphysa carthagenensis</i>	DZUDZUK	3	0.081	0.500	60	1.462	9.011
<i>Drypetes lateriflora</i>	EKULUB	3	0.071	0.323	60	1.285	5.823
<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	13	0.198	1.328	240	3.575	23.943
<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	20	0.266	2.018	361	4.790	36.377
<i>Platymiscium yucatanum</i>	GRANADILLO	7	0.066	0.670	120	1.195	12.086
<i>Sabal japa</i>	HUANO	3	0.104	0.492	60	1.869	8.872
<i>Talisia olivaeformis</i>	HUAYA	3	0.029	0.254	60	0.520	4.573

<i>Malpighia glabra</i>	HUAYAKTE	3	0.030	0.165	60	0.540	2.970
<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	140	2.148	16.229	2524	38.713	292.551
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANASIN	67	0.753	5.438	1202	13.571	98.027
<i>Thouinia paucidentata</i>	KANCHUNUP	7	0.056	0.527	120	1.012	9.508
<i>Pouteria campechiana</i>	KANISTE	7	0.061	0.659	120	1.101	11.882
<i>Luehea candida</i>	KASKAT	7	0.077	0.465	120	1.380	8.377
<i>Swartzia cubensis</i>	KATALOX	3	0.054	0.435	60	0.965	7.836
<i>Simaruba glauca</i>	PASAK	17	0.211	1.354	300	3.808	24.407
<i>Dendropanax arboreus</i>	SACCHACA	43	0.700	4.885	781	12.617	88.061
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	SACPA	3	0.033	0.197	60	0.603	3.554
<i>Albizia tomentosa</i>	SACPIICH	3	0.044	0.289	60	0.785	5.210
<i>Gliricidia maculata</i>	SACYAB	3	0.031	0.197	60	0.550	3.544
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	TAKINCHE	7	0.056	0.339	120	1.012	6.112
<i>Guettarda combsii</i>	TASTAB	3	0.026	0.172	60	0.472	3.094
<i>Triquilia sp.</i>	TRIQUILIA	13	0.117	0.672	240	2.114	12.111
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TSALAM	133	2.793	19.246	2404	50.339	346.942
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIC	50	0.701	4.422	901	12.632	79.709
TOTAL		707	10.635	73.928	12,739	191.702	1,332.645

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, considerando la composición de especies y las características dasométricas del arbolado que presenta, existen por hectárea 707 individuos, el estimado que se pudiera encontrar en la superficie de cambio de uso de suelo propuesto es de 12,739 individuos. (Los resultados obtenidos de área basal y volumen se estimaron con las Ecuaciones de volúmenes con corteza).

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.

Para el cambio de uso de suelo del terreno forestal, se requiere de un plazo de doce meses para cumplir con las actividades implicadas con el proyecto denominado "Desarrollo Habitacional Parcela 492", este plazo se solicita de acuerdo con las expectativas del promovente, el desarrollo de la primera etapa de este proyecto se realizará en 12 meses que consiste en las actividades de cambio de uso de suelo, las cuales se llevan a cabo de manera secuencial entre ellas.

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. Este plazo se solicita tomando en cuenta las características del proyecto. Sin embargo, de acuerdo con la promovente, las actividades vinculadas directamente con el cambio de uso del suelo podrían ejecutarse en un período de hasta 12 meses contados a partir de la obtención de las autorizaciones correspondientes tanto en materia forestal como de impacto ambiental.

Cuadro 42. Plazo para las actividades de cambio de uso de suelo forestal para el proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 492".

Programa de trabajo para el cambio de uso de suelo												
Actividades	Meses											
	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	■	■										
Rescate de Fauna y Ahuyentamiento		■	■	■	■							
Remoción de la vegetación				■	■							
Almacenamiento y triturado de material vegetal					■	■	■					
Clasificación y reutilización del material de despalme							■	■				
Nivelación y compactación							■	■				
Reforestación y Reubicación de especies forestales								■	■	■	■	
Mantenimiento e Informes			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

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 desmote.- Esta actividad la realizara una cuadrilla de topografía. Se realizará la delimitación topográfica del proyecto, delimitando las respectivas áreas de desmote 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 desmote 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 2,000 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 45 m³ de tierra para el área de vivero.

Rescate de vegetación.- Esta actividad la realizan un grupo de trabajadores con experiencia en el manejo de cultivos, de preferencia jardineros y ayudantes de jardinería bajo la supervisión de un profesional con experiencia en el manejo de viveros y manipulación de plantas nativas. Consiste en la extracción, embolsado y recuperación de las plantas susceptibles de ser trasplantadas. Dando especial atención a las especies protegidas. Se rescatarán todos los ejemplares de flora protegidos por la NOM-059-SEMARNAT-2010. 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 reubicadas.

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 desmote, 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.

Desmote y despalme.- Esta actividad se realiza una vez que se liberan las áreas por el personal encargado de realizar el rescate ecológico. El desmote 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 desmote. 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.- Durante el desarrollo de todas las actividades se deberá mantener limpio de desechos el frente de trabajo. Así como todas 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 todos los residuos de origen vegetal deben ser triturados e integrados por medio de compostas al sustrato. Además de que se debe fomentar el reciclaje de aquellos productos como son plásticos, pedacería de metales, papel, cartón, producto de los trabajadores.

Por lo tanto y de acuerdo con el programa de trabajo de este proyecto se concluye que las actividades preliminares para la remoción de la vegetación en su conjunto se pretenden ejecutar de manera escalonada y gradual, antes del inicio de la obra, y luego de obtener todos los permisos y autorizaciones correspondientes, para llevar a cabo el cambio de uso del suelo en el terreno forestal que incluye un periodo de 12 meses para la remoción de la vegetación.

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.

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

"Artículo 2...

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

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.

Visto lo anterior y considerando la ubicación geográfica así como las características topográficas del predio, éste no corresponde a una zona de montañas, ni a una zona seca o árida, que le otorgue mayor fragilidad al suelo. El área en cuestión corresponde a una topografía plana, con suelos de tipo, Litosol, 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, y por lo tanto se solicita el CUSTF de 18.02 hectáreas que corresponden al 90% de la superficie total del terreno.

De acuerdo con dicho coeficiente de modificación del suelo, el proyecto realiza la modificación del mismo para poder demostrar su cumplimiento, de los 200,291.91 m² con que está conformado la totalidad del predio, se pretende conservar el 10% manteniendo la vegetación en su estado natural esto es decir 20,029.19 metros cuadrados, lo anterior indica que la solicitud de cambio de uso de suelo es de 90% de la totalidad del predio esto es 180,262.75 m² (18.02ha). Por lo tanto el proyecto cumple cabalmente con la presente disposición ya que pretende destinar como áreas de conservación el 10% de la superficie total del predio.

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% 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 40% 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:

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

\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:

$$IREP = FI \times Er \times IP$$

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 mm, 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 20,029.195 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 despalme 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 despalme 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 20,029.195 m² como áreas verdes naturales que corresponden al 10 % 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 utilización 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% de la superficie total del terreno, mismas que se habrán de integrar como áreas verdes de protección 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 los espacios habitacionales, 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.

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

IX.1. Identificación de Impactos

La metodología usada para realizar la identificación y evaluación de los impactos ambientales producto del cambio de uso de suelo en terrenos forestales del predio donde se pretende llevar a cabo el proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 492", se basó en el documento denominado "Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental" (Espinoza, 2001), y fue a través de listas de verificación, las cuales permiten identificar por un lado las actividades del proyecto que podrían generar un impacto en el ambiente (cuadro 44) y por otro, los componentes (factores) ambientales que serían afectados, así como los indicadores de impacto correspondientes (cuadro 45).

Cuadro 44. Actividades del proyecto que pueden causar impactos sobre el ambiente.

ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDADES	CÓDIGO
Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales	Desmonte y Despalme	1
	Trazo, Relleno y Nivelación	2
	Operación de Maquinaria	3
	Presencia de Trabajadores	4

Cuadro 45. Factores ambientales e indicadores de impacto.

FACTORES AMBIENTALES	INDICADORES DE IMPACTO	CÓDIGO
MEDIO NATURAL		
Aire	Calidad	A
Suelo	Calidad	SC
Agua Subterránea	Calidad	AC
Flora	Diversidad y Abundancia	FLD
	Especies Protegidas	FLP
Fauna	Diversidad y Abundancia	FAD
	Especies Protegidas	FAP
	Fragmentación de Hábitats	FH
MEDIO CONCEPTUAL		
Paisaje (Estética)	Calidad	PC
Naturalidad	Calidad	NC
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO		
Recursos Humanos	Calidad de vida	RHC
	Salud y seguridad	RHS
Economía	Empleo	EM
	Economía Local	EL

Una vez identificadas las actividades que podrían generar un impacto en el ambiente y los factores ambientales que se verían afectados, los posibles impactos ambientales resultantes de

la implementación del proyecto se identificaron y evaluaron de acuerdo con la metodología de matriz de cribado o causa-efecto.

La calificación asignada en las interacciones de las actividades del proyecto con los aspectos del medio natural y socioeconómico está dada por la naturaleza del carácter adverso (-) o benéfico del impacto (+), considerándose adverso (-) cuando una actividad del proyecto actúa en forma negativa sobre algún componente del medio natural, conceptual y socioeconómico, y benéfico (+) cuando la actividad del proyecto actúa sin causar afectación al medio, ocasionando un beneficio.

Cuadro 46. Identificación de los impactos potenciales derivados de la implementación del cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto sobre los diferentes factores ambientales.

				CÓDIGO	Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales			
					Desmonte y despalme	Trazo, relleno y nivelación	Operación de Maquinaria	Presencia de Trabajadores
				1	2	3	4	
Medio Natural	Físico	Aire	Calidad	A	(-)	(-)	(-)	(-)
		Suelo	Calidad	SC	(-)	(-)	(-)	(-)
		Agua Subterránea	Calidad	AC			(-)	(-)
	Biológico	Flora	Diversidad y abundancia	FLD	(-)			
			Especies protegidas	FLP	(-)			
		Fauna	Diversidad y abundancia	FAD	(-)		(-)	(-)
			Especies protegidas	FAP	(-)			
			Fragmentación de hábitats	FH	(-)			
	Medio Conceptual			Paisaje (Estética)	PC			(-)
				Naturalidad	NC	(-)		(-)
Medio Socio-Económico	Recursos Humanos	Calidad de vida	RHC			(-)	(+)	
		Salud y seguridad	RHS				(-)	
	Economía	Empleo	EM				(+)	
		Economía local	EL				(+)	

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 47. Predicción de los Impactos Potenciales derivados de la implementación del cambio de uso del suelo en terrenos forestales del predio donde se pretende llevar a cabo la construcción del proyecto.

ACTIVIDAD	CÓDIGO	IMPACTOS POTENCIALES
AIRE - CALIDAD		
Desmante y Despalme	A-1	Durante las actividades de remoción de la vegetación (desmante) y de la cubierta superficial del terreno (despalme), se afectará temporalmente la calidad del aire por la generación de emisiones atmosféricas (sólidos suspendidos).
Trazo, Relleno y Nivelación	A-2	Durante las actividades de desmante y despalme, 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	A-3	Durante las actividades de desmante y despalme, 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, los trabajadores del proyecto y los habitantes de los predios colindantes durante los días y horas hábiles y se sumará al ruido del tráfico y movimiento urbano existente de la Av. Luis Donaldo Colosio.
Presencia de Trabajadores	A-4	La disposición inadecuada de las aguas residuales sanitarias de los trabajadores, 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, afectará temporalmente la calidad del aire por la generación de malos olores.
SUELO - CALIDAD		
Desmante y Despalme	SC-1	La calidad del suelo en las áreas sujetas a desmante y despalme, sufrirán afectación por la remoción de la vegetación (desmante) y extracción y retiro de la capa fértil superficial (despalme).
Trazo, Relleno y Nivelación	SC-2	Se afectará el suelo por excavaciones, relleno, nivelación y compactación, es decir, modificación puntual de la topografía (relieve).
Operación de Maquinaria	SC-3	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, serán generados aceites, grasas y estopas que pueden afectar aún más la calidad del suelo.
Presencia de Trabajadores	SC-4	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 laborará 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

ACTIVIDAD	CÓDIGO	IMPACTOS POTENCIALES
		<p>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 podría realizar sus necesidades fisiológicas al aire libre, afectando con esta acción a la calidad del suelo.</p>
AGUA SUBTERRÁNEA - CALIDAD		
Operación de Maquinaria	AC-3	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	AC-4	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 podría realizar sus necesidades fisiológicas al aire libre, afectando con esta acción a la calidad del suelo, y por filtraciones la contaminación del manto acuífero.
FLORA – DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA		
Desmonte y Despalme	FLD-1	En cuanto a los impactos sobre la diversidad y abundancia de flora, esta se verá impactada por la remoción de la vegetación de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
FLORA – ESPECIES EN ESTATUS DE PROTECCIÓN		
Desmonte y Despalme	FLP-1	En cuanto a los impactos sobre las especies de flora en estatus de protección, estas se verán impactadas por la remoción de la vegetación de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo en terrenos forestales. De acuerdo con la caracterización de la vegetación del predio, en el sitio no se registró la presencia de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
FAUNA – DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA		
Desmonte y Despalme	FAP-1	El desmonte y el despalme en el sitio del proyecto afectarán principalmente el hábitat de la fauna, reduciéndolo considerablemente para llevar a cabo la implementación del proyecto. De acuerdo con la caracterización de fauna, en el sitio del proyecto se registra la presencia de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 como el caso de la iguana rayada (<i>Ctenosaura similis</i>) y Loro frente blanca (<i>Amazona albifrons</i>).
Operación de Maquinaria	FAD-3	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	FAD-4	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 – ESPECIES EN ESTATUS DE PROTECCIÓN		
Desmonte y	FAP-1	El proyecto, previo a las actividades de cambio de uso de suelo, cuenta con un

ACTIVIDAD	CÓDIGO	IMPACTOS POTENCIALES
Despalme		Programa de Rescate y Ahuyentamiento Ecológico de Fauna, cuyo objetivo principal es 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 como el caso de la iguana rayada (<i>Ctenosaura similis</i>) y Loro frente blanca (<i>Amazona albifrons</i>).
FAUNA – FRAGMENTACIÓN DE HÁBITATS		
Desmonte y Despalme	FH-1	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). Las áreas que se pretenden desmontar para la implementación del proyecto, colinda con un fraccionamiento habitacional.
PAISAJE (ESTÉTICA) - CALIDAD		
Presencia de Trabajadores	PC-4	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-1	Las actividades de desmonte y despalme afectarán la naturalidad de la zona, al remover la vegetación presente en el sitio.
Operación de Maquinaria	NC-3	Se afectará la naturalidad de la zona debido a la contemplación de maquinaria operando durante las presentes actividades.
RECURSOS HUMANOS – CALIDAD DE VIDA		
Operación de Maquinaria	RHC-3	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 habitantes de los predios colindantes.
Presencia de Trabajadores	RHC-4	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, cubre bocas, orejeras, cascos, etc.) de acuerdo con las actividades que desarrollen.
RECURSOS HUMANOS – SALUD Y SEGURIDAD		
Presencia de Trabajadores	RHS-4	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		
Presencia de Trabajadores	EM-4	El proyecto, durante las actividades de cambio de uso de suelo, generará empleos temporales para las personas de la localidad, debido al

ACTIVIDAD	CÓDIGO	IMPACTOS POTENCIALES
		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.
ECONOMÍA – ECONOMÍA LOCAL		
Presencia de Trabajadores	EL-4	En cuanto a la economía local, está se reactivará provocando un beneficio localmente ya que el personal consumirá productos varios de los comerciales cercanos al proyecto (tiendas, tortillerías, puestos de comida, etc.). También se provocará 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 48).

Cuadro 48. Criterios de clasificación de los impactos ambientales.

CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN	CLASES
Por el carácter	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	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	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
	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.

CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN	CLASES
Por la interrelación de acciones y/o alteraciones	<p>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.</p> <p>Impactos sinérgicos: Son aquellos que se producen cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes, supone una incidencia ambiental por la suma de los impactos individuales. Así mismo se incluye en este tipo aquel efecto cuyo modo de acción induce en el tiempo la aparición de otros nuevos.</p>
Por la extensión	<p>Puntual: Cuando la acción impactante produce una alteración muy localizada.</p> <p>Parcial: Aquel cuyo impacto supone una incidencia apreciable en el área estudiada.</p> <p>Extremo: Aquel que se detecta en una gran parte del territorio estudiado.</p> <p>Total: Aquel que se manifiesta en todo el entorno considerado.</p>
Por la persistencia.	<p>Temporal: Aquel que supone una alteración con un plazo de manifestación determinado y por lo general corto.</p> <p>Permanente: Aquel que supone una alteración por tiempo indefinido.</p>
Por la capacidad de recuperación del ambiente	<p>Irrecuperable: Cuando la alteración del medio o pérdida que supone es imposible de reparar.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Fugaz: Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa prácticas de mitigación.</p>

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

En el cuadro 49, se presenta la evaluación de impactos ambientales identificados para el presente proyecto, en función de los criterios expuestos en el cuadro previamente citado.

Cuadro 49. Valoración cualitativa de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto.

CÓDIGO	CARÁCTER	CAUSA-EFECTO	MOMENTO MANIFESTACIÓN	INTERRELACIÓN ACCIONES Y/O ALTERACIONES	EXTENSIÓN	PERSISTENCIA	RECUPERACIÓN
AIRE - CALIDAD							
A-1	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
A-2	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
A-3	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
A-4	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
SUELO – CALIDAD							
SC-1	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Permanente	Irreversible
SC-2	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Permanente	Irreversible
SC-3	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Reversible
SC-4	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Reversible
AGUA SUBTERRÁNEA – CALIDAD							

CÓDIGO	CARÁCTER	CAUSA-EFECTO	MOMENTO MANIFESTACIÓN	INTERRELACIÓN ACCIONES Y/O ALTERACIONES	EXTENSIÓN	PERSISTENCIA	RECUPERACIÓN
AC-3	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Reversible
AC-4	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Reversible
FLORA – DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA							
FLD-1	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Irreversible
FLORA – ESPECIES EN ESTATUS DE PROTECCIÓN							
FLP-1	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Irreversible
FAUNA – DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA							
FAD-1	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Irreversible
FAD-3	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
FAD-4	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Reversible
FAUNA – ESPECIES EN ESTATUS DE PROTECCIÓN							
FAP-1	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Irreversible
FAUNA – FRAGMENTACIÓN DE HÁBITATS							
FH-1	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Irreversible
PAISAJE (ESTÉTICA) - CALIDAD							
PC-4	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Reversible
NATURALIDAD - CALIDAD							
NC-1	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Permanente	Irreversible
NC-3	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
RECURSOS HUMANOS – CALIDAD DE VIDA							
RHC-3	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
RHC-4	Positivo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	-
RECURSOS HUMANOS – SALUD Y SEGURIDAD							
RHS-4	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Reversible
ECONOMÍA – EMPLEO							
EM-4	Positivo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	-
ECONOMÍA – ECONOMÍA LOCAL							
EL-4	Positivo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	-

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 50 para estimar la incidencia del proyecto sobre los distintos factores y atributos ambientales.

Cuadro 50. 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
	Neutro	-	0
	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

CRITERIO	EVALUACIÓN	DESCRIPCIÓN	VALORES
	Media	Moderada severidad y/o frecuencia del impacto	2
	Alta	Alta severidad y/o frecuencia del impacto	3
Ocurrencia (O)	Poco Probable	Baja probabilidad que los impactos se presenten	1
	Probable	Media probabilidad que los impactos se presenten	2
	Muy Probable	Alta probabilidad que los impactos se presenten.	3
Extensión (E)	Puntual	Se encuentra dentro de las áreas de concesión o propiedad del promotor.	1
	Local	Excede las áreas de concesión o propiedad del promovente y se encuentra dentro de las áreas de administración local (municipio)	2
	Regional	Excede las áreas de administración local	3
Duración (D)	Corta	Durante la etapa de construcción del proyecto	1
	Media	Duradera la operación del proyecto	2
	Permanente	Duradera en toda la vida del proyecto	3
Reversibilidad (R)	Reversible	No requiere ayuda humana para volver a las condiciones iniciales.	1
	Parcial	Si se requiere ayuda humana para volver a las condiciones iniciales.	2
	Irreversible	Se debe generar una nueva condición ambiental.	3

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

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

Con los resultados de la valoración de los impactos según los criterios seleccionados, se califica la seriedad del mismo de acuerdo a la ponderación que se muestra en el cuadro 51.

Cuadro 51. Ponderación para la valoración de impactos ambientales.

Negativo (-)	
Severo	$\geq (-) 15$
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:** 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.

A continuación los resultados de la ponderación y valoración de los impactos se sintetizan en el cuadro 52.

Cuadro 52. Valoración cuantitativa de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto.

FACTOR AMBIENTAL	CÓDIGO	C	P	I	O	E	D	R	VALOR
AIRE	A-1	-1	1	1	2	1	1	1	-7
	A-2	-1	1	1	3	1	1	1	-8
	A-3	-1	1	1	1	1	1	1	-6
	A-4	-1	1	1	1	1	1	1	-6
SUELO	SC-1	-1	3	3	3	1	3	2	-15
	SC-2	-1	3	3	3	1	3	2	-15
	SC-3	-1	1	2	1	1	1	1	-7
	SC-4	-1	1	2	1	1	1	1	-7
ACUÍFERO	AC-3	-1	1	2	1	1	1	1	-7
	AC-4	-1	1	2	1	1	1	1	-7
FLORA	FLD-1	-1	3	3	3	1	3	2	-15
	FLP-1	-1	3	3	3	1	3	2	-15
FAUNA	FAP-1	-1	3	3	3	1	3	2	-15
	FAD-3	-1	2	1	2	1	1	1	-8
	FAD-4	-1	2	1	1	1	1	1	-7
	FAP-1	+1	2	1	3	1	1	-	8
FRAGMENTACIÓN	FH-1	-1	3	3	3	1	3	2	-15
PAISAJE	PC-4	-1	1	1	1	1	1	1	-6
NATURALIDAD	NC-1	-1	1	2	3	1	2	2	-11
	NC-3	-1	1	1	3	1	1	1	-8
RECURSOS HUMANOS	RHC-3	-1	1	2	2	1	1	1	-8
	RHC-4	+1	3	1	3	1	1	-	9
	RHS-4	-1	1	1	1	1	1	1	-6
EMPLEO Y ECONOMÍA	EM-4	+1	2	1	3	1	1	-	8
	EL-4	+1	2	1	3	1	1	-	8

NOTA: Compatible:  Moderado:  Bajo:  Mediano: 

IX.4 Conclusiones.

Con la perspectiva planteada en los instrumentos de planeación ambiental aplicables en este predio, mediante este estudio se demuestra que la remoción de la vegetación en una superficie de 18.02 hectáreas para la construcción de este proyecto no se 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 ya que existirán medidas de mitigación y/o prevención aplicables para cada uno de los impactos generados, 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 baldío. Se puede concluir que la implementación del cambio de uso de suelo en terrenos forestales para llevar a cabo la construcción del proyecto generará un total de 25 impactos ambientales, de los cuales 88% se identificaron como negativos (22 impactos), mientras que el 12% se identificaron como positivos (3 impactos).

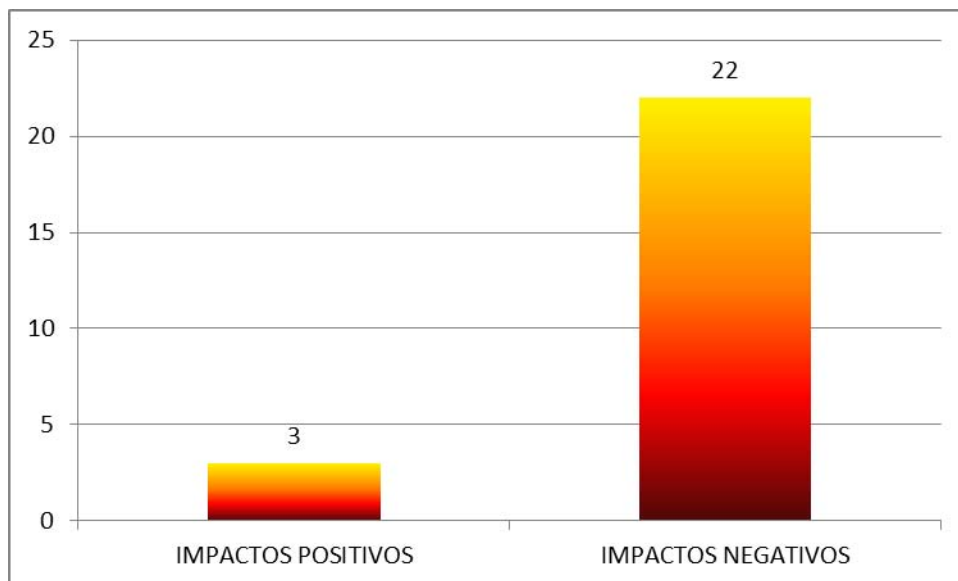


Figura 22. Impactos ambientales negativos y positivos que serán generados por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto.

IX.4.1. Impactos Negativos.

Dentro de los 22 impactos que fueron identificados como negativos, mediante la aplicación de los criterios para la valoración cuantitativa de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto, se ponderó que 14 son compatibles, mientras que 8 son moderados. Por lo antes mencionado, para dichos impactos ambientales no se necesitan prácticas mitigadoras (impactos compatibles), o en su defecto, se precisan prácticas de mitigación simples (impactos moderados).

Para cada uno de los impactos ambientales negativos producto de la implementación del cambio de uso de suelo sobre el medio natural, conceptual y socioeconómico, se cuenta con medidas de prevención, mitigación y/o compensación las cuales se describen de manera detallada en el Capítulo X.

Los impactos permanentes más relevantes que serán generados por el proyecto están relacionados con la modificación del entorno, remoción de la cobertura vegetal para llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Este es un escenario que ya se tiene contemplado en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad y del Programa de Desarrollo Urbano de la ciudad de Playa del Carmen el cual, cuenta con medidas para evitar los impactos acumulativos por la implementación del presente proyecto, como son el servicio de recolección de basura y consolidación de áreas verdes en la zona.

IX.4.2. Impactos Positivos

Dentro de los 3 impactos que fueron calificados como positivos, los tres se consideran bajos.

Los impactos benéficos consisten básicamente en el rescate y reubicación de las especies vegetales de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo, lo cual promoverá la protección de especies vegetales de importancia ecológica, económica y de ornato y enriquecerá los elementos paisajísticos, vistas panorámicas y naturalidad de la zona del proyecto. La autorización del cambio de uso de suelo del proyecto y la consecuente puesta en marcha del proyecto, traerá consigo un beneficio en cuanto a la economía local ya que se provocará la generación de empleos temporales durante su construcción, lo que provocará que la calidad de vida, salud y seguridad, bienestar y estilo de vida de los habitantes de la zona sea adecuada.

IX.4.3. Conclusiones generales

Con la información generada en el DTU-A del presente proyecto y de acuerdo con la perspectiva planteada en los instrumentos de planeación ambiental aplicables en este predio, mediante este estudio se demuestra que la remoción de la vegetación en una superficie de 18.02 hectáreas que requiere este proyecto, no se 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 baldío.

Con la finalidad de plantear información suficientemente válida para sustentar la afirmación anterior, se puede observar como el sitio del proyecto se localiza en un sistema ambiental que está fuertemente influenciado por la presencia de la zona urbana de la ciudad de Playa del Carmen.

Este centro de población se encuentra regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, el cual es un instrumento establecido por la Legislación

Ambiental Mexicana, el área del proyecto se ubica en la 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, en el sitio del proyecto se anticipa un proceso continuo de degradación de los recursos naturales, derivados del avance de la mancha urbana y que tiene como consecuencia la pérdida o transformación de las características funcionales del ecosistema de selva para dar paso a un área urbanizada, provocando la interrupción de los procesos de regeneración natural.

En la cuadro 53, se presenta la superficie expresada en metros cuadrados y hectáreas, así como el porcentaje de ocupación de cada una de las condiciones de la vegetación y los usos de suelo de las condiciones que prevalecen en este sistema ambiental.

Cuadro 53. 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 Ha	100%

El cambio de uso de suelo en terrenos forestales de interés del presente documento, representa únicamente el 0.35% del sistema ambiental, por lo que su afectación a este sistema ambiental es mínima ya que todo el sistema ambiental (77.66%) corresponde a vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia en distintos estados de desarrollo y conservación.

El predio en donde se pretende realizar el cambio de uso del suelo está fuertemente influenciado por un entorno previamente fraccionado y sujeto a presiones de urbanización. El predio se encuentra dentro del área urbana, donde predomina el uso de suelo habitacional con presencia de comercios, servicios, espacios deportivos, escuelas entre otros.

Al interior del predio, se considera que no se compromete la biodiversidad de especies de flora y fauna ya que de acuerdo con la información recopilada en este predio, no se registraron especies de flora consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, pero si se observó dos individuos de especie protegida de fauna: la Iguana gris (*Ctenosaura similis*) y Loro frente blanca (*Amazona albifrons*). Estas especies presentan una amplia distribución en la zona. Como medidas de mitigación de los impactos potenciales sobre la vegetación y fauna se propone ejecutar los programas de rescate de las plantas sanas y vigorosas, y el rescate y ahuyentamiento de la fauna de lento desplazamiento que se encuentren en las áreas de despampe de este proyecto, dando especial atención a las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Se considera que la afectación a la biodiversidad con respecto a la fauna silvestre es mínima, tomando en cuenta la capacidad de desplazamiento, la aplicación de las medidas de mitigación propuestas y por el porcentaje de áreas de conservación al interior del predio y las afectaciones que el predio ha sufrido a lo largo de los últimos años por encontrarse inmerso dentro de la zona urbana.

El desarrollo de este proyecto afectará de manera moderada la protección y recuperación de suelos, más no lo pondrá en riesgo, ya que implica la remoción de la cobertura vegetal y consecuentemente de la capa superficial del suelo alterando sus componentes físicos del predio. Su afectación será puntual y circunscrita a la zona de cambio de uso de suelo. Al respecto resulta importante mencionar que al interior del predio se mantendrá una superficie de áreas de conservación del 10%, las cuales contribuirán a la generación de materia orgánica, manteniendo los procesos de fijación y formación de suelos. Además, entre las medidas de mitigación, se contempla que en las áreas donde se pretende realizar el cambio de uso de suelo se realice la recuperación de suelo vegetal o tierra de monte y se realicen riegos constantes hasta la etapa de construcción.

En cuanto a la provisión de agua en calidad y cantidad. De acuerdo con los resultados obtenidos, debido al cambio de uso de suelo realizado para el proyecto en una superficie de 18.02 hectáreas, la infiltración en el sitio se garantiza al conservar 20,029 metros cuadrados como áreas verde de conservación que se mantendrán de manera intactas, además se promueve mantener el 40% de áreas permeables en el predio. Bajo este concepto, el proyecto no alterara de manera significativa la captación de agua en la zona.

Aunado a lo anterior, para evitar la contaminación del suelo, subsuelo y por consecuencia el manto freático, existirán medidas de mitigación y/o prevención aplicables para cada uno de los impactos generados, por lo que se considera que la afectación será mínima.

En relación con el servicio de generación de oxígeno, se considera que no derivará en afectaciones significativas en la prestación del mismo, lo anterior, dado que la superficie de cambio de uso de es mínima, si se compara con la superficie forestal remanente en el área de influencia y sobre la cual existe vegetación forestal que presta el servicio de generación de oxígeno. Asimismo, al interior del predio se contará con un 10% de áreas verdes de conservación en su estado natural, las cuales seguirán prestando el servicio ambiental.

En relación con la **productividad a largo plazo**, la condición de uso del suelo urbano de este terreno constituye un elemento técnico de importancia; toda vez que este uso limita el manejo y aprovechamiento forestal y se contempla como incompatible en los instrumentos de planeación, lo que asegura que no existan conflictos ambientales entre ambos usos del suelo.

Derivado de los resultados del análisis del inventario forestal y la estimación volumétrica obtenida se presentan las existencias reales por hectárea y por la superficie de cambio de uso de suelo en el que se incluyen todas las especies registradas en el predio, así como la

biodiversidad que habita en el predio,

Derivado de la comparación de la biodiversidad que se encuentra en el predio sujeta a cambio de uso de suelo con la del sistema ambiental, se puede concluir que la remoción de la vegetación de 18.02 hectáreas no corresponde a una zona única o en peligro, por lo que se garantiza su permanencia dentro del sistema ambiental, incluso dentro del mismo predio manteniendo un 10% como áreas verdes de conservación.

Por 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, por lo que se considera que la afectación será mínima.

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.

A continuación se describen las medidas de prevención y mitigación (Cuadro 54) previstas para los impactos ambientales negativos producto del cambio de uso del suelo en terrenos forestales del proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 492", sobre el medio natural, conceptual y socioeconómico:

Cuadro 54. Medidas de prevención y mitigación para los impactos ambientales negativos identificados.

CÓDIGO IMPACTO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
AIRE - CALIDAD		
A-5	Prevencción	La superficie desmontada deberá permanecer expuesta el menor tiempo posible, para evitar el transporte de polvos por el viento.
	Prevencción	Estará prohibida la quema de basura y material orgánico resultante de la limpieza, desyerbe y desmonte.
A-8	Prevencción	Durante todo el proceso de cambio de uso de suelo se utilizarán lonas en los vehículos de transporte de materiales pétreos para evitar la dispersión de polvos. Así mismo, durante las actividades de trazo, relleno y nivelación, se deberá humedecer el material para reducir el incremento de polvo en el aire y evitar afectaciones a la vegetación aledaña.
A-11	Prevencción	Las emisiones de los vehículos automotores y maquinaria serán vertidas directamente a la atmósfera, por lo que se utilizaran vehículos, maquinaria y equipo con el sistema de escape y silenciadores en buenas condiciones de operación, así como, adecuada afinación de los motores de combustión interna por lo que las emisiones estarán debajo de los niveles máximos permisibles establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas siguientes: NOM-041-SEMARNAT-2006 que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible; NOM-045-SEMARNAT-1996 que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo, proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible; NOM-080-SEMARNAT-1994 que establece los niveles máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores; además de ajustarse al horario permitido por la misma. Los gases resultantes serán dispersados en la atmósfera por la acción de los vientos dominantes.
A-12	Mitigación	Se deberán instalar 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.
SUELO - CALIDAD		
SC-5	Mitigación	Para evitar la erosión del suelo se debe reducir el tiempo entre el desmonte y

CÓDIGO IMPACTO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
FLD-6		el despalme para evitar la exposición prolongada de la capa orgánica.
	Mitigación	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.
SC-8	Mitigación	La modificación puntual de la topografía del sitio, requerirá de la adquisición de materias primas tales como sascab o polvo de piedra, grava o gravilla, etc., afectando el ecosistema del cual serán extraídos, por lo cual tales materias primas deberán ser adquiridas de fuentes que cuenten con los permisos de explotación correspondientes.
SC-11	Prevención	Para prevenir la contaminación del suelo por hidrocarburos, se establecerán sistemas de control de derrames de combustibles y lubricantes de la maquinaria pesada, y no se deberá realizar reparaciones mayores en el área del proyecto. En el sitio donde se almacene combustible (aunque sea en mínimas cantidades), deberá estar impermeabilizada y deberá contar con los señalamientos respectivos. Los aceites, grasas y estopas una vez utilizados ("quemados"), serán depositados en recipientes especiales para ser entregados a personal autorizado para su reciclamiento o disposición final.
SC-12	Mitigación	Para evitar el impacto generado por la basura orgánica e inorgánica, durante la etapa de preparación del sitio se instalarán contenedores rotulados (basura orgánica e inorgánica) en lugares estratégicos dentro del predio para depositar la basura generada. Los contenedores serán vaciados periódicamente, trasladando los desechos, en camiones recolectores autorizados.
AGUA SUBTERRÁNEA - CALIDAD		
AC-11	Mitigación	Para prevenir la contaminación del acuífero por hidrocarburos, se establecerán sistemas de control de derrames de combustibles y lubricantes de la maquinaria pesada, y no se deberá realizar reparaciones mayores en el área del proyecto. En el sitio donde se almacene combustible (aunque sea en mínimas cantidades), deberá estar impermeabilizada y deberá contar con los señalamientos respectivos. Los aceites, grasas y estopas una vez utilizados ("quemados"), serán depositados en recipientes especiales para ser entregados a personal autorizado para su reciclamiento o disposición final.
AC-12	Mitigación	Se instalarán 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. Toda fuga proveniente de dichos sanitarios, deberá ser reparada de inmediato, para evitar su filtración al acuífero.
FLORA		
FLD-1 FLD-5 FLP-5	Prevención	El proyecto, previo a las actividades de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, contempla la implementación de una Programa de Rescate y Reubicación de especies de la vegetación forestal, con el cual se pretende proteger y conservar especies de flora nativa mediante técnicas apropiadas para garantizar su permanencia. Lo anterior generará que la calidad del suelo de las áreas de conservación, se mejoren considerablemente ya que las plantas

CÓDIGO IMPACTO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
		rescatadas se trasplantarán en aquellos, evitando con ello la destrucción y erosión del suelo. Las plantas rescatadas serán mantenidas temporalmente en un vivero dentro del sitio del proyecto, para su mantenimiento. Incluir protección de árboles en áreas verdes y acciones de reforestación en áreas verdes, jardines, camellones de avenidas y estacionamientos.
FAUNA		
FAD-5 FAP-5	Prevención	El proyecto, previo a las actividades de cambio de uso de suelo, cuenta con un Programa de Rescate y Ahuyentamiento de fauna silvestre, cuyo objetivo principal es 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 como el caso de la iguana rayada (<i>Ctenosaura similis</i>) y Loro frente blanca (<i>Amazona albifrons</i>) enlistada en la presente Norma ambiental. En el caso de especies animales de lento o escaso desplazamiento éstas deberán ser capturadas mediante trampas (que no produzcan daño al ejemplar, solo confinamiento o inmovilización), para ser trasladadas y posteriormente liberadas en ecosistemas similares en los cuales no se vislumbre próximo un proceso de afectación.
FAD-11	Prevención	En relación con la fauna presente en el predio, será primordial que los desmontes se realicen por etapas y en un solo frente de trabajo, con la finalidad que la mayor parte de la fauna se desplace libremente hacia los sitios donde no existan afectaciones. Lo anterior facilitará el trabajo de rescate ecológico, ya que los esfuerzos se concentrarán hacia los organismos de lento desplazamiento, crías en nidos o aquellos que ocupan hábitats muy particulares (cuevas y tronco huecos, principalmente).
FAD-12	Prevención	Se deberán llevar a cabo pláticas de educación ambiental con los trabajadores de la obra, en donde planteen los señalamientos de evitar molestar a las especies de fauna silvestre que puedan deambular por la zona, y su afectación por la mala disposición de los residuos sólidos. Se instalarán contenedores rotulados (basura orgánica e inorgánica) en lugares estratégicos dentro del predio para depositar la basura generada. Los contenedores serán vaciados periódicamente, trasladando los desechos, en camiones recolectores autorizados.
FAUNA – FRAGMENTACIÓN DE HÁBITATS		
FH-5	Mitigación Compensación	Las áreas que se pretenden desmontar para la implementación del proyecto, se encuentran delimitadas por vialidades y asentamientos humanos. Como parte del programa de reforestación, se enriquecerán las áreas de jardinadas.
PAISAJE (ESTÉTICA) - CALIDAD		
PC-12	Mitigación	Se deberán instalar 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. Para evitar el impacto generado por la basura orgánica e inorgánica, durante las etapas de preparación del sitio y construcción se instalarán contenedores rotulados (basura orgánica e inorgánica) en lugares estratégicos dentro del predio para depositar la basura generada.

CÓDIGO IMPACTO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
		Los contenedores serán vaciados periódicamente, trasladando los desechos, en camiones recolectores autorizados.
NATURALIDAD - CALIDAD		
NC-5 NC-11	Mitigación	La construcción del proyecto se deberá llevar a cabo dentro del plazo mencionado en el Programa de Obra, para recuperar el paisaje urbano y ciudadano y limitar el transporte de polvos por el viento y la erosión.
RECURSOS HUMANOS – CALIDAD DE VIDA		
RHC-11	Prevención	La maquinaria empleada durante el desarrollo del proyecto deberá contar con sistemas de reducción de ruido (mofles y/o silenciadores) y ajustarse al horario permitido.
RECURSOS HUMANOS – SALUD Y SEGURIDAD		
RHS-12	Mitigación	Se deberán instalar 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. Para evitar el impacto generado por la basura orgánica e inorgánica, durante las etapas de preparación del sitio y construcción se instalarán contenedores rotulados (basura orgánica e inorgánica) en lugares estratégicos dentro del predio para depositar la basura generada. Los contenedores serán vaciados periódicamente, trasladando los desechos, en camiones recolectores autorizados.

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.

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, se aplicaran de manera eficaz.

Los resultados de ponderación y valoración de los impactos ambientales residuales se sintetizan en el Cuadro 55.

Cuadro 55. Valoración cuantitativa de los impactos ambientales residuales para el proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 492", una vez implementadas las medidas de prevención y mitigación planteadas por el proyecto.

CÓDIGO	C	P	I	O	E	D	R	VALOR
AIRE - CALIDAD								
A-5	-1	1	1	1	1	1	1	-6
A-8	-1	1	1	1	1	1	1	-6
A-11	-1	1	1	1	1	1	1	-6
A-12	-1	1	1	1	1	1	1	-6
SUELO – CALIDAD								

SC-5	-1	1	1	2	1	3	3	-11
SC-8	-1	1	1	2	1	3	3	-11
SC-11	-1	1	1	1	1	1	1	-6
SC-12	-1	1	1	1	1	1	1	-6
AGUA SUBTERRÁNEA – CALIDAD								
AC-11	-1	1	1	1	1	1	1	-6
AC-12	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FLORA – DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA								
FLD-1	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FLD-5	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FLD-6	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FLORA – ESPECIES EN ESTATUS DE PROTECCIÓN								
FLP-5	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FAUNA – DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA								
FAD-5	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FAD-11	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FAD-12	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FAUNA – ESPECIES EN ESTATUS DE PROTECCIÓN								
FAP-5	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FAUNA – FRAGMENTACIÓN DE HÁBITATS								
FH-5	-1	1	1	2	1	3	3	-11
PAISAJE (ESTÉTICA) - CALIDAD								
PC-12	-1	1	1	1	1	1	1	-6
NATURALIDAD - CALIDAD								
NC-5	-1	1	1	2	1	3	3	-11
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, únicamente cuatro impactos ambientales, fueron clasificados como Moderados (el resto de los impactos fueron compatibles), los cuales persisten después de la implementación de las medidas de prevención y/o mitigación y se describen a continuación:

- SC-1: 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).

- SC-2: Durante las presentes actividades se afectará el suelo por excavaciones, relleno, nivelación y compactación, es decir, modificación puntual de la topografía (relieve).
- FH-1: Fragmentación de Hábitats
- NC-1: Las actividades de desmonte y despalme afectarán la naturalidad de la zona, al remover la vegetación presente en el sitio del proyecto.

Estos impactos ambientales residuales que serán generados por el proyecto están relacionados con la modificación del entorno, remoción de la cobertura vegetal para llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Este es un escenario que ya se tiene contemplado en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, dado que el sitio del proyecto se localiza dentro de una zona de aprovechamiento urbano y como tal el sitio del proyecto forma parte del paisaje urbano que prevalece en la zona.

X.3 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

En caso de que el inmueble de interés no se desarrolle ningún tipo de proyecto, es de esperarse que prosiguiera en el sitio su tendencia actual hacia la restitución de la calidad ambiental del mismo. No obstante, se deberán tomar en consideración que el predio de interés se cubre de una vegetación que es resultado de las afectaciones generadas por el paso de los huracanes Gilberto (1988). Este fenómeno se consideró de naturaleza catastrófica.

En este sentido, se debe confirmar que luego de casi 26 años de paso de los fenómenos naturales, para toda esta zona no se muestra de manera franca que se esté dando la restitución de la estructura de la selva mediana subperennifolia. Es por ello que aún prevalece una cobertura de selva que se encuentra dominada por una vegetación secundaria arbórea y arbustiva. Además y en este caso, se debe considerar los estudios de Whigham, et al. (1990) quienes llevaron a cabo la valoración del ritmos de crecimiento de las especies de la selva mediana subperennifolia y en donde se registra que en promedio estas pueden alcanzar un incremento de 0.5 cm anuales.

Por lo que de acuerdo con estos datos, se puede considerar que para que un individuo alcance una talla por arriba de los 30 cm en DAP, se requiere de cerca de 60 años, suponiendo que este crecimiento fuera continuo. No obstante, dentro de este concepto no está incluido el tiempo que requiere una especie para su desarrollo desde su germinación hasta alcanzar el primer centímetro en DAP. De esta forma, la restitución de la estructura de la selva mediana subperennifolia como ecosistema dominante puede ser un evento tardío y que de alguna manera se está vislumbrado en el estado actual de la vegetación del predio que consiste básicamente de cuantiosas especies arbustivas y herbáceas.

En otro sentido, actualmente la zona cuenta con vialidades de acceso, por lo que el escenario que se pudiera presentar es que comience a darse algún proceso de invasión de tierras, la disposición y acumulación de basura y todo tipo de desechos que ocurre en la periferia de todas las ciudades, la extracción de recursos como son: leña, roca calcárea, tierra vegetal, etc.

De no llevarse a cabo la implementación del cambio de uso de suelo en terrenos forestales para continuar con la implementación del proyecto. No se podrá cubrir la construcción de las vialidades que serán el paso para la urbanización y por consiguiente la demanda de vivienda en esta zona de la Ciudad de Playa del Carmen, y el esquema de negocio de la promovente se verá alterado al no poder llevar a cabo la construcción programadas para este predio de acuerdo con los instrumentos de planeación urbana correspondientes.

Aunado a lo anterior, la calidad ambiental de la vegetación del predio en general, se verá en constante detrimento ya que se encuentra colindante con áreas habitacionales y por lo antes mencionado se puede dar la presencia de quemas, tiraderos clandestinos, defecación al ras del suelo, asentamientos irregulares, extracción de flora y fauna entre otros.

En la Figura 23, se representan las condiciones ambientales que en la actualidad existen en la zona de influencia de este proyecto, por lo que está fuertemente influenciado por un entorno previamente fraccionado y sujeto a presiones de urbanización.

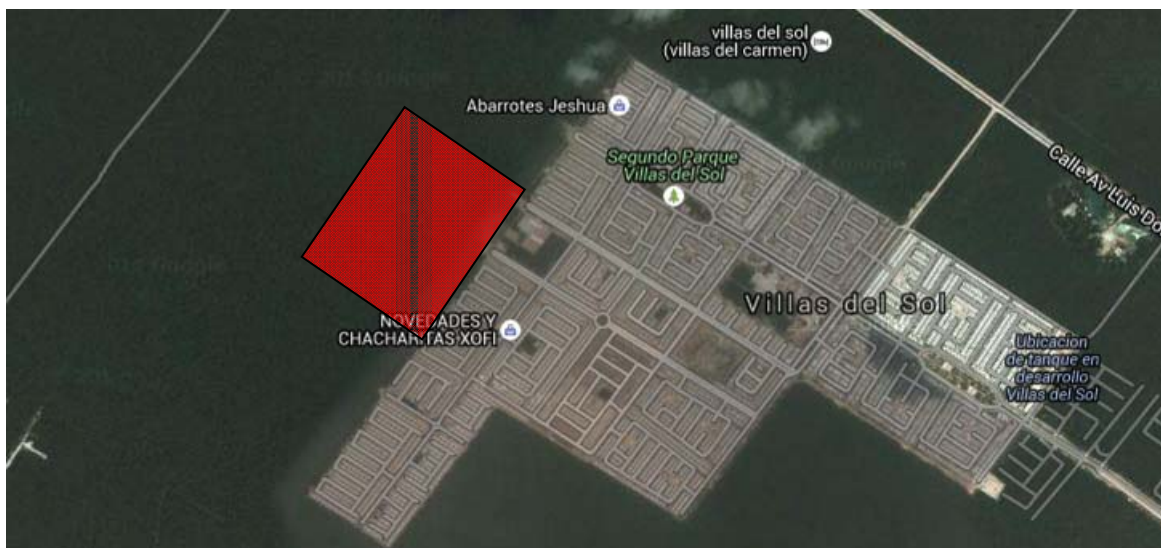


Figura 23. Escenario del predio sin la implementación del proyecto.

X.4. Descripción y análisis del escenario con proyecto.

En caso de realizarse el proyecto en la Parcela 492, sin que se lleven a cabo las medidas de prevención, mitigación y compensación mencionadas en el presente documento, se tendrían los siguientes escenarios:

- Durante las etapas de preparación del sitio se habría de esperar el desmonte total de la vegetación existente dentro de la propiedad.
- Durante la etapa de preparación de sitio y de construcción de la obra civil, el proyecto pudiera convertirse en una fuente discontinua de emisión de polvo y gases contaminantes provenientes principalmente de los camiones de transporte de

materiales. Así como por las excavaciones, cortes, nivelaciones y la construcción civil, que sin control, provocarían algunas molestias a los habitantes de la zona y afectaciones al aire, agua y suelo dentro del sitio.

- Se podría tener una producción importante de algunos residuos sólidos y líquidos, que podrían generar desde malos olores hasta la atracción, contaminación del medio físico y crecimiento de fauna nociva.
- En caso de que los trabajos de construcción no se realizaran conforme al programa de trabajo y se aumentara el tiempo necesario, los efectos negativos que generará podrían prolongarse y la presencia de los impactos llevaría a un periodo de recuperación mayor.
- Durante la construcción en la zona disminuiría la calidad visual y ambiental, ya que en el caso de viento los contaminantes en la atmósfera podrían acumularse en mayor cantidad sobre las áreas habitadas aledañas al sitio del proyecto.
- El escenario, presentaría un incremento de partículas sólidas en suspensión deteriorando las condiciones del paisaje, incrementando los desechos sólidos en sitios no autorizados y potencialmente se constituirían como un foco infección y fuente de contaminación del suelo.

Por lo que, a lo señalado anteriormente, el proyecto se pretende desarrollar en apego a la legislación ambiental y urbana, así como a los instrumentos de planeación ambientales que se citan a continuación, en los cuales ya se tiene contemplado el escenario de desarrollo del predio ya que le asignan al mismo un uso de suelo predominante urbano.

- Programa de Desarrollo Urbano de Playa del Carmen, Quintana Roo.
- Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Solidaridad.

Con lo antes mencionado, se permite anticipar un proyecto viable en el ámbito legal ambiental y urbano, ya que se diseñó en apego a los criterios ambientales y lineamientos urbanos aplicables al sitio.

De llevarse a cabo el desarrollo del proyecto de interés, se podrá satisfacer la demanda de vivienda de interés social para esta zona de la Ciudad de Playa del Carmen. Aunado a lo anterior, como parte del programa de reforestación, las plantas rescatadas en el sitio del proyecto se utilizarán para enriquecer las zonas de conservación del proyecto, proyectadas para las áreas jardinadas, parques camellones y áreas de estacionamientos.

Por lo tanto en el escenario del proyecto el cual se desarrollara en un predio que cuenta con una superficie total de 200,291.95 m² (20.02 has), en él se podrá observar el desplante de un desarrollo habitacional compuesto de aproximadamente 1,168 unidades habitacionales de interés social y una serie de vialidades, rodeado de un entorno de áreas comunes como parques, jardines y áreas comerciales.

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 y autorizadas, 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 ambientales:

- Aire
- Suelo
- Acuífero
- Diversidad y abundancia de flora y fauna, así como las enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Paisaje
- Recursos Humanos

Con lo antes mencionado, se permite anticipar un proyecto viable en el ámbito ambiental, ya que no pone en riesgo la diversidad de especies de flora y fauna en peligro de extinción, ni la contaminación del suelo, subsuelo y atmósfera ocasionado por la generación de residuos sólidos y líquidos ya que existirán medidas de mitigación y/o prevención aplicables para cada uno de los impactos generados.

El escenario que se tendrá en el caso de que se apliquen las medidas de prevención de impactos ambientales corregieran los problemas ambientales que se generarían habrá de redundar en las siguientes consideraciones:

- Se habrá de llevar a cabo una edificación con base en planos de obra debidamente autorizados por la Dirección de Desarrollo Urbano del municipio de Solidaridad.
- Se contará con las autorizaciones materia de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo, y con ello se dictaminarán de todas las medidas de protección que se deben llevar a cabo para evitar afectaciones dolosas a los elementos del ambiente.
- Se mitigará la generación de polvos, gases y desechos que afectan la calidad de aire y suelo.
- Se conservará las características de la vegetación correspondientes con las áreas verdes que propone el desarrollo y se habrá sembrar plantas nativas que mitiguen aún más los impactos ambientales.
- 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.
- Con la vegetación que será conservada se promoverán las condiciones para que la fauna silvestre pueda adaptarse a estas nuevas condiciones ya que contarán con espacios arbolados para que sean utilizados para su descanso, alimentación e incluso anidación.
- El paisaje será una combinación del elemento urbano con áreas verdes.

- Se crearán empleos durante la construcción de la obra.

Los impactos permanentes más relevantes que serán generados por el proyecto están relacionados con la modificación del entorno, remoción de la cobertura vegetal para llevar a cabo la construcción del desarrollo habitacional. Este es un escenario que ya se tiene contemplado en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local correspondiente, ya que le asigna al sitio del proyecto un uso de suelo urbano. Por su parte, el municipio de Solidaridad cuenta con medidas para evitar los impactos acumulativos de la construcción del presente proyecto, como recolección de basura y consolidación de áreas verdes. En cuanto a los impactos benéficos, la implementación del proyecto traerá consigo un beneficio en cuanto a la economía local, ya que se provocará la generación de empleos temporales durante su construcción.

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. Este es un escenario que ya se tiene contemplado en los Programas de Ordenamiento Ecológico de la Región y en específico para el sitio del proyecto se cuenta con una política de aprovechamiento sustentable.

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 implementación de las medidas de prevención propuestas permitirá al proyecto ser menos agresivo con el ambiente; las medidas tienen como objetivo de mitigar los efectos de las actividades del proyecto sobre los componentes ambientales en todas las etapas que implica su ejecución.

En la búsqueda de un área proclive donde se pueda desarrollar el proyecto, se encontró el señalado en todo el trabajo, mismo que muestra una zona con conveniencia y aprobación con el tipo de uso de suelo tanto a nivel estatal como a nivel municipal, procurando que no tuviera un riesgo al medio ambiente o que este sea mínimo.

Por ello durante la construcción se tendrán en cuenta las medidas de mitigación señaladas relativas a patios de maniobras, trabajos sobre el trazo y terracerías de acceso a la obra, durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.

Además de que con la aplicación de programas de rescate de flora y fauna y de reforestación de áreas verdes y mantener un 10% de la superficie total del predio como áreas de conservación, se logrará minimizar los efectos negativos de los impactos ambientales generados, durante la preparación y construcción, se reduciría la contaminación atmosférica a través de la aplicación

de acciones para evitar la contaminación del aire, un plan de manejo integrado de residuos sólidos, con los cuales serían subsanados los efectos negativos de modo simultaneo disminuyendo los riesgos de contaminación del suelo y/o agua y garantizando la protección de la vida silvestre.

En lo que refiere a la calidad de vida de los habitantes de la región, se debe mencionar que el mejoramiento del nivel y calidad de vida es un fenómeno complicado, ligado al nivel sociocultural y educativo de la gente, por lo que se podría decir que este habrá de mejorar sustancialmente. Asimismo, se creará fuentes de empleo directas y de capacitación y otras oportunidades, que son importantes para el desarrollo de las actividades económicas del municipio.

X.7 Programa de Manejo Ambiental

Aunando a las medidas de prevención y mitigación establecidas en la Sección IX.1 para los impactos ambientales que pueda generar por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales de una superficie de 18.02 hectáreas del proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 492", 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 los dispuesto en el párrafo cuarto del artículo 117 de la Ley, la Secretaría incluirá en su resolución de autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, mismo que estará obligado a cumplir el titular de la autorización.*

La Secretaría deberá de integrar el programa, con base en la información sobre las medidas de prevención y mitigación de impactos sobre los recursos forestales, la flora y fauna silvestres, referidos en la fracción VIII del artículo 121 de este Reglamento.

Con base en la información proporcionada por el interesado en el estudio técnico justificativo, el programa deberá incluir el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, el plano georreferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de cambio de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento (Artículo adicionado DOF 24-02-2014).

Este programa tiene como objetivo el rescate las especies y ejemplares susceptibles de ser rescatadas. Se pretende el rescate de aproximadamente 9,360 plantas silvestres de cuando menos 23 especies nativas en el predio destinado para la construcción de viviendas e infraestructura urbana. Todas las especies que sean rescatadas serán reincorporadas dentro de las áreas verdes como; parques Jardines, Camellones, áreas de estacionamiento y en la zona próxima a las áreas afectadas, así como de los frentes de los patios de las propiedades del desarrollo habitacional.

- **Programa de Rescate y Ahuyentamiento 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 ahuyentamiento de la fauna, cuyo objetivo será contribuir a minimizar los posibles impactos ambientales negativos hacia la fauna de vertebrados del predio donde se desarrollara el proyecto.

Durante los recorridos hechos para la realización de la presente caracterización se pudo constatar que la fauna silvestre no presenta un gran número de individuos, debido posiblemente a que el predio se encuentra ubicado en una zona con alto grado de afectación y no encuentran alimento ni lugares ni vegetación donde refugiarse además los saqueos y la tala clandestina de los árboles, así como, de la construcción y ampliación de vialidades adjuntas la cual genera ruido y polvos. A continuación se indican las especies observadas en el área del proyecto, predominando el grupo de las aves:

Las especies con alguna categoría de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, es la *Ctenosaura similis* y *Amazona albifrons*. A la cual se dará prioridad durante estas actividades.

La técnica del ahuyentamiento de la fauna, consiste en la no manipulación a la fauna silvestre, por lo que se aleja a los individuos que se localizan dentro del área de desplante del proyecto, evitando en todo momento la contención o contacto directo con ellos. Para ello se realizaran recorridos a lo ancho de dichas áreas en zig-zag, con dirección Este y Oeste y viceversa, con la finalidad de dirigir el desplazamiento hacia las áreas en breña colindantes.

Los recorridos por el predio se realizaran durante dos días y en dos turnos cada día, por la mañana y por la tarde, para ahuyentar al mayor número de especies; debido a las dimensiones del predio, la actividad se realizara con dos personas. Cada persona portara una vara de 2 a 3 m de longitud durante el recorrido, la vara puede ser de madera u otro material duro. La persona, durante el recorrido se desplazara haciendo movimientos semicirculares (con una amplitud de 180º) con la vara de tal manera que antes de su paso mueva la vegetación a nivel de piso.

Esto provocará la huida de la fauna, pues ante la presencia o actividad humana los mismos individuos se desplazan inmediatamente a áreas más seguras. Esta acción también servirá para

prevenir a la persona de la presencia de algún animal riesgoso como víboras. Pese a que no se registró evidencia de la presencia de estos animales, es mejor tomar precauciones.

Esta técnica aplica a todos los grupos faunísticos e involucra a todos los individuos que pueden estar presentes en el predio, tanto de las especies que fueron registradas en el predio como aquellas que, pese a que no se avistaron durante el trabajo de campo, puedan ocupar el predio.

- **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 56:

Cuadro 56. Identificadores de Impacto para el Programa de Monitoreo del Proyecto.

IMPACTO	IDENTIFICADOR DE IMPACTO
Contaminación del Suelo	Evidencia de escurrimientos de aceites, grasas, hidrocarburos etc.
	Evidencia de micción y defecación al aire libre.
	Inadecuada disposición de residuos sólidos en los sitios dispuestos para ello.
Contaminación del Agua	Evidencia de escurrimientos de aceites, grasas, hidrocarburos etc.
	Evidencia de micción y defecación al aire libre
Contaminación del Aire	Evidencia de emisiones de gases por parte de la maquinaria.
Vegetación	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.

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 con lo que se establece en la fracción XXXVII del Artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, los Servicios ambientales se definen como aquellos que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales; aquellos que se han considerado como los más importantes son los que se anotan a continuación:

- 1.- La provisión del agua en calidad y cantidad;
- 2.- La captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales;
- 3.- La generación de oxígeno;
- 4.- El amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales;
- 5.- La modulación o regulación climática;
- 6.- La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida;
- 7.- La protección y recuperación de suelos;
- 8.- El paisaje y la recreación, entre otros.

Aunado a lo anterior según Hueting et al. 1998, los servicios ambientales se pueden definir como el conjunto de condiciones y proceso naturales (incluyendo especies y genes) que la sociedad puede utilizar y que ofrecen las áreas naturales por su simple existencia. Dentro de este conglomerado de servicios se pueden señalar la biodiversidad, el mantenimiento de germoplasma con uso potencial para el beneficio humano, el mantenimiento de valores estéticos y filosóficos, la estabilidad climática, la contribución a ciclos básicos (agua, carbono y otros nutrientes) y la conservación de suelos, entre otros. Para el caso particular de recursos forestales, la producción de tales servicios está determinada por las características de las áreas naturales y su entorno socioeconómico.

La biodiversidad proporciona servicios como degradación de desechos orgánicos, formación de suelos y control de la erosión, fijación de nitrógeno, incremento de los recursos alimenticios, de las cosechas y su producción, control biológico de plagas, polinización de plantas, productos farmacéuticos y naturistas, turismo de bajo impacto, captura de bióxido de carbono, infiltración del agua y mantenimiento de las cuencas hidrológicas. El estudio se ubica en terrenos de uso urbano donde aún existen relictos de vegetación de selva mediana subperennifolia en franco proceso de degradación y que a mediano plazo están destinados a ser usados como vialidades urbanas o zonas de fraccionamientos.

Tomando en consideración las definiciones antes citadas en este apartado, se espera la reducción de los servicios ambientales en la superficie que se solicita el cambio de uso de suelo en terrenos forestales es mínima y no será una causal de la pérdida si no de la reducción puntual de los servicios ambientales del sistema ambiental en donde se ubica el proyecto. A continuación se realiza una identificación de los servicios ambientales que se verían disminuidos como resultado de la ejecución del proyecto en estudio.

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 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.

Sin embargo, la remoción total de vegetación forestal correspondiente a vegetación secundaria de Selva mediana subperennifolia, se realizará en una superficie de 18.02 hectáreas que corresponde al 90 % de la superficie total del terreno. El proyecto mantendrá como áreas verdes el 10% de la superficie total del predio (20,029.195 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 18.02 hectáreas, originará una erosión no significativa con un valor menor al 0.00040% 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.

La protección de la biodiversidad

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 (18.02 has del total), representa únicamente el 0.00062% de las selvas altas y medianas subperennifolias del Estado (2'898,051 hectáreas), y el 0.35% 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 76 especies de flora que representan el 3.3% del total registrado para la Península de Yucatán con 2,300 especies de flora y el 4.2 % 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, 5 especies de mamíferos, 6 especies de reptiles y 33 especies de aves, mismas que si se comparan con los registros para la Subcuenca "a" 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, 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, tampoco se observó alguna especie amenazada o en protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En lo que se refiere a las especies enlistadas la NOM-059- SEMARNAT-2010, se encuentra una especie de fauna siendo la Iguana gris (*Ctenosaura similis*) en categoría de Amenazada. Para esta 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 18.02 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 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 24. 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 solo no corresponde a una comunidad vegetal única, en riesgo o relicto, ni se trata de vegetación poco representada en el Estado.

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 significativas sobre la biodiversidad de la Subcuenca "a" que incluye al predio, o en el sistema ambiental definido para el proyecto.

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 mantener el 10 % 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 18.02 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.

Captura de Carbono

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:

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

Dónde:

CCC= Coeficiente de captura de carbono

V_r= Volumen real en m³

F_d= Factor densidad

FCC= Factor de captura de carbono

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

Cálculo del volumen total en metros cúbicos

Estimación de la superficie total de aprovechamiento (ha)

Multiplicación del factor de densidad (para coníferas 0,48 y 0,60 para latifoliadas) por el volumen calculado (Ordoñez, 2001)

Multiplicación del resultado anterior por el factor de contenido de carbono 0,45 (toneladas de carbono/toneladas de materia seca) (Ordoñez, 2001)

Multiplicación del resultado de esta última estimación por la superficie total, para obtener el indicador en toneladas por hectárea.

Los valores obtenidos siguiendo el método anterior se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro 57. 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	73.92	0.60	0.45	19.95

El resultado total de 19.95 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 18.02 hectáreas que se solicita el CUSTF se perderá 359.65 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.

Generación de oxígeno

Este servicio ambiental, al igual que el anterior, está ligado con el proceso de la fotosíntesis que acontece en las plantas, sin embargo, resulta difícil determinar la cantidad de oxígeno que genera una planta al día, no obstante, se puede calificar de manera cualitativa considerando el grado de madurez y el tipo de vegetación de que se trate. La afectación a este servicio ambiental se valora como bajo, considerando los mismos argumentos expuestos en el análisis del servicio de captura de carbono, debido a que se relacionan de manera directa con la fisiología de las plantas y sus procesos biológicos, por lo tanto también se asume que su afectación será puntual y de muy baja magnitud.

Contrario a lo que pudiera pensarse, las plantas no son generadoras o productoras de oxígeno, ya que durante el proceso de fotosíntesis ellos absorben CO₂ y liberan O₂ y 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.

Paisaje y Recreación

El concepto de paisaje –extensión de terreno que se ve desde un sitio²– 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. 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 el paisaje como la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él y se denomina como fragilidad estética del paisaje (FEsP).

² Definición del Diccionario de la lengua española, RAE, 2001.

La fragilidad ecológica del paisaje permite una evaluación del impacto visual y se emplea para establecer áreas donde es necesario mantener lo más posible la estética paisajística de la zona, que desde los lugares transitados conserva un aspecto lo menos perturbado posible, y al mismo tiempo conservar las áreas de mayor interés ecológico, tanto las que se deben de mantener como tales para respetar 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 492" pretende llevar a cabo el cambio de uso del suelo en terrenos forestales en 18.02 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 18.02 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 Donald 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.



Figura 25. Localización del predio respecto a la expansión de la mancha urbana de la ciudad de Playa del Carmen.

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

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

Con base en la información técnica 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.

El presente documento técnico unificado se elaboró para justificar el cambio de uso del suelo de forestal a urbano del predio ubicado en la Parcela 492, 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.

Justificación técnica para demostrar que no se compromete la biodiversidad

La diversidad biológica o biodiversidad puede definirse como la variedad y abundancia de especies en una unidad definida de estudio (Magurran, 2004). Según Moreno (2001) la riqueza específica es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad.

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.

Tomando en cuenta los parámetros de riqueza específica encontramos que tanto en el predio como en el sistema ambiental se reporta la presencia de 76 y 128 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 76 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 128 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:

$$QS = \frac{2(76)}{(128 + 76)} \times 100 = 0.745 \times 100 = 74.5 \%$$

El análisis indica que la similitud de la composición florística en ambos sitios es de 74.5% 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.

En respecto con este último parámetro, la flora del sistema ambiental presente en los estratos – herbáceo, -arbustivo, -arbóreo se estimó muy cercana a 1 –0.96, 0.88 y 0.82, 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.

Respecto a la diversidad en el área sujeta al cambio de uso de suelo, la equitatividad presente en los estratos herbáceo y arbustivo 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 repartida, no sucede así en el caso del estrato arbóreo que presenta un índice un poco más bajo de 0.72, esto es debido a la dominancia de tres especies, *Piscidia piscipula*, *Bursera simaruba* y *Lysiloma latisiliquum*, es por esta razón que es menos diverso.

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 son sitios representan prácticamente la misma diversidad, (cuadro 58).

La mayor diversidad en el sitio del proyecto se encontró en el estrato arbustivo y la menor en el arbóreo; mientras que en el sistema ambiental de la misma manera se comportó en el estrato arbustivo y la menor en el estrato herbáceo. 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 58. Resultados del índice de diversidad de Shannon-Wiener por estratos.

Sitio	Estrato	Riqueza	H	H _{max}	Equitabilidad
Área sujeta a CUSTF	Herbáceo	10	2.2	2.3	0.95
	Arbustivo	35	3.3	3.6	0.92
	Arbóreo	18	2.1	2.9	0.72
Sistema Ambiental	Herbáceo	10	2.2	2.3	0.96
	Arbustivo	30	3.0	3.4	0.88
	Arbóreo	21	2.5	3.0	0.82

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.

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 Akits 26.8%, Chaca 20.2% y Sacchaca 19.6% 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 Chaca 37.9%, Fipe 26.1% y jabin 25.1%, 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.

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 3 especies en la que sobresalen Tsalam 89.06%, Chaca 42.23% y Jabin 34.51%, el resto de las especies se encuentran con valores bajos, al compararlas con los valores del sistema ambiental observamos que de las 3 especies dominantes en área de CUSTF 2 también son dominantes en las unidades del sistema ambiental como son Chaca 48.05%, Jabin 40.39% y yaaxnic con 29.66% 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 76 especies de flora que representan el 3.3% y el 4.2% 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*, *Piscidia piscipula*, *Lonchocarpus rugosus*, *Ficus cotinifolia*, *Ficus pertusa*, *Thevetia gaumeri*, *Metopium brownei*, *Simaruba glauc*, *Vitex gaumeri*, *Thouinia paucidentata*, *Guettarda combsii*, 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.

En conclusión, se tiene 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 del tipo arbóreo 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 los diferentes grupos de vertebrados registrados 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 3.4 y 3.9 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; dicho índice H equivale a 1.7 y 2.3 respectivamente considerado bajo, índices muy parecidos para el grupo de los mamíferos de 1.5 y 2.2 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 únicamente se obtuvo para el sistema ambiental ya que en el predio no se logró el 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 Pééfaur, 2000).

Respecto a la diversidad de fauna silvestre tampoco se esperan modificaciones sustanciales y aunque se reporta la distribución en el predio de 44 especies de las cuales, 33 son aves, 6 son reptiles, 5 son mamíferos, no se registraron anfibios. Los organismos no se verán afectados de manera extraordinaria debido a que dentro del sistema ambiental se logra detectar 81 especies de las cuales, 58 son aves, 11 son reptiles, 9 son mamíferos y 3 son anfibios por lo siguiente:

- En el caso de los Anfibios no se removerá la zona donde se registraron las especies.
- 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 59. 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	6	33	5	3	11	58	12
Índice H	0	1.7	3.4	1.5	1.1	2.3	3.9	2.2
Equitabilidad	0	0.95	0.96	0.94	0.96	0.96	0.96	0.97

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 44 especies que representan entre 5.8% reconocido para la Península y hasta 6.7% 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 60).

Cuadro 60. 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 (4.3%)	106 (5.6%)
Aves	528 (6.2%)	483 (6.8%)
Mamíferos terrestres	45 (11%)	40 (12.5%)

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 eventualmente será sometida a cambio de uso del suelo para este proyecto de 18.02 hectáreas, representa una fracción insignificante del total de las selvas altas y medianas subperennifolias del Estado (estimadas en 2,898,051 hectáreas) que representa apenas el 0.00062% y el 0.35% del sistema ambiental definido para este estudio de 5,087.58 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 4 del presente documento, en donde se describe el tipo de suelo presente en la cuenca hidrológica forestal del área del proyecto y el correspondiente al sitio del presente estudio, 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 492" es de 18.02 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.

Con la finalidad de demostrar que la remoción de la vegetación no provocara la erosión de los suelos de manera significativa en el predio del proyecto, a continuación mediante el modelo de ECUACIÓN UNIVERSAL DE PÉRDIDA DE SUELOS se presentan los resultados estimados. 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. En este sentido se puede decir que el proyecto afectará una superficie de 18.02 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 y sus resultados.

En el año 2005, se utilizó esta fórmula simplificada adecuada a nuestro país para estimar la erosión del suelo a partir de la ecuación universal de pérdida de suelos (E): Mario Martínez Méndez (2005).

Ecuación Universal de Pérdida de Suelos

$$E = R K L S C P$$

Donde:

E= Erosión del suelo t/ha/año

R= Erosividad de la lluvia. Mj/ha mm /hr

K= Erosionabilidad del suelo

LS= Longitud y grado de pendiente

C= Factor de vegetación.

P= Factor de prácticas mecánicas

La erosividad (R) se puede estimar a partir de la precipitación media anual que para la región donde se ubica el predio es de aproximadamente 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.

Región	Ecuación	R ²
I	$R = 1.2078P + 0.002276P^2$	0.92
II	$R = 3.4555P + 0.006470P^2$	0.93
III	$R = 3.6752P - 0.001720P^2$	0.94
IV	$R = 2.8559P + 0.002983P^2$	0.92
V	$R = 3.4880P - 0.00088P^2$	0.94
VI	$R = 6.6847P + 0.001680P^2$	0.90
VII	$R = -0.0334P + 0.006661P^2$	0.98
VIII	$R = 1.9967P + 0.003270P^2$	0.98
IX	$R = 7.0458P - 0.002096P^2$	0.97
X	$R = 6.8938P + 0.000442P^2$	0.95
XI	$R = 3.7745P + 0.004540P^2$	0.98
XII	$R = 2.4619P + 0.006067P^2$	0.96
XIII	$R = 10.7427P - 0.00108P^2$	0.97
XIV	$R = 1.5005P + 0.002640P^2$	0.95

De acuerdo con los datos señalados se tiene que el predio del proyecto se ubica dentro de la región XI y por lo tanto, le aplica la ecuación $R = 3.7745 (P) + 0.004540 (P)^2$.

Por lo tanto considerando que la precipitación media anual de la zona donde se ubica el predio y por ende la superficie de cambio de uso de suelo como se ha mencionado es de 1,276.3 mm, sustituyendo estos valores en la ecuación obtenemos los siguientes resultados:

$$R = 3.7745 (1276.3) + 0.004540 (1276.3)^2$$

$$R = 12212.78 \text{Mj/ha mm/hr}$$

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:

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

Donde:

S= Pendiente media del terreno (%)

Ha= Altura de la parte alta del terreno (m)

Hb= Altura de la parte baja del terreno (m)

L= Longitud del terreno (m)

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 14 msnm

La altura de la parte baja del terreno es de 12 msnm

La longitud del terreno analizada es de 400 m (dirección este).

Entonces tenemos:

$$S = \frac{14-12}{400}$$

$$S = \frac{2}{400}$$

$$S = 0.005 (100)$$

$$S = 0.5 \%$$

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 formula tenemos:

$$LS = (400)^{0.5} (0.0138 + 0.00965 (0.5) + 0.00138 (0.5)^2)$$

$$LS = (20) (0.01874)$$

$$LS = 0.38$$

Por consiguiente la erosión potencial es:

$$E = R * K * LS$$

$$E = 12212.7 * 0.019 * 0.38$$

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 0.001, (bosque natural con productividad moderado).

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

$$E = 88.17 * 0.01$$

$$E = 0.08 \text{ toneladas/ha/año.}$$

De acuerdo con los cálculos realizados en los apartados anteriores, la erosión neta para el predio con vegetación 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.

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 88.17 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 8.45 ton/ha/año ($88.17 * 40/365$), 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.

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.

Como medida para no provocar la erosión de los suelos del sitio del proyecto, cabe señalar que el promovente plantea medidas de prevención y mitigación para atenuar los posibles impactos sobre el 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.

A continuación 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 realizara 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 realizara 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 18.02 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 llevara 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 constante de los procesos erosivos.

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

En relación a la disminución en la captación del agua, se considera que por el desarrollo del proyecto este servicio no se verá afectado negativamente. 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.

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).

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).

Cantidad de agua.

Dado que para el desarrollo del proyecto que solicita el cambio de uso de suelo en 6.93 hectáreas en donde se realizaron labores de desmonte. Esto significa que la infiltración al acuífero se puede ver alterada de manera diferencial durante la etapa de preparación del sitio. Sin embargo, la infiltración al acuífero que se dejara de percibir, representan porcentajes muy bajos (cifras que resultan prácticamente imperceptibles) en relación con los volúmenes captados en toda la Península de Yucatán, la región hidrológica Yucatán Norte y la cuenca de Quintana Roo 32-A.

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 18.02 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 el cuadro 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% = 0.16;
Zona Urbana = 0.29

El coeficiente de escurrimiento se habrá de calcular a partir de estos datos, por lo que ha resultado la siguiente estimación:

1) Bosque cubierto más del 75%

$$Ce = 0.16 * \frac{(1276.3 - 250)}{2000} + \frac{(0.16 - 0.15)}{1.5} = 0.16 * 0.51315 + 0.006666 = 0.0831705$$

2) Zonas urbanas%

$$Ce = 0.29 * \frac{(1276.3 - 250)}{2000} + \frac{(0.29 - 0.15)}{1.5} = 0.29 * 0.51315 + 0.093333 = 0.1758792$$

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

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

El volumen natural de escurrimiento se calculó a partir de estos valores, por lo que se tiene como resultado lo siguiente:

1) Bosque cubierto más del 75%

$$VoIESC = 1.2763 * 0.1802 * 0.0831705 = 0.0191283 \text{ Mm}^3$$

2) Zonas urbanas

$$VoIESC = 1.2763 * 0.1802 * 0.1758792 = 0.0404503 \text{ Mm}^3$$

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%.

$$\text{Infiltración} = 0.229989 - 0.0191283 = 0.210860 = 210,860 \text{ m}^3$$

- 2) Zonas urbanas.

$$\text{Infiltración} = 0.229989 - 0.0404503 = 0.189538 = 189,538 \text{ m}^3$$

De acuerdo con los resultados obtenidos, debido al cambio de uso de suelo para el proyecto en una superficie de 18.02 hectáreas, la infiltración en el sitio por la implementación del proyecto al convertirse en zona urbana disminuirá su captación de agua en un volumen aproximado de 21,322 m³ anuales, es decir, un 10.2% menos de lo que teóricamente se captaría con la cobertura de la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, esta pérdida será puntual.

No obstante, una vez ejecutado el proyecto se establecerán áreas permeables, áreas ajardinadas, y desde luego, la permanencia de amplios espacios cubierto de vegetación natural. Asimismo, se menciona que el agua que se dejará de infiltrar no se perderá del todo ya que una gran parte de ésta se captará a través de las techumbres de las construcciones y con el establecimiento de pozos de adsorción el cual aumentara la infiltración al suelo permeable ya que este se infiltrara más fácilmente

Además habrán de destinarse más de 20,000 metros cuadrados para áreas verdes de conservación que permitirá la infiltración del agua de lluvia lo que conlleva a aumentar la infiltración. Bajo este concepto, el proyecto no alterara de manera significativa la captación de agua en la zona. La información generada permite concluir que la ejecución del proyecto no comprometerá la cantidad del agua con respecto al predio y de la cuenca.

Para evitar la modificación de la calidad del agua del acuífero ya que es altamente vulnerable a la contaminación antropogénica, por la alta capacidad de infiltración que se registra en el subsuelo. Además de que se debe mantener una explotación controlada 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, unicel, 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.

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) y no uso (opción, legado y existencia), asciende a la cantidad estimada de \$ 2,365,751 (Son dos millones trescientos sesenta y cinco mil setecientos cincuenta y un pesos 00/100 M.N.), por un plazo de 1 año, que es el equivalente al plazo de ejecución del cambio de uso de suelo.

Por otra parte, el monto de la inversión programada para la ejecución del cambio de uso del suelo propuesto es de \$2,500,000.00 (son dos millones quinientos mil pesos 00/100 M.N.), estimado en 1 año, que es el período de duración propuesto para esta etapa del proyecto.

Considerando las dos cifras señaladas anteriormente, tenemos que el monto de inversión del proyecto en 1 año es mayor al valor económico total de los recursos biológicos de la superficie de CUSTF también en 1 año. 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 total de \$157,500,000.00 (son ciento cincuenta y siete millones quinientos mil pesos 00/100 M.N.) y \$2,500,000.00 (son dos millones quinientos mil pesos 00/100 M.N.)

Entonces tenemos como resultado que el proyecto tendrá una inversión total de aproximadamente \$160,000,000.00 (son ciento sesenta 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 160 millones de pesos 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 \$ 2,365,751 pesos (Son dos millones trescientos sesenta y cinco mil setecientos cincuenta y un pesos 00/100 M.N.), no tienen el valor potencial que permita rebasar la relación beneficio-uso comparado con la derrama económica que ocasionaría realizar el proyecto. Por lo tanto se deja ver muy claramente que el uso propuesto para el predio del proyecto resulta más apto que el del uso forestal de la 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 30 empleos temporales (1 año en 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 (360 en total). De esta manera, desde el arranque hasta la construcción del proyecto, generara una inversión total de \$ 160,000,000 (Son ciento sesenta 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 1,168 unidades habitacionales.

XIII. DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DE LA PERSONA QUE HAYA FORMULADO EL ESTUDIO Y EN SU CASO DEL RESPONSABLE DE DIRIGIR LA EJECUCIÓN.

La persona responsable de la formulación del presente Documento Técnico Unificado Modalidad A, para el trámite de cambio de uso de suelo forestal es el M. en C. Julio Rafael Castillo Espadas, Prestador de Servicios Técnicos Forestales persona Física, con inscripción al Registro Forestal Nacional en el Libro QROO, Tipo UI, Volumen 2, Número 21; Año 12, (anexo 8) con Registro Federal de Causantes CAEJ 601220 LI1; y cédula profesional 2833250, 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

M. en C. 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

M. en C. Julio Rafael Castillo Espadas
Responsable técnico

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

El presente estudio que se pone a consideración de la Delegación Federal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el Estado de Quintana Roo, corresponde al **Documento Técnico Unificado Modalidad A para la solicitud de la autorización del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos forestales en materia de impacto ambiental y forestal, para una superficie total de 18.02 hectáreas** con el objeto de llevar a cabo la construcción de un desarrollo habitacional de interés social.

Las obras y actividades que se describen en el presente documento, cuentan con todos los permisos ambientales para el desmonte solicitado, actualmente se cuenta con la autorización en materia de impacto ambiental por parte del Instituto de Impacto y Riesgo Ambiental (INIRA) del Estado de Quintana Roo para la etapa de construcción y se cuenta con las licencias y permisos municipales correspondientes para ejecutar el proyecto que avalan su momento su construcción y se está desarrollando dentro de la reglamentación Federal, Estatal y Municipal aplicable.

De esta manera, se pretende que a través del procedimiento de evaluación de impacto ambiental, se acredite en primer orden la viabilidad y compatibilidad jurídica del proyecto en su etapa de preparación del sitio en función de los diversos instrumentos legales aplicables al sitio del proyecto, y asimismo, se establezcan las condiciones a que se sujetarán las obras y actividades durante la operación del proyecto, que puedan causar efectos adversos al entorno o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente, para finalmente, cumplir administrativa y ambientalmente.

La presentación del Documento Técnico Unificado se realiza en referencia 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:

SEXO. 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 del proyecto 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 este proyecto se localiza dentro de la Unidad de Gestión Ambiental UGA-11 denominada "Reserva Urbana de Solidaridad" con una política ambiental de Aprovechamiento Sustentable.

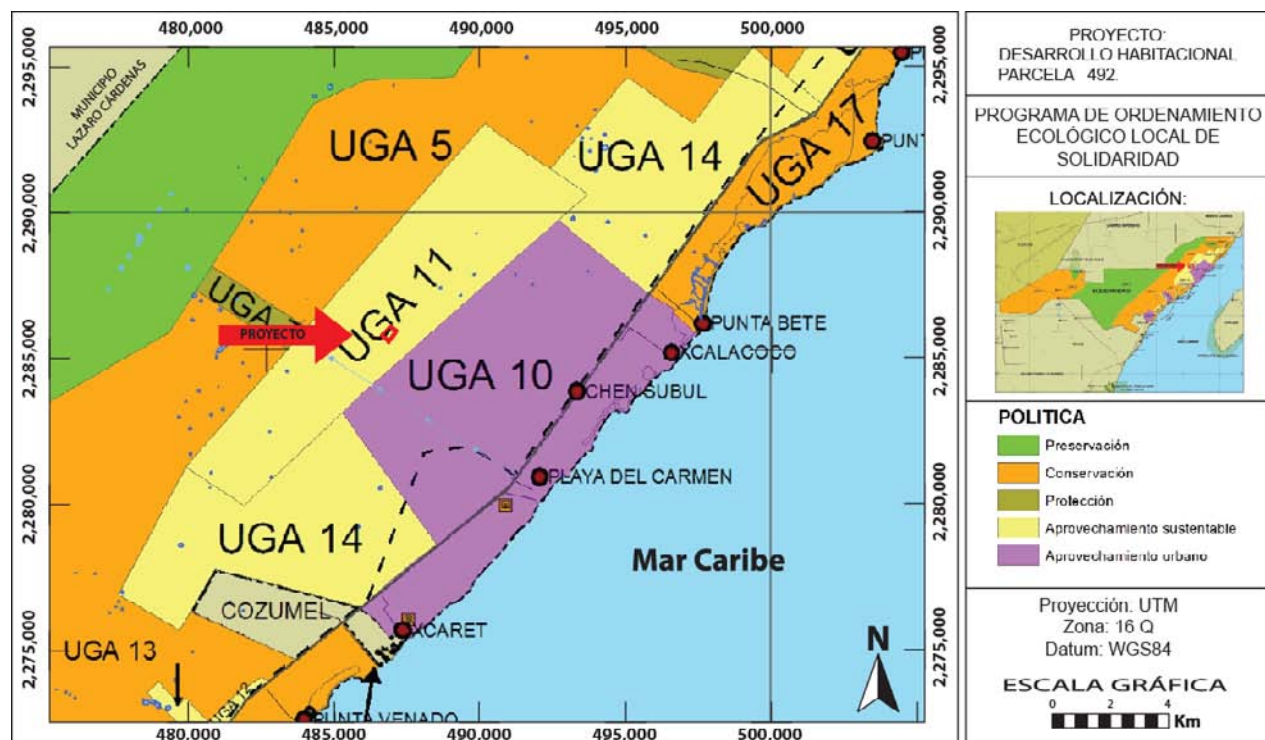


Figura 26. Localización del sitio del proyecto con respecto al POEL de Solidaridad.

Cuadro 61. 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.

A continuación 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 (cuadro 62), 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) (cuadro 63).

Cuadro 62. Vinculación de los criterios de regulación ecológica de aplicación general del POEL del Municipio de Solidaridad al Proyecto.

CLAVE	CRITERIOS URBANOS	VINCULACIÓN AL PROYECTO
CU-01	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.	El presente estudio que se pone a consideración de la Delegación Federal de la SEMARNAT en Quintana Roo, corresponde al Documento Técnico Unificado Modalidad A (DTU-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 18.02 hectáreas con el fin de poder desarrollar el proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 492"; y en el presente capítulo se presenta el cabal cumplimiento por parte de las diferentes actividades propuestas por el proyecto con los diferentes instrumentos de planeación ambiental y urbana que ordenan la zona, así como, los instrumentos legales correspondientes.
CU-02	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.	El proyecto cuenta con un Programa de Rescate de Vegetación, el cual consiste en el trasplante exitoso de individuos elegidos por su importancia ecológica y económica de las áreas de aprovechamiento o construcción para reubicarlos en otros sitios con condiciones que resulten favorables para su recuperación y posterior restablecimiento. Estas plantas sanas y vigorosas se seleccionan entre las especies vegetales que se desarrollan en el sitio del proyecto, como medida de mitigación en los proyectos de inversión. Se pretende rescatar 9,360 plantas silvestres de cuando menos 24 especies nativas en la

CLAVE	CRITERIOS URBANOS	VINCULACIÓN AL PROYECTO
		superficie total del predio.
CU-03	<p>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.</p>	<p>El proyecto cuenta con un Programa de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna, el cual se realizará antes que se lleve a cabo el desmonte de las superficies contempladas en la etapa de preparación del terreno, por conducto de personal especializado y con experiencia comprobable. Es primordial que los desmontes se realicen 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).</p>
CU-04	<p>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.</p>	<p>El proyecto cuenta con un Programa de Reforestación y Ajardinado mediante el cual se pretende arborizar y ajardinar las áreas comunes del proyecto como medida de mitigación de los impactos generados por el desmonte derivado de la construcción del proyecto. El programa utilizará las plantas producto del Programa de Rescate de Vegetación.</p>
CU-05	<p>Para el desplante de cualquier obra o instalación se deberán utilizar preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o achual.</p>	<p>La vegetación predominante en el sitio donde se pretende llevar a cabo la construcción del proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 492", corresponde a vegetación secundaria arbórea derivada de una selva mediana subperennifolia.</p>
CU-06	<p>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 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.</p>	<p>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 para las áreas jardinadas y parque que tiene contemplado el proyecto.</p>

CLAVE	CRITERIOS URBANOS	VINCULACIÓN AL PROYECTO
CU-07	En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.	El proyecto contempla la construcción de un drenaje pluvial, el cual estará separado de la instalación sanitaria.
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.	La promovente del proyecto acatará lo establecido en el presente criterio.
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 plagas y pestes, 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 plagas y pestes, 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.
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.
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	El proyecto no contempla la generación de residuos peligrosos en ninguna de sus etapas. Sin embargo, los aceites, grasas y estopas una vez utilizados ("quemados"), serán depositados en recipientes especiales para ser entregados a personal autorizado

CLAVE	CRITERIOS URBANOS	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	la materia.	para su reciclamiento o 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.	Este proyecto contempla medidas de prevención y mitigación para los impactos ambientales identificados por la generación de residuos líquidos, sólidos y emisiones atmosféricas en las diferentes etapas del proyecto, las cuales son puestas a consideración de la autoridad para su autorización correspondiente.
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, por lo que su evaluación es competencia estatal.
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 del Instituto de Impacto y Riesgo Ambiental (INIRA) del Estado de 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	Al interior del predio se observa un cenote inundable de temporal el área del cenote de manera estratégica se localiza sobre un área verde que mantendrá su cobertura vegetal en su estado natural definida como área de conservación, además este será delimitado manteniendo su cobertura forestal como protección del mismo y se colocará la

CLAVE	CRITERIOS URBANOS	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	competente por excepción otorgue el cambio de uso de suelo en esta superficie.	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.	Al interior del predio se observa un cenote inundable de temporal el área del cenote de manera estratégica se localiza sobre un área verde que mantendrá su cobertura vegetal en su estado natural definida como área de conservación, además este será delimitado 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 promovente deberá instalar una planta que cumpla con las condiciones establecidas en la normatividad vigente en materia de aguas residuales tratadas.	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.
CU-23	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.	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.
CU-24	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.	Este proyecto cumple de manera satisfactoria con este criterio, ya que considera la incorporación de la vegetación arbórea de las áreas verdes de uso común, como parques, áreas de jardinería y camellones de avenidas.
CU-25	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	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. Asimismo, el proyecto se apegará a los lineamientos que señalen las autorizaciones por el Cambio de Uso de Suelo Forestal y

CLAVE	CRITERIOS URBANOS	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	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.	demás aplicables. De acuerdo con dicho coeficiente de modificación del suelo, el proyecto realiza la modificación del mismo para poder demostrar su cumplimiento, de los 200,291.91 m2 con que está conformado la totalidad del predio, se pretende conservar el 10% manteniendo la vegetación en su estado natural esto es decir 20029.19 metros cuadrados, lo anterior indica que la solicitud de cambio de uso de suelo es de 90% de la totalidad del predio esto es 180,262.75 m2 (18.02ha). Por lo tanto el proyecto cumple cabalmente con la presente disposición ya que pretende destinar como áreas de conservación el 10% de la superficie total del predio.
CU-26	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 productos provengan de UMA's o Productores Forestales autorizados y den cumplimiento a lo establecido en la normatividad aplicable.	Para la reforestación del proyecto, se utilizarán las plantas nativas producto del rescate de la vegetación del mismo predio.
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.	Los árboles con DAP mayor a 40 cm que se encuentren en las áreas de áreas verdes y camellones de avenidas que no interfieran con las obras se dejarán en pie y se integrarán al fraccionamiento durante su operación.
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.	El proyecto no contempla la instalación temporal de plantas de premezclado, dosificadoras o similares.
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.	El proyecto no contempla la instalación temporal de plantas de premezclado, dosificadoras o similares.
CU-30	Se deberá instalar una malla perimetral para reducir	El promovente se compromete a instalar una

CLAVE	CRITERIOS URBANOS	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	la emisión de polvos hacia el exterior de las áreas de trabajo y reducir el impacto visual.	malla perimetral de manera temporal durante la etapa de construcción en los periodos de mayor 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 preparación del sitio y construcción, se utilizarán lonas en los vehículos de transporte de materiales pétreos y residuos de la demolición 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 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. 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.	La promovente del proyecto acatará lo establecido en el presente criterio.

Cuadro 63. 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	Las aguas residuales generadas por los usuarios del desarrollo habitacional (negras y grises) serán canalizadas a la planta de tratamiento de aguas

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	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.	negras municipales por medio de la red de drenaje.
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 de los lodos y otros residuos generados, tratamiento aplicado a los lodos, resultados del análisis CRETIB y sitio o forma de disposición final.	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.
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.	Este proyecto cumple de manera satisfactoria con este criterio, ya que considera la incorporación de la vegetación arbórea de las áreas verdes de uso común, como parques, áreas de jardinería y camellones de avenidas.
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.	El proyecto cuenta con un Programa de Rescate de Vegetación, el cual consiste en el trasplante exitoso de individuos elegidos por su importancia ecológica y económica de las áreas de aprovechamiento o construcción para reubicarlos en otros sitios con condiciones que resulten favorables para su recuperación y posterior restablecimiento. Estas plantas sanas y vigorosas se seleccionan entre las especies vegetales que se desarrollan en el sitio del proyecto, como medida de mitigación en los proyectos de inversión. Se pretende rescatar 9,360 plantas silvestres de cuando menos 24 especies en la superficie total del predio.
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 estudio que se pone a consideración del Instituto de Impacto y Riesgo Ambiental (INIRA) del Estado de Quintana Roo.

Por todo lo anterior podemos concluir que una vez realizada la Vinculación del Proyecto "Desarrollo Habitacional Parcela 492" 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

Áreas Naturales Protegidas.

En el ámbito de las declaratorias de áreas naturales protegidas, el predio en estudio no forma parte de algún área natural protegida, ni colinda con alguna de éstas. Para la presente determinación, se utilizó el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEA) del portal de la SEMARNAT (<http://mapas.semarnat.gob.mx/sigeia5e5PUBLICO/bos/bos.php>) (Figura 27), con los siguientes resultados (cuadro 64).

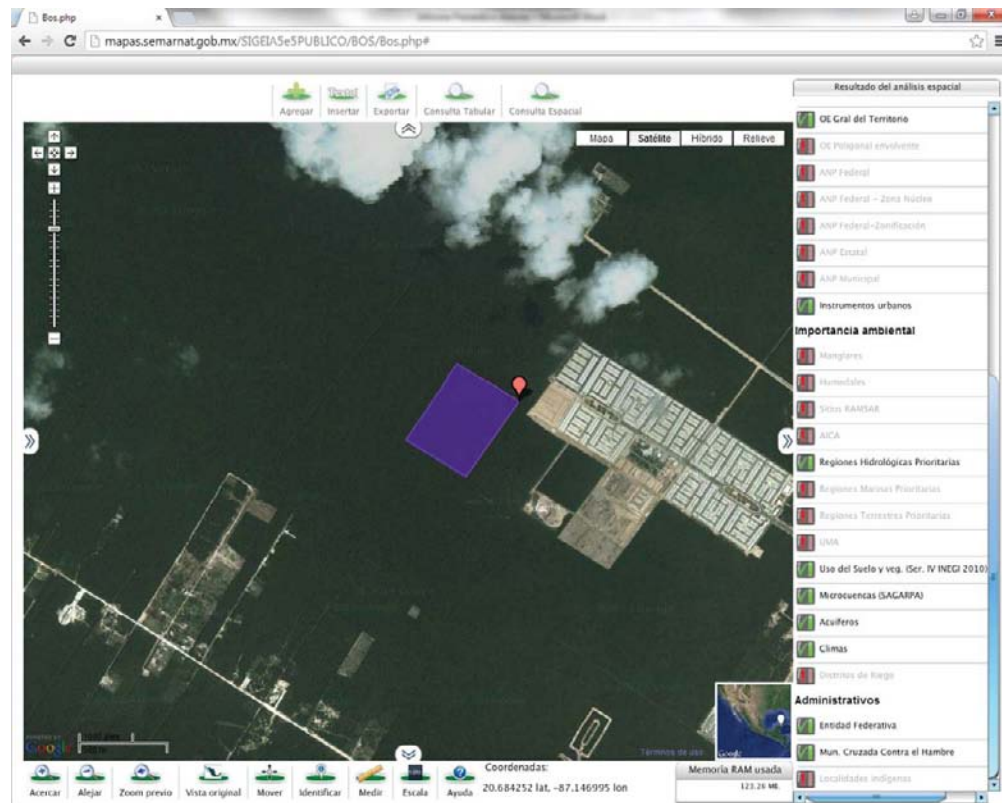


Figura 27. Pantalla del portal del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEA) del portal de la SEMARNAT.

Cuadro 64. 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

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 28).

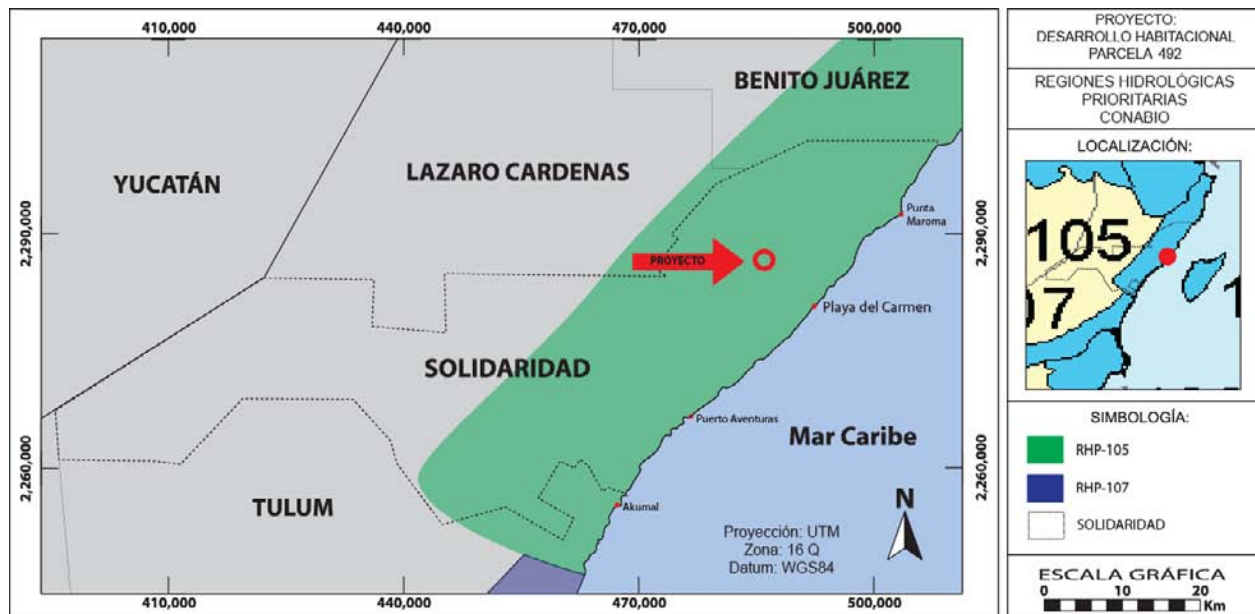


Figura 28. Localización del sitio del proyecto con respecto a la Región Hidrológica Prioritaria número 105 denominada "Corredor Cancún - Tulum".

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 proyecto no generará impactos significativos que pudieren llegar a afectar esta Región Hidrológica Prioritaria, ya que contará con medidas de prevención para evitar los impactos sobre el acuífero y generación de residuos sólidos.

Sitios RAMSAR

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, llamada la Convención de Ramsar, es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos. La misión de la Convención es "la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo" (Official site of the secretariat for the Convention on Wetlands³).

El Convenio de Ramsar o Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitats de Aves Acuáticas, fue firmado en la ciudad de Ramsar, Irán, el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor en 1975. En diciembre de 2000 contaba con 123 Partes Contratantes (Estados miembros) en todo el mundo (ProDiversitas⁴). México se adhiere a la Convención a partir del 4 de noviembre de 1986 al incluir a la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos como humedal de importancia internacional. En 2014 existen 168 partes contratantes, dando un total de 2,181 sitios designados, cubriendo un área de 208.5 millones de hectáreas (Ramsar2). México, por su parte, cuenta con 138 sitios Ramsar en una superficie de 8,376,271 de hectáreas (CONANP⁵). En Quintana Roo existen 12 sitios incorporados (claves 1320, 1323, 1329, 1332, 1343, 1351, 1353, 1360, 1364, 1449, más dos sitios sin clave).

El sitio de interés donde se pretende el desarrollo del proyecto no se ubica en alguno de los sitios RAMSAR decretados.

XIV.3 Normas Oficiales Mexicanas

Durante el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas, se llevará a cabo el seguimiento de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas (Cuadro 65).

³http://www.ramsar.org/cda/ramsar/display/main/main.jsp?zn=ramsar&cp=1_4000_2_

⁴ <http://www.prodiversitas.bioetica.org/des23.htm>

⁵CONANP, Dirección de Cooperación Internacional, 2007 En: <http://www.conanp.gob.mx/>

Cuadro 65. Seguimiento de NOM's durante las diferentes etapas del proyecto.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación al Proyecto
Descargas de Aguas Residuales	
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.	Las aguas residuales generadas por la operación del proyecto consistirán en aguas negras y grises generadas por los habitantes del desarrollo habitacional y serán vertidas al sistema de alcantarillado de la localidad.
Residuos Peligrosos, Sólidos Urbanos y de Manejo Especial	
Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Por acciones de mantenimiento de la maquinaria y vehículos de transporte, serán generados aceites, grasas y estopas, así como, se pueden presentar fugas de aceites, gasolina, aditivos, etc., los cuales serán entregados a empresas acreditadas para su manejo.
Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, Que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.	Para prevenir la contaminación del suelo por hidrocarburos, se establecerán sistemas de control de derrames de combustibles y lubricantes de la maquinaria pesada, y no se deberán realizar reparaciones mayores en el área del proyecto. Los aceites, grasas y estopas una vez utilizados ("quemados"), serán depositados en recipientes especiales para ser entregados a personal autorizado para su reciclamiento o disposición final.
Flora y Fauna	
Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección.	En cuanto a los impactos sobre la diversidad y abundancia de flora y fauna con estatus de protección, esta se verá impactada por la remoción de la vegetación del predio. De acuerdo con la caracterización ambiental del sitio del proyecto, no se registró ninguna especie en peligro de extinción, solo se registró dos especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con la categoría de Amenazada las cuales corresponden a la <i>Ctenosaura similis</i> y <i>Amazona albifrons</i> . El proyecto cuenta con un Programa de Vigilancia Ambiental, el cual integra el Programa de Rescate de Flora y el Programa de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna, para evitar impactos negativos sobre estas especies.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación al Proyecto
Contaminación por Ruido	
Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNATA-1994, Que establece los límites máximos de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	La maquinaria empleada durante el desarrollo del proyecto deberá contar con sistemas de reducción de ruido (mofles y/o silenciadores) para no rebasar los límites permitidos por las presentes normas, además de que se ajustarán a los horarios permitidos.
Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	
Emisiones de Fuentes Móviles	
Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2007, Límites Máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Las emisiones de los vehículos automotores y maquinaria serán vertidas directamente a la atmósfera, por lo que se utilizarán vehículos, maquinaria y equipo con el sistema de escape y silenciadores en buenas condiciones de operación, así como, adecuada afinación de los motores de combustión interna por lo que las emisiones estarán debajo de los niveles máximos permisibles establecidos por las presentes normas.
Norma Oficial Mexicana, NOM-045-SEMARNAT-2006, Vehículos en circulación que usan diesel como combustible. Establece los niveles máximos de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	
Seguridad e Higiene Laboral	
NOM-012-SSA1-1993 requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano públicos y privados.	Durante las diferentes etapas del proyecto, estas normas se considerarán por el promovente y los contratistas, como parte de las condiciones y medidas de seguridad en los frentes de trabajo.
Norma Oficial Mexicana NOM-001-STPS-1999, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-Condiciónes de seguridad e higiene.	
Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2000, Condiciones de seguridad Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.	
Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2001, Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.	
Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEGOB-2002, Señales y Avisos para Protección Civil. Colores, formas y símbolos a utilizar.	

XIV.4 Planes o programas de desarrollo urbano (PDU)

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) (Figura 29), tal y como lo establece la Constancia de Uso de Suelo No. DGOAyDU/DDU/SF/0569/2014 emitida por la Dirección de Desarrollo Urbano Subdirección de Fraccionamientos del H. Ayuntamiento de Solidaridad.

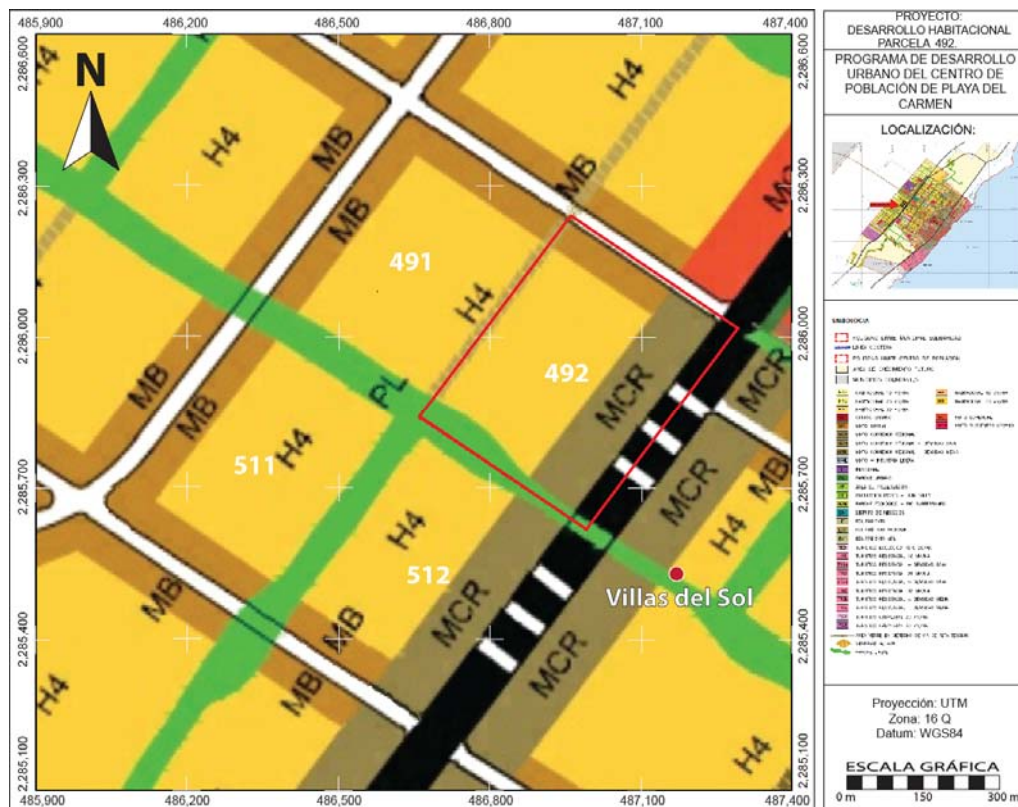


Figura 29. Uso de Suelo del predio de acuerdo con Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad 2010-2050.

De acuerdo con la sobreposición de las parcela del proyecto sobre el PDU aplicable, en el sitio del proyecto se presentan usos de suelo Habitacional MCR, Mixto Barrial (MB 1) y Parque Lineal (PL). Lo anterior, tal y como lo establecen las siguientes Constancias de Uso de Suelo emitidas por la Dirección General de Ordenamiento Ambiental y Desarrollo Urbano del H. Ayuntamiento de Solidaridad con fecha 24 de julio de 2014.

- **Parcela 492:** DGOAyDU/DDU/SF/0569/2014

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.

El planteamiento del Desarrollo Habitacional Parcela 492, es consistente con lo indicado por el PDU aplicable ya que pretende desarrollar en el predio los siguientes usos de suelo (cuadro 66).

Cuadro 66. Superficie total y usos de suelo propuestos por el proyecto Desarrollo Habitacional "Desarrollo Habitacional Parcela 492".

Uso de Suelo	Superficie (m2)	Porcentaje (%)
Habitacionales	101,043.65	50.4
Comercial	17,631.37	8.8
Donación (áreas verdes, áreas comunes)	45,555.40	22.7
Vialidades	36,061.54	18.0
Total	200,291.96	100

Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo

Para los efectos de esta Ley, se entiende por fraccionamiento cualquier terreno o parte de él, que se divida en 3 o más fracciones para construcciones habitacionales y demás aprovechamientos y usos. Así mismo, los desarrollos de tipo condominal estarán sujetos a las disposiciones de esta Ley, independientemente del cumplimiento que deban tener de otras disposiciones legales específicas.

Según el Artículo 59 de esta Ley, el fraccionador estará obligado a costear por su cuenta todas las obras de urbanización del Fraccionamiento y las de equipamiento urbano que esta Ley específica, incluyendo la construcción de camellones y su respectiva jardinería, así como el arbolado de las vías públicas y obras relativas en las áreas reservadas para jardines públicos.

De acuerdo con el Artículo 60 de la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo, se tiene el compromiso de donación del 15% de la superficie neta del predio, tal y como se cita a continuación:

Artículo 60.-El fraccionador tendrá la obligación de ceder a título de donación al Municipio donde quede ubicado el fraccionamiento, las superficies destinadas para Parques, Mercados, Escuelas, Puestos de Policía u otros servicios públicos similares, de conformidad a lo expresado en la autorización, y se serán como mínimo:

- I. En los fraccionamientos habitacionales urbanos, la donación comprenderá el 15% de la superficie neta de los mismos;

De acuerdo con lo antes expuesto, el proyecto dará cabal cumplimiento a lo establecido por la citada Ley.

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.*

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 no comprometer la biodiversidad del sitio del proyecto, a través del presente documento técnico unificado se ponen a consideración de la autoridad, medidas de prevención y mitigación de los posibles impactos sobre la flora y fauna presentes en el predio, programas de rescate ecológico de flora y fauna, y programa de reforestación de los individuos susceptibles de ser rescatados y aquellos considerados dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Así mismo, para no provocar la erosión de los suelos del sitio del proyecto, cabe decir que el promovente plantea medidas de prevención y mitigación para atenuar los posibles impactos sobre el suelo entre los que se encuentran, 1) rescate de la tierra vegetal para evitar la extracción de este material en otros sitios la cual será empleada en las áreas verdes del proyecto 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 y 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. En relación con el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, esta no se verá comprometida toda vez que se contemplan medidas de prevención y mitigación.

Finalmente, la disposición de los promoventes para invertir en este proyecto habitacional, que busca satisfacer la demanda vivienda, para la zona de Playa de Carmen, nos demuestra que se esperan beneficios económicos y sociales más atractivos que un terreno en breña dentro del área urbana de la ciudad, por lo que se demuestra que el uso alternativo que le quiere dar el promovente al sitio del proyecto será más productivo a largo plazo.

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 Fracción X establece que *son facultades de la Federación la evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, y en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes.*

Por su parte, el Artículo 28 Fracción VII y IX establece que *quienes pretendan llevar a cabo **cambios de uso del suelo** de áreas forestales, así como en **selvas** y zonas áridas; y **desarrollos inmobiliarios que afecten ecosistemas costeros** requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría.*

En virtud de lo anterior, su reglamento en materia de impacto ambiental, establece en su

Artículo 5 Fracción Q que **quienes pretendan llevar a cabo desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros**: construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental.

Aunado a lo anterior, el Artículo 132 de la citada Ley 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.

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 492" con la información requerida para su evaluación y autorización por parte de las autoridades correspondientes.

XV. ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DEL SUELO.

Para estimar económicamente los recursos biológicos forestales del área se deben tener indicadores cuantificados que estén determinados por los procedimientos normales del mercado de la economía. Desde hace décadas se extraen productos maderables y no maderables de la selva con fines de mercadeo, no obstante siempre ha existido una disyuntiva en el costo del recurso, existiendo siempre una diferencia de acuerdo con la zona. 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.

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 aquéllas 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 76 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 para trocería de otras tropicales de largas dimensiones (brecha), precios obtenidos al 2 trimestre del 2014. (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 67. Estimación del 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 (m3/18.02ha)	Valor Económico subtotal (18.02 ha)
Madera para aserrío	ALAMO		0.682	985.52	12.290	17759.54
	CHECHEM	\$ 1,445.04	0.581	839.57	10.477	15139.68
	TZALAM		1.997	2885.74	35.992	52009.87
TOTAL			3.260	4,710.83	58.759	84,909.10

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 18.02 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 58.759 metros cúbicos de madera en rollo con corteza que asciende a la cantidad de \$ 84,909.10 (Son

ochenta y cuatro mil novecientos nueve pesos 10/100 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 cuadro 68 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 \$ 1,445.04/m³. Se consideran precios promedios, ya que se trata principalmente de maderas duras, blandas denominadas otras tropicales.

Cuadro 68. Estimación del 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 /18.02ha)	Valor Económico subtotal (18.02 ha)
Madera para Palizada	AKITZ	0.253	365.59	4.55	6580.71
	AKUM	0.309	446.51	5.56	8038.76
	ALAMO	0.823	1189.26	14.83	21432.83
	CHACA	2.041	2949.32	36.79	53173.14
	CHACYA	0.145	209.53	2.61	3778.78
	CHECHEM	0.283	408.94	5.10	7375.48
	DZUDZUK	0.208	300.56	3.75	5426.13
	EKULUB	0.135	195.08	2.42	3505.67
	FIOB	0.553	799.10	9.97	14415.72
	FIPE	0.767	1108.34	13.82	19971.90
	GRANADILLO	0.186	268.77	3.34	4839.44
	HUANO	0.205	296.23	3.69	5342.31
	HUAYA	0.065	93.92	1.18	1706.59
	HUAYAKTE	0.069	99.707	1.23	1787.51
	JABIN	6.762	9771.36	121.89	176144.60
	KANASIN	2.266	3274.46	40.84	59022.66
	KANCHUNUP	0.136	196.52	2.45	3547.57
	KANISTE	0.170	245.65	3.06	4433.38
	KASKAT	0.194	280.33	3.49	5043.19
	KATALOX	0.120	173.40	2.17	3138.63
PASAK	0.564	815.00	10.16	14694.61	
SACCHACA	2.035	2940.65	36.69	53021.41	
SACPA	0.082	118.49	1.48	2140.10	

	SACPICH	0.120	173.40	2.17	3137.18
	SACYAB	0.082	118.49	1.47	2134.32
	TAKINCHE	0.141	203.75	2.54	3679.07
	TASTAB	0.072	104.04	1.289	1862.66
	TRIQUILIA	0.280	404.61	5.046	7291.67
	TZALAM	6.023	8703.47	108.56	156883.66
	YAAXNIC	1.842	2661.76	33.212	47992.67
TOTAL		26.932	38,916.37	485.48	701,542.35

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 \$ 701,542.35 pesos considerando las especies de 10 a 24.9 cm de DAP en una superficie de 18.02 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 69, 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 69. Estimación económica de la madera para leña, material triturado y carbón 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 (18.02ha)
Leña	30	20.87	300	6,261.00	112,823.22
Material triturado	20	13.91	357	4,965.87	89,484.97
Carbón	50	34.79	400	13,916.00	250,766.32
Total	100	69.59		25,142.87	453,074.51

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 \$ 453,074.51 pesos 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 (Thevetia 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 70. 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/18.02ha	Valor Económico (18.02ha) subtotal
Xiat	25	48	865	21,624.00
Bobtun	25	21	378	9,460.50
Elemuy	15	18	324	4,865.40
Akits	15	18	324	4,865.40
Guano	20	19	342	6,847.60
Tulipán	10	25	451	4,505.00
Bromelia	50	7	126	6,307.00
Total			2811	58,474.90

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 18.02 hectáreas de \$ 6757.50 pesos.

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 71. Estimación económica de la tierra vegetal

CONCEPTO	TOTAL A AFECTAR 18.02Ha	COSTO POR M3	VALOR TOTAL EN PESOS
Tierra vegetal	1802 m ³	50.00	\$ 90,100
Total			\$ 90,100

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.

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

<i>Bosque templado caducifolio</i>	<i>Bosque tropical caducifolio</i>	<i>Bosque templado</i>	<i>Bosque tropical siempreverde</i>
600	1 800	3 000	3 600

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 18.02 hectáreas de cambio de uso de suelo tienen un valor de 64,872 dólares por concepto de depósitos de carbono, los cuales a un tipo de cambio aproximado de 14.75 pesos mexicanos, corresponden a \$956,862 (00/100 MN).

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)

<i>Área</i>	<i>Superficie (ha)</i>	<i>Valor obtenido (USD)</i>
Selva Lacandona, Montes Azules en Chiapas (canje de deuda por naturaleza)	385 000	4 000 000
Reserva de la biósfera de Sian Ka'an en Quintana Roo (donaciones de organizaciones)	528 147	34 000
Sitios varios (donaciones de organizaciones)	No disponible	809 622
Barranca del Cobre en Chihuahua (encuestas a visitantes)	450 000	100 000
Varias áreas (contribuciones provenientes de los Estados Unidos de América)	190 869	5 528 809

Si se considera el promedio de aportaciones de 15.5 dólares por hectárea para la conservación de las áreas naturales, se tiene que el valor para mantener la integridad de las áreas de cambio de uso de suelo corresponde a 279.31 dólares, lo cual a un tipo de cambio aproximado de 14.75 pesos mexicanos, corresponde a \$ 4,119.82 (Son cuatro mil ciento diecinueve pesos, 75/100MN).

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 2014, Región 8 (Península de Yucatán). En el cuadro 73, 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, y de acuerdo con la clasificación de montos de la misma, a la cual le corresponde monto de \$ 550.00 (Quinientos cincuenta pesos 00/100 M.N.) por hectárea por año.

Cuadro 73. 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	550	hectárea	18.02	\$ 9,911

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 \$ 2,365,751 (Son dos millones trescientos sesenta y cinco mil setecientos cincuenta y un 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 74. Resumen de la estimación de los recursos biológicos forestales.

<i>Recurso forestal</i>	<i>Valor total en pesos (\$)</i>
Aserrío	84,909.10
Palizada	701,542.35
Leña	112,823.22
Material triturado	89,484.97
Carbón vegetal	250,766.32
plantas de ornato	58,474.90
Palmas de guano	6757.5
Tierra vegetal	90,100
Sub-Total	1,394,858.36
Valor de Depósito de carbono	956,862
Valor de los Recursos forestales del predio por su propia existencia	4,119.82
Valor de los Servicios ambientales	9,911
Total	2,365,751

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.

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, el término Restauración Forestal se refiere a *"el conjunto de actividades tendientes a la rehabilitación de un ecosistema forestal degradado, para recuperar parcial o totalmente las funciones originales del mismo y mantener las condiciones que propicien su persistencia y evolución"*.

Para volver a la condición original un sitio afectado por el CUSTF, el método que se utilizaría sería mediante un programa de restauración, a continuación se presenta un ejercicio de lo que costaría restaurar una superficie equivalente al área solicitada para el cambio de uso de suelo, es decir 18.02 hectáreas, los montos calculados están en razón de las especies nativas de la región, la zona es tropical, y la condición del desarrollo de la vegetación de selva mediana subperennifolia.

La estimación de los costos de restauración que se requieren para este proyecto se fundamenta en la capacidad de regeneración natural de la vegetación 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 promedios de 13 cm y 7 metros de altura y arbustivos con diámetros de 5 cm y altura promedio de 5 metros, 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 esperaría 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:

Análisis de la estructura y funcionalidad del ecosistema.

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)⁶ 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 nutrimentos 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).

Corto plazo (1 a 2 años)

La estructura y funcionalidad del ecosistema para el caso que se hubiese determinado la restauración de las 18.02 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.

⁶ Berger, J. 1993. Ecological Restoration and Non Indigenous Plant Species: A Review. Restoration Ecology. June: 74-82.

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 gaueri* que son especies locales que toleran el corte y se regeneran velozmente después de talado por lo que, de acuerdo con la CONABIO⁷, son especies con potencial para 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 (Thevetia 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*, *Thevetia 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 avispas 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.

Mediano plazo (3 a 6 años)

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).

⁷ http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/17-burse2m.pdf

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 75%.

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.

A largo plazo (6 a 15 años en adelante)

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 14 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 embargo, su función biológica esta empobrecida con respecto al ambiente original.

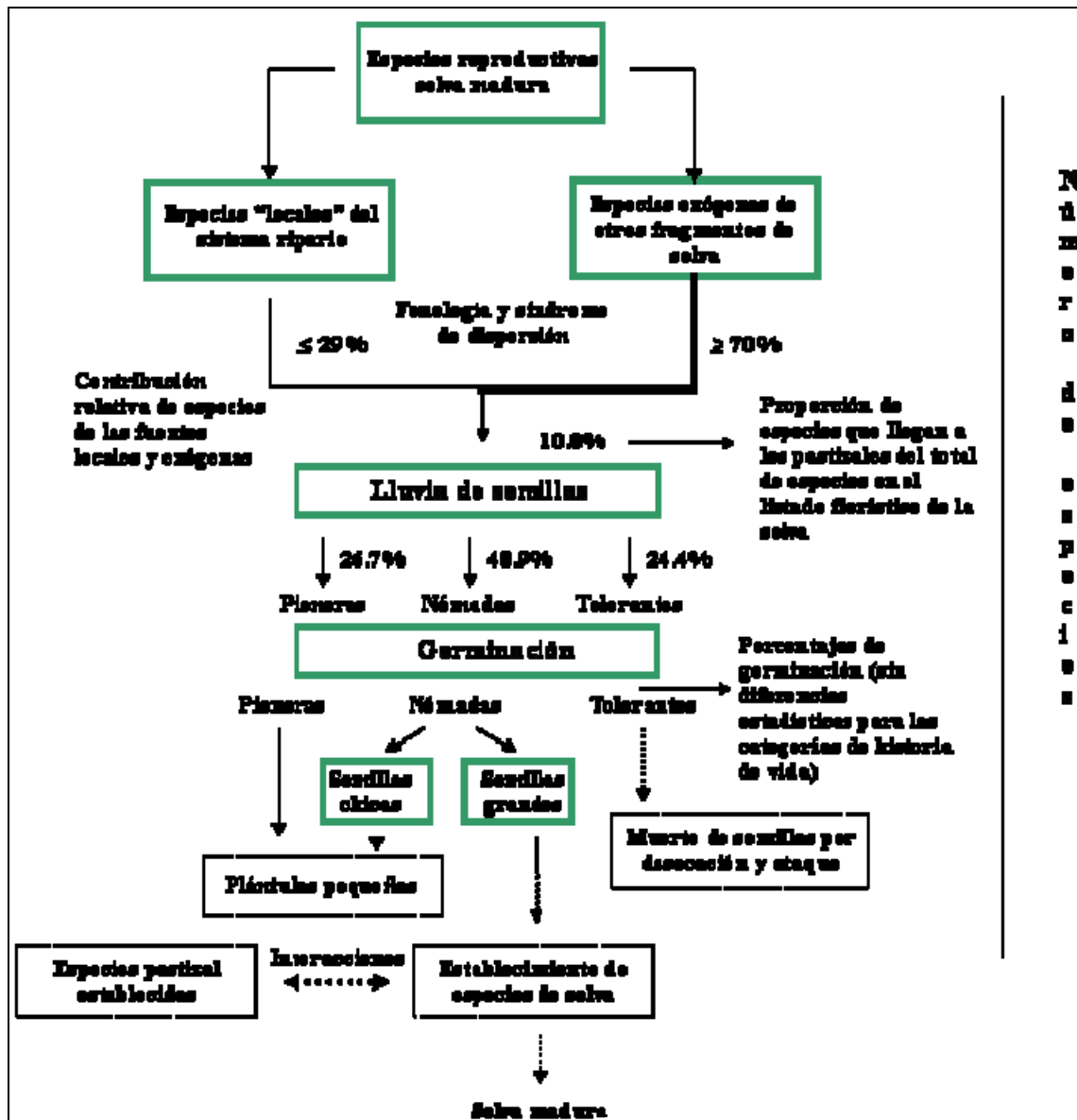


Figura 30. El diagrama anterior presenta los componentes importantes del potencial florístico en la regeneración general y no asistida de una selva tropical. Los recuadros y líneas punteadas representan etapa y vías teóricas.

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 atrayentes y recursos a la fauna.

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.

Limpieza 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 utilizaran 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 75. Densidades promedio recomendadas por tipo de ecosistema por la CONAFOR, (Reglas de Operación ProÁrbol)

Tipo	Ecosistema (densidad por ha)			
	Bosques de coníferas	Selvas medianas y altas	Selvas bajas	Zonas áridas y semiáridas
Con planta de vivero	máximo 1,600 mínimo 1,100	máximo 900 mínimo 625	máximo 900 mínimo 625	máximo 2,000 mínimo 800
Con material vegetativo	No aplica	No aplica	No aplica	máximo 4,000 mínimo 1,100

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 18.02 hectáreas, se estima que se requerirán un total de 14,705 plantas para la reforestación de dicha superficie, contemplando un 15% más de plantas para el mantenimiento de las plantas (2,205 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 se

realizará durante los cuatro primeros años o hasta que el área esté totalmente restaurada, es decir durante 20 años, costo que implica contratar a un técnico forestal para realizar las labores antes mencionadas.

A continuación se presenta en el siguiente cuadro, 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 76. 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
Cajeteo	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
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
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 4 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 (18.02 hectáreas), el costo para restaurar esta superficie estaría alrededor de \$819,910 pesos M.N.

XVII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS.

XVII.1 Referencias Bibliográficas

Acosta-Aburto, J. 2001. Riqueza y abundancia de la avifauna del Jardín Botánico "Dr. Alfredo Barrera Marín", ECOSUR, Puerto Morelos, Quintana Roo, México. Tesis para obtener el grado de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 98 p.

Álvarez-Legorreta, T. 2011. Uso y manejo de recursos hídricos. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 121-126.

Aranda-Sánchez, J.M. 1981. Rastros de los mamíferos silvestres de México. Manual de campo. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB), Xalapa, Veracruz, México. 198 p.

Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra (coordinadores). 1998. Regiones marinas prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Bautista, F. y A. Palacio (eds.). 2005. Caracterización y manejo de los suelos de la Península de Yucatán. Implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología. Distrito Federal, México. 282 p.

Bellón, M., O. Masera y G. Segura. 1993. Response options for sequestering carbon in Mexican forests. Report to F-7 International Network on Tropical Forestry and Global Climatic Change, Energy and Environment Division, Lawrence-Berkeley Laboratory, Environmental Protection Agency. Berkeley.

Bonifacio Mostacedo y Todd S. Frederiksen. 2000. Manual de métodos Básicos de Muestreo y Análisis de Ecología Vegetal, Santa Cruz de la Sierra Bolivia. 82p.

Boose, E. R., Foster, D. R., Barker Plotkin, A., Hall, B. 2003. Geographical and historical variation in hurricanes across the Yucatan Peninsula. In: Gómez-Pompa, A., Allen, M. F., Fedick, S. L., Jiménez, J. J., Lowland Maya Area: Three Millennia at the Human-Wildland Interface, Haworth Press, New York. 495-516 p.

Calmé, S. 2011. Uso y manejo de fauna silvestre. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la

Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 165-170.

Calvo-Irabién, L. 2011. Usos de las palmas. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 151-156.

Carnevali F. C., G. J. L. Tapia-Muñoz, R. Duno de Stefano & I. Ramírez Morillo (Editores generales) 2010. Flora Ilustrada de la Península de Yucatán: Listado florístico. CICY A. C. Mérida Yucatán México. 328 p.

CCAD-PNUD/GEF, 2002. "Proyecto Para La Consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano". GUÍA METODOLÓGICA DE VALORACIÓN ECONÓMICA DE BIENES, SERVICIOS E IMPACTOS AMBIENTALES. Un aporte para la gestión de ecosistemas y recursos naturales en el CBM. RadoslavBarzev. Editor. CMB.

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. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática.
- INEGI Carta Edafológica. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática.
- INEGI Carta de clima. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática.
- INEGI. Carta Hidrológica de aguas superficiales. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática.
- INEGI. Carta Hidrológica de aguas subterránea. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática.
- INEGI. Carta Uso de suelo y vegetación. Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática.
- 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. Secretaría 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 Cómputo para Procesar Datos de Inventarios Forestales para Especies de la Península de Yucatán. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Mérida, Yucatán. 46 p.
- Pérez-Gil, Salcido, Fernando Jaramillo Monrroy, Ana María Muñiz Salcedo y María Gabriela Torres Gómez. 1995. Importancia económica de los vertebrados silvestres de México. Consultores, S. C. y Conabio, México, 170 p.
- Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. 29 de junio de 2001. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo.
- Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. 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.
- Peterson, R.T. and E.L. Chalif. 1973. A field guide to Mexican birds. The Peterson Field Guide Series. National Audubon Society and National Wildlife Federation. Houghton Mifflin Company. Boston, Massachusetts. 298 pp.
- Pozo, C. (ed.). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación. Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. 271 p.
- Reyes, 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. Donovarros-Aguilar y J. Sosa-Escalante (editores). 2000. Conservación y manejo de vida silvestre: vertebrados del trópico de México. Unidos para la Conservación-Sierra Madre, Dirección General de Vida Silvestre, INE-SEMARNAP, CONABIO, USFWS, UADY. México. 190 p.
- Schellekens, J. 2000. Hydrological processes in a humid tropical rainforest: a combined experimental and modeling approach. Proefschrift, Vrije Universiteit Amsterdam.
- Sosa-Escalante, J. 2000. Valoración y seguimiento de la biodiversidad: Implicaciones en conservación y manejo. In Conservación y manejo de vida silvestre: vertebrados del trópico de México. Sánchez, O., C. Donovarros 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.seduma.qroo.gob.mx
- www.semarnat.gob.mx

XVII.2 Cartografía y mapas elaborados para este estudio

- Plano de la ubicación general del predio.
- Plano de ubicación del área de cambio de uso del suelo y su cuadro de construcción.
- Plano de ubicación del predio con respecto a la UGA 11.
- Plano de la vegetación en el predio.
- Plano de los sitios de muestreo en el predio.
- Plano de los sitios de muestreo en el sistema ambiental
- Plano del sistema ambiental.

XVII.3 Datos de campo del inventario forestal del predio.

PARCELA 492					
Sitio	Área (m2)	No. CONSECUTIVO	NOMBRE	Diámetro (CM)	Altura Total (m)
1	500	1	TSALAM	25.5	9
1	500	2	TSALAM	13.9	8
1	500	3	CHACA	11.7	6
1	500	4	CHACA	11.2	5
1	500	5	CHACA	10.2	7
1	500	6	CHACA	11.2	7.5
1	500	7	SACCHACA	15.6	8
1	500	8	KANASIN	13	9
1	500	9	KANASIN	11.6	8
1	500	10	AKITS	10.9	6
1	500	11	CHACA	10.5	5
1	500	12	CHACA	10.9	5
1	500	13	CHACA	16.7	6.5

1	500	14	CHACA	12.2	6.5
1	500	15	AKITS	16.7	7.5
1	500	16	TRIQUILIA	12	6
1	500	17	KANASIN	12.8	6.5
1	500	18	TSALAM	18.4	6.5
1	500	19	JABIN	14.9	8
1	500	20	TSALAM	19.5	7.5
1	500	21	KANASIN	13.5	7.5
1	500	22	TSALAM	11.3	6.5
1	500	23	CHACA	10.9	5
1	500	24	KANASIN	10.5	7
2	500	1	JABIN	13.1	10
2	500	2	CHACA	10.4	8
2	500	3	TSALAM	16.2	9
2	500	4	CHACA	11.2	8.5
2	500	5	TSALAM	15.7	10
2	500	6	CHACA	12.1	7.5
2	500	7	TSALAM	15	8.5
2	500	8	TSALAM	12.6	9
2	500	9	CHACA	10	7
2	500	10	CHACA	11.9	7
2	500	11	TSALAM	10	7
2	500	12	TSALAM	16.5	9
2	500	13	SACCHACA	12.2	8.5
2	500	14	TSALAM	14.4	7.5
2	500	15	TSALAM	10.6	6.5
2	500	16	TSALAM	14	7
2	500	17	TSALAM	13.9	7
2	500	18	KANCHUNUP	10.7	6
2	500	19	DZUDZUK	17.6	7.5
2	500	20	TSALAM	11.1	8
2	500	21	CHACA	10.8	7
2	500	22	CHACA	10.5	7.5
2	500	23	JABIN	10.1	7
2	500	24	JABIN	11.3	8
2	500	25	TSALAM	10.6	6.5
2	500	26	TSALAM	15.3	9.5
2	500	27	SACCHACA	11.5	3.5
2	500	28	TSALAM	12.1	6.5
2	500	29	TSALAM	16.4	7
2	500	30	TSALAM	18.9	8.5

2	500	31	TSALAM	13.3	8.5
2	500	32	TSALAM	10.6	8
2	500	33	TSALAM	12.9	7.5
2	500	34	YAAXNIC	11.5	7
2	500	35	PASAK	14.9	9.5
2	500	36	SACCHACA	13.6	7.5
2	500	37	SACPA	11.3	6.5
2	500	38	TSALAM	10.8	9
2	500	39	JABIN	13.3	10
2	500	40	JABIN	15	10
2	500	41	JABIN	13.2	10
2	500	42	JABIN	10	10
2	500	43	JABIN	12.3	10
2	500	44	CHACA	11.5	6.5
2	500	45	JABIN	15.4	10
2	500	46	CHACA	11.1	7
2	500	47	JABIN	13.4	9
2	500	48	CHECHEM	14.9	8.5
2	500	49	JABIN	10	8.5
2	500	50	KANASIN	10	9
2	500	51	FIPE	12	8.5
3	500	1	KANASIN	10	10
3	500	2	FIPE	11.8	10
3	500	3	AKUM	10.7	8
3	500	4	KANASIN	11.3	10
3	500	5	KANASIN	11.7	11
3	500	6	TSALAM	13	10
3	500	7	KANASIN	10	6
3	500	8	TASTAB	10	7
3	500	9	KANASIN	11.8	7.5
3	500	10	TSALAM	19.6	9.5
3	500	11	TSALAM	11.3	7
3	500	12	TSALAM	12.9	8
3	500	13	TSALAM	15.8	9
3	500	14	TSALAM	15.2	7.5
3	500	15	CHACA	10.5	6.5
3	500	16	ALAMO	11.5	8.5
3	500	17	ALAMO	12.1	8
3	500	18	ALAMO	13.9	8
3	500	19	ALAMO	15.8	9
3	500	20	ALAMO	10.6	9

3	500	21	SACYAB	10.8	7
3	500	22	TSALAM	15.4	9
3	500	23	TSALAM	17.3	10
3	500	24	TSALAM	14.1	10
3	500	25	KANASIN	10	9
3	500	26	KANASIN	12.7	9
3	500	27	TSALAM	17.9	10
3	500	28	AKUM	14.4	3
3	500	29	JABIN	11.6	3
3	500	30	TSALAM	15.8	9
4	500	1	JABIN	12.2	9.5
4	500	2	KANCHUNUP	10	8
4	500	3	PASAK	14.2	7
4	500	4	CHACA	10.1	5.5
4	500	5	JABIN	10.1	8
4	500	6	JABIN	12.9	9
4	500	7	JABIN	12	9.5
4	500	8	JABIN	19.2	10
4	500	9	YAAXNIC	11.1	7.5
4	500	10	JABIN	15.9	10
4	500	11	FIOB	10.7	8
4	500	12	TSALAM	18.5	10
4	500	13	JABIN	12.5	10.5
4	500	14	JABIN	10.6	8
4	500	15	KANASIN	12.9	7
4	500	16	KANASIN	13.3	8
4	500	17	SACCHACA	15.5	8.5
4	500	18	JABIN	10.8	8.5
4	500	19	JABIN	12.4	7.5
4	500	20	JABIN	16.2	8
4	500	21	JABIN	17.1	10
4	500	22	JABIN	11.3	9
4	500	23	JABIN	16	8.5
4	500	24	JABIN	14.4	10
4	500	25	FIPE	11.3	8
4	500	26	SACCHACA	14.2	8
4	500	27	JABIN	12.2	10
4	500	28	JABIN	19.7	11
4	500	29	JABIN	16.1	9
4	500	30	YAAXNIC	15.9	9
4	500	31	YAAXNIC	15.6	9

4	500	32	CHACA	10.9	6.5
4	500	33	SACCHACA	18.7	10
4	500	34	FIOB	15.1	9.5
4	500	35	ALAMO	27.5	11
5	500	1	YAAXNIC	15.1	7
5	500	2	TSALAM	36.4	9
5	500	3	YAAXNIC	13.4	7
5	500	4	SACCHACA	12.9	9
5	500	5	SACCHACA	18.6	9.5
5	500	6	GRANADILLO	11.2	9.5
5	500	7	FIPE	12.6	6.5
5	500	8	JABIN	12.1	8
5	500	9	JABIN	19.1	10.5
5	500	10	TSALAM	27	10
5	500	11	FIPE	15.7	8.5
5	500	12	CHACA	10.4	7
5	500	13	CHACA	11.6	7.5
5	500	14	CHACYA	13.8	8
5	500	15	TRIQUILIA	10.2	7
5	500	16	YAAXNIC	11.2	7
5	500	17	HUAYA	10.5	6.5
5	500	18	FIPE	14.1	6
5	500	19	YAAXNIC	16	6
5	500	20	YAAXNIC	15.5	7
5	500	21	CHECHEM	27.7	9
5	500	22	CHACA	14.4	6
5	500	23	HUANO	19.9	6
5	500	24	YAAXNIC	14.3	6
5	500	25	YAAXNIC	12.2	8
5	500	26	YAAXNIC	12.6	7.5
5	500	27	KANASIN	12.4	7
5	500	28	KASKAT	13.8	7
5	500	29	KASKAT	10.1	6.5
5	500	30	YAAXNIC	11.9	7.5
5	500	31	AKUM	10.6	8
5	500	32	HUAYAKTE	10.7	6
6	500	1	KANISTE	11	7.5
6	500	2	TAKINCHE	10.6	7
6	500	3	KANISTE	10.6	7
6	500	4	JABIN	12.7	7.5
6	500	5	PASAK	11	7

6	500	6	AKUM	10.2	6.5
6	500	7	GRANADILLO	11.3	6
6	500	8	KANASIN	12.2	7.5
6	500	9	KANASIN	10	7
6	500	10	JABIN	14.3	7
6	500	11	SACCHACA	12.7	6.5
6	500	12	SACCHACA	10	6.5
6	500	13	SACCHACA	14.9	8
6	500	14	SACCHACA	13.3	7.5
6	500	15	ALAMO	13.4	8
6	500	16	JABIN	12.2	6.5
6	500	17	JABIN	10.9	7.5
6	500	18	JABIN	12.6	5
6	500	19	KANASIN	17.1	8.5
6	500	20	TSALAM	12.6	7
6	500	21	YAAXNIC	10.7	6.5
6	500	22	JABIN	13.6	7
6	500	23	JABIN	21.3	8.5
6	500	24	CHACA	10.2	6
6	500	25	KATALOX	14.3	6.5
6	500	26	PASAK	11.6	6
6	500	27	CHACA	11.4	6
6	500	28	PASAK	11.3	5.5
6	500	29	YAAXNIC	11.3	5.5
6	500	30	KANASIN	10.6	6
6	500	31	JABIN	16.8	7
6	500	32	TAKINCHE	10.1	6
6	500	33	JABIN	14.6	5
6	500	34	SACPICH	12.9	7.5
6	500	35	CHECHEM	10	6
6	500	36	FIOB	17.4	7
6	500	37	FIOB	10.6	6
6	500	38	EKULUB	16.5	5.5
6	500	39	TRIQUILIA	10	6
6	500	40	TRIQUILIA	10	6

Datos de campo del inventario forestal en el Sistema Ambiental.

PARCELA 492				
Parcela	Área (m2)	Nombre	Diámetro (CM)	Altura Total (m)
1	100	CAIMITO	9.6	6
1	100	CAIMITO	5.6	5
1	100	TAKINCHE	5	5
1	100	CAIMITO	8.4	5
1	100	CAIMITO	5	5
1	100	CAIMITO	4.5	4.5
1	100	TAKINCHE	3.8	6
1	100	TAKINCHE	3.4	4
1	100	KANASIN	3	3.5
1	100	KANASIN	3	4.5
1	100	NECO	3.2	4
1	100	AKITS	6.4	6.5
1	100	BOB	3.2	2.5
1	100	CHACA	9.5	6.5
1	100	AKITS	8	5.5
1	100	DICU	5.5	6
1	100	DICU	4.6	4.5
1	100	TAMAY	5.3	5
1	100	TATSI	3.5	4.5
1	100	TATSI	4.2	4
1	100	SIST	3.4	3
1	100	AKITS	7.4	6
1	100	TATSI	5.8	5
1	100	YAYTE	3.5	3.5
1	100	CHACA	8.9	6
1	100	TAMAY	3.5	4
1	100	AKITS	4.2	5
1	100	HUAYA	6.4	6
1	100	HUAYAKTE	4.4	5.5
1	100	HUAYA	3.2	4.5
1	100	KITINCHE	5.8	5.5
1	100	DIVE	5.6	6
1	100	TAMAY	9.2	7
1	100	CAIMITO	3.1	3.5
1	100	TAMAY	7.2	6.5

1	100	BOB	3.5	3
1	100	TAMAY	4.3	4.5
1	100	YAYTE	3.6	4
1	100	AKITS	8.9	5
1	100	AKITS	9	6
1	100	ELEMUY	3.3	4
1	100	BOB	3.6	3
1	100	CAIMITO	3.9	1.5
1	100	YUY	4.3	3.5
2	100	TAKINCHE	4.7	6
2	100	BOB	3.3	4
2	100	DIVE	5.1	7.5
2	100	NARANJACHE	5.9	8
2	100	SACCHACA	4.6	6.5
2	100	SACCHACA	9	5
2	100	SACCHACA	4.4	6.5
2	100	SACCHACA	7.1	8
2	100	KANASIN	4.5	8
2	100	DIVE	4	7.5
2	100	DIVE	3.7	8
2	100	TSALAM	3.2	5
2	100	BOB	4.2	5
2	100	BOB	3.1	4
2	100	BOB	3.2	6
2	100	CHACA	7.2	8.5
2	100	TSALAM	6.8	7
2	100	TSALAM	8.8	7
2	100	TSALAM	3.2	3
2	100	CHACA	5.8	2.5
2	100	NECO	4.2	5
2	100	JABIN	9.7	9
2	100	MAJAGUA	4.1	6.5
2	100	MAJAGUA	4.5	6
2	100	MAJAGUA	5.8	7
2	100	CHECHEM	7.4	7
2	100	MAJAGUA	4.5	7
2	100	CHINTOK	3.3	5
2	100	PIMIENTILLO	3.1	1.5
2	100	DIVE	3.9	3
2	100	BOB	3.4	5
2	100	MAJAGUA	7.7	7

2	100	PACU	4.1	5.5
2	100	DIVE	6.3	7
2	100	BOB	4.2	6.5
2	100	SACCHACA	5.8	7.5
2	100	SACCHACA	4	6
2	100	P,VACA	3.1	5
2	100	BOB	3.2	5
2	100	NECO	3.7	5
2	100	DIVE	3.2	6
2	100	TSALAM	4.6	3
2	100	JABIN	4	4
2	100	JABIN	5	6
2	100	MAJAGUA	3	5
2	100	MAJAGUA	5.8	5.5
2	100	TSISILCHE	3.3	3.5
2	100	TSISILCHE	3.4	4
2	100	SACCHACA	5.2	7
2	100	JABIN	4.2	6.5
2	100	TSISILCHE	7.7	5
2	100	TSISILCHE	3.5	3
2	100	NARANJACHE	3.7	7
2	100	TAKINCHE	3	5
3	100	POMOLCHE	7.2	7
3	100	AKITS	6.7	6
3	100	AKITS	4.8	6
3	100	POMOLCHE	5.4	6
3	100	POMOLCHE	3.8	5
3	100	POMOLCHE	3.5	5
3	100	CHACA	6.6	6.5
3	100	CHECHEM	3.1	5
3	100	CHACA	6.8	6
3	100	CHACA	6.8	6
3	100	AKITS	4.2	5
3	100	AKITS	4.8	5
3	100	CUDE	3.5	5.5
3	100	CUDE	4.4	5.5
3	100	TASTAB	3	4
3	100	KANASIN	6.8	8.5
3	100	SACCHACA	8.9	8
3	100	SACCHACA	9.2	8
3	100	DICU	3.1	5

3	100	DIVE	3.9	6
3	100	AKITS	3.5	5.5
3	100	BOB	3.8	5
3	100	KANASIN	8.3	7
3	100	KANASIN	7.4	7.5
3	100	DIVE	3.9	6
3	100	CUDE	4.8	5.5
3	100	HOJA DURA	3.3	4
3	100	DIVE	3	6
3	100	KANASIN	6.6	8
3	100	CHACA	9.8	8
3	100	CHACA	6.6	6.5
3	100	BOB	3.4	4
3	100	KANASIN	3.9	5.5
3	100	KANASIN	6.4	7
3	100	TAKINCHE	4.7	7
3	100	TSALAM	6	6
3	100	NECO	3.5	5
3	100	NECO	3.1	4
3	100	TATSI	3.9	4.5
3	100	TATSI	5.5	6.5
3	100	NECO	4.5	5.5
3	100	SACYAB	3.7	4.5
3	100	SACYAB	3.7	3.5
3	100	SACYAB	6.3	6
3	100	SACYAB	7.2	5.5
3	100	AKITS	5.6	5
3	100	HOJA DURA	4.3	5
3	100	NECO	3.6	5
3	100	AKITS	5.4	6
3	100	DIVE	4.7	7
3	100	AKITS	8.1	6.5
3	100	ELEMUY	3.1	5
3	100	POMOLCHE	6	5.5
3	100	KANCHUNUP	3	4.5
3	100	POMOLCHE	4.2	4.5
3	100	KANCHUNUP	6.2	7
4	100	NECO	3	6
4	100	JABIN	9.8	9.5
4	100	FIOB	4.8	5
4	100	TAKINCHE	7	7

4	100	NECO	6	5.5
4	100	NECO	3.3	4
4	100	CHACA	4.6	4.5
4	100	ELEMUY	3.3	3.5
4	100	BOB	3.1	3
4	100	KANCHUNUP	7.1	7.5
4	100	KANCHUNUP	8.1	7.5
4	100	KANCHUNUP	5.1	7
4	100	KANCHUNUP	5.5	7
4	100	KANCHUNUP	5.3	7
4	100	KANCHUNUP	3.5	5.5
4	100	BOB	4	2
4	100	AKITS	5.4	5.5
4	100	NECO	3.5	4.5
4	100	EUGENIA	3	4
4	100	TASTAB	4	5.5
4	100	JABIN	4.6	6
4	100	TASTAB	4	5.5
4	100	TASTAB	9.3	9
4	100	NECO	3.3	4.5
4	100	ALAMO	5.3	5.5
4	100	JABIN	3.3	3
4	100	XIMCHE	3.7	6.5
4	100	TASTAB	3.9	5
4	100	JABIN	6.7	3.5
4	100	NECO	3.6	4.5
4	100	JABIN	7.6	7
4	100	TASTAB	5.9	6
4	100	TASTAB	3.9	5
4	100	JABIN	6.2	5.5
4	100	FIOB	3.3	4.5
4	100	NECO	3.6	5
4	100	NECO	3.7	5
4	100	NECO	3.1	4.5
4	100	JABIN	6.7	7.5
5	100	PATA DE VACA	3	4.5
5	100	PATA DE VACA	3	4
5	100	D1	4.9	4
5	100	HUAYA	7	5
5	100	HUAYA	3.5	3.5
5	100	RUTACEA	7.5	6

5	100	PATA DE VACA	5.2	5
5	100	ELEMUY	3.7	3.5
5	100	FIPE	7.3	4
5	100	EKULUB	7.9	6
5	100	TRIQUILIA	4.7	3.5
5	100	CHACA	5.4	3.5
5	100	CHACA	3.7	3.5
5	100	EKULUB	3.4	3.5
5	100	HUAYA	7.4	5
5	100	HUAYA	5.7	5
5	100	CHACNI	4.5	4
5	100	AKUM	5	4
5	100	HOJA DURA	3.4	3.5
5	100	PATA DE VACA	3.6	6
5	100	SUBIN	3.3	5
5	100	BOB	3.5	3
5	100	CHACNI	3.7	4
5	100	HUAYA	7.8	5.5
5	100	PATA DE VACA	3.7	4.5
5	100	KANASIN	5.2	6.5
5	100	DIVE	3.5	6
5	100	FIOB	4	3.5
5	100	CHACA	9.2	7
6	100	CHACA	8.6	6.5
6	100	CHACA	8.8	6
6	100	TAKINCHE	6.6	6.5
6	100	CHAKTE	5	5.5
6	100	MAJAGUA	3.4	4
6	100	MAJAGUA	4.6	4.5
6	100	TAMAY	4.4	5
6	100	TAMAY	7.6	5.5
6	100	TAMAY	6.3	5.5
6	100	TAMAY	5.8	5
6	100	KANISTE	4	5.5
6	100	KANASIN	6.9	4
6	100	CHACA	9	6
6	100	KANASIN	6.4	6.5
6	100	KANASIN	4.4	6
6	100	CHACA	4.6	5
6	100	CHACA	7.8	6.5
6	100	CHACA	6.8	6.5

6	100	KANASIN	7	7
6	100	TRIQUILIA	5.6	6
6	100	CHACA	8.7	6
6	100	CHACA	7.2	6
6	100	CHACA	7.2	6
6	100	CHACA	7.1	6
6	100	CHACA	6.1	5
6	100	CHACA	7.7	6.5
6	100	JABIN	5.7	4.5
6	100	KANASIN	5.8	6.5
6	100	CHACA	4.4	6.5
6	100	CHACA	7.8	6
6	100	CHACA	4.7	5
6	100	CHACA	7.7	6.5
6	100	KANASIN	5.3	6.5
6	100	CHACA	8.1	6
6	100	CHACA	4.1	4.5
6	100	CHACA	8.3	6.5
6	100	CHACA	8.6	6
6	100	CHACA	7.4	4.5
6	100	CHACA	7.2	6
6	100	CHACA	5.3	5.5
6	100	CHACA	6.7	5.5
6	100	CHACA	3.6	4.5
6	100	CHACA	4.1	4
6	100	CHACA	4.8	5
6	100	TATSI	5.3	5
6	100	CHACA	9.4	6.5
6	100	CHACA	5.4	6.5
6	100	NARANJACHE	6.1	4
6	100	ELEMUY	3.6	3
6	100	PIMIENTILLO	4.2	3
6	100	CHACA	9.4	5.5
6	100	CHACA	6	4.5
6	100	TAMAY	4.4	4.5
6	100	CHACA	7.1	6.5
6	100	MAJAGUA	4.2	6
6	100	TAKINCHE	4.6	5.5
6	100	TAKINCHE	3.3	5.5
6	100	TAKINCHE	8.4	6.5