

# DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO-A

PARA EL TRÁMITE UNIFICADO DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL

PROYECTO:

**“DESARROLLO HABITACIONAL LOTE 1109-07”**



CADU INMOBILIARIA S.A. de C.V.

Ecociencia S.P.R. de R.L. de C.V.

Cancún, Benito Juárez, Quintana Roo

Septiembre, 2016

## CONTENIDO

<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>1</b>
<b>I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE .....</b>	<b>8</b>
I.1. Nombre del proyecto. ....	8
I.2. Nombre o Razón Social del Promovente .....	8
I.3. Ubicación (dirección) del promovente. ....	8
I.4. Superficie solicitada de cambio de uso de suelo y tipo de vegetación forestal. ....	8
I.5. Duración del proyecto. ....	8
<b>II. USOS QUE SE PRETENDAN DAR AL TERRENO .....</b>	<b>9</b>
II.1 Objetivo del proyecto. ....	9
II.2 Naturaleza del proyecto.....	9
II.3. Justificar por qué los terrenos son apropiados al nuevo uso. ....	16
II.4 Programa de Trabajo .....	18
<b>III. UBICACIÓN Y SUPERFICIE DEL PREDIO O CONJUNTO DE PREDIOS Y DELIMITACIÓN DE LA PORCIÓN EN DONDE SE PRETENDA REALIZAR EL CAMBIO DE USO DE SUELO A TRAVÉS DE PLANOS GEORREFERENCIADOS. ....</b>	<b>19</b>
III.1 Ubicación del predio o conjunto de predios donde se ubica el proyecto. ....	19
III.2 Representación gráfica de la ubicación geográfica y geopolítica. ....	20
III.3 Ubicación y delimitación física de la superficie del proyecto.....	23
III.4 Indicar si el proyecto se ubica dentro de alguna modalidad de Área Natural Protegida (ANP). ....	24
<b>IV. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FISICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROLÓGICO-FORESTAL EN DONDE SE UBIQUE EL PREDIO. ....</b>	<b>27</b>
IV.1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto. ....	28
IV.2. Caracterización y análisis de la Cuenca Hidrológico-Forestal.....	31
IV.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del Sistema Ambiental. .	33
IV.2.2 Medio abiótico .....	36
IV.2.2.1 Fisiografía .....	36
IV.2.2.2 Clima .....	37
IV.2.2.3 Edafología.....	40
IV.2.2.4 Geología y Geomorfología .....	42

IV.2.2.5 Hidrología superficial y subterránea .....	43
V.2.2.6 Aire .....	46
IV.2.3 Medio biótico .....	47
IV.2.3.1 Vegetación .....	47
IV.2.3.3 Resultados de los valores obtenidos de Importancia Ecológica en el Sistema Ambiental (VIR).....	55
IV.2.3.4 Resultados de los valores obtenidos de Diversidad florística por estrato en el Sistema Ambiental.....	57
IV.2.4 Tipos de fauna en el Sistema Ambiental.....	59
IV.2.4.1 Índice de diversidad de la fauna en el Sistema Ambiental .....	71
<b>V. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL PREDIO QUE INCLUYA LOS FINES A QUE ESTE DESTINADO, CLIMA, TIPO DE SUELO, PENDIENTE MEDIA, RELIEVE, HIDROGRAFIA Y TIPOS DE VEGETACION Y FAUNA. ....</b>	<b>74</b>
I. Condiciones del predio.....	74
II. Fines a que está destinado el predio .....	74
V.1 Clima.....	75
V.2 Suelo.....	75
V.3 Pendiente media .....	75
V.4 Hidrografía.....	76
V.5 Tipos de vegetación .....	76
V.5.1 Procedimiento para la descripción de la vegetación .....	76
V.5.2 Vegetación identificada en el predio.....	80
V.5.3 Composición de especies.....	83
V.5.4 Especies protegidas.....	86
V.5.5 Densidad de individuos en el predio.....	86
V.5.6 Resultados de los valores obtenidos de Importancia Ecológica en el predio.....	89
V.5.7 Resultados de los Valores de diversidad florística por estrato en el predio.....	91
V.6. Fauna en el predio. ....	94
V.6.1. Descripción del método de muestreo.....	94
V.6.2. Caracterización.....	94
• Sitios o especies críticas .....	96
<b>VI. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO. ....</b>	<b>99</b>

---

VI.1 Metodología para el inventario forestal en el área propuesta para el cambio de uso del suelo. ....	99
VI.1.1 Diseño de muestreo utilizado. ....	99
VI.2 Cuantificación de la estimación del Volumen Total Árbol (VTA) por especie. ....	104
<b>VII. PLAZO Y FORMA DE EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO. ....</b>	<b>106</b>
VII.1 Plazo de ejecución para el cambio de uso de suelo en terreno forestal. ....	106
VII.2 Forma de ejecución para el cambio de uso de suelo en terreno forestal. ....	106
<b>VIII. VEGETACIÓN QUE DEBA RESPETARSE O ESTABLECERSE PARA PROTEGER LAS TIERRAS FRÁGILES. ....</b>	<b>111</b>
<b>IX. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. ....</b>	<b>118</b>
IX. 1. Identificación de Impactos. ....	118
IX.1.1. Acciones del proyecto susceptibles de producir impactos. ....	119
IX.1.2 Factores Ambientales y Servicios Ambientales susceptibles de recibir impactos. ....	119
IX.1.3 Metodología para la Identificación de Impactos Ambientales. ....	120
IX.1.4 Identificación de Impactos. ....	121
IX.2. Caracterización de los impactos. ....	123
IX.3 Valoración de los Impactos. ....	127
IX.3.1. Valoración de los Impactos Positivos. ....	132
IX.3.2. Valoración de los Impactos Negativos. ....	134
IX.4. Conclusión. ....	137
<b>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. ....</b>	<b>139</b>
X.1 Descripción de las medidas de prevención y mitigación. ....	139
X.2 Impactos Residuales. ....	144
X.3 Descripción y análisis del escenario sin proyecto. ....	147
X.4 Descripción y análisis del escenario con proyecto. ....	150
X.5 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación. ....	150
X.6 Pronóstico Ambiental. ....	151
X.7 Programa de Manejo Ambiental. ....	152
<b>X.8 Seguimiento y control. ....</b>	<b>153</b>
<b>X.9 Procedimiento para instrumentar medidas de mejora. ....</b>	<b>154</b>
<b>XI. SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PROPUESTO. ....</b>	<b>156</b>
XI.1 Diagnóstico ambiental. ....	174

---



<b>XII. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....</b>	<b>177</b>
Justificación del uso alternativo propuesto será más productivo a largo plazo. ...	208
Justificación de los factores socio-económicos.....	209
<b>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.....</b>	<b>211</b>
<b>XIV. VINCULACIÓN Y APLICACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.....</b>	<b>212</b>
XIV.1. Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POET). ....	212
XIV.2. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.....	231
XIV.3. Normas Oficiales Mexicanas. ....	234
XIV.4. Planes o programas de desarrollo urbano (PDU). ....	235
XIV.5 Otros instrumentos a considerar.....	238
XIV.6. Conclusión.....	241
<b>XV. ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DEL SUELO. ....</b>	<b>244</b>
XV.1 Valoración económica directa.....	245
XV.2 Valoración económica indirecta.....	251
<b>XVI. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....</b>	<b>255</b>
<b>XVII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>269</b>
XVII.1 Referencias Bibliográficas.....	269
XVII.2 Cartografía y mapas elaborados para este estudio. ....	273
XVII.3 Datos de campo del inventario forestal del predio.....	274
Sitios de muestreo en el predio.....	274
Sitios de muestreo en el sistema ambiental.....	278

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Cuadro de superficies y densidades propuestos por el proyecto. _____	11
Cuadro 2. Programa de trabajo para la construcción del proyecto Habitacional Lote 1109-07. _____	18
Cuadro 3. Coordenadas extremas del predio ubicado en el Lote 1109-07, Mz 01, SM 01 _____	20
Cuadro 4. Coordenadas que delimitan el polígono del área sujeta al cambio de uso de suelo. _____	23
Cuadro 5. Resultados del análisis espacial del SIGEA, con respecto a las áreas naturales protegidas de la región, de acuerdo con la poligonal definida del proyecto. _____	25
Cuadro 6. Condiciones ambientales predominantes en el sistema ambiental. _____	31
Cuadro 7. Lista de algunos de los huracanes que se han presentado en la región de la Península de Yucatán. _____	39
Cuadro 8. Coordenadas en UTM de los sitios de muestreo para el Sistema Ambiental. _____	51
Cuadro 9. Riqueza florística registrada en el Sistema Ambiental y su correspondiente forma de vida y categoría de protección. _____	52
Cuadro 10. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato herbáceo área del predio de individuos con un DN menor de 3 cm. _____	55
Cuadro 11. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbustivo área del predio (DN desde 3 cm y hasta 9.9 cm). _____	55
Cuadro 12. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbóreo área del predio de individuos con un DN de 10 cm en adelante _____	56
Cuadro 13. Diversidad ( $H'$ ), diversidad máxima y Equitabilidad ( $E$ ) de las especies del Estrato herbáceo en el sistema ambiental. _____	57
Cuadro 14. Diversidad ( $H'$ ), diversidad máxima y Equitabilidad ( $E$ ) de las especies del Estrato arbustivo en el sistema ambiental. _____	58
Cuadro 15. Diversidad ( $H'$ ), diversidad máxima y Equitabilidad ( $E$ ) de las especies del Estrato arbóreo en el sistema ambiental. _____	59
Cuadro 16. Lista de especies reportada para la Vegetación secundaria derivada de Selva mediana subperennifolia en el estudio de caracterización de la fauna de vertebrados para el POEL de Benito Juárez. _____	60
Cuadro 17. Abundancia relativa de las especies registradas en el sistema ambiental de la zona de estudio _____	69
Cuadro 18. Diversidad ( $H'$ ) y Equidad de las especies por grupo de los Anfibios _____	71
Cuadro 19. Diversidad ( $H'$ ) y Equidad de las especies por grupo de los Reptiles _____	71
Cuadro 20. Diversidad ( $H'$ ) y Equidad de las especies por grupo de las Aves _____	71
Cuadro 21. Diversidad ( $H'$ ) y Equidad de las especies por grupo de los Mamíferos _____	73
Cuadro 22. Parámetros establecidos para la toma de datos en cada uno de los sitios de muestreo. _____	78
Cuadro 23. Coordenadas en UTM de los sitios de muestreo empleados durante el levantamiento de datos en campo. Datum WGS-84 México. _____	78

Cuadro 24. Valores del número de individuos por hectárea, altura máxima, altura promedio y DAP por estrato de la Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia. _____	83
Cuadro 25. Listado florístico de las especies vegetales registradas en el predio y su correspondiente forma de vida y categoría de protección. _____	83
Cuadro 26. Número de individuos por especie en los sitios de muestreo y por hectárea en el estrato herbáceo. _____	86
Cuadro 27. Número de individuos por especie en los sitios de muestreo y por hectárea en el estrato arbustivo. _____	87
Cuadro 28. Número de individuos por especie en los sitios de muestreo y por hectárea en el estrato arbóreo. _____	88
Cuadro 29. Valor de Importancia Relativa (VIR) para el estrato herbáceo dentro del predio. _____	89
Cuadro 30. Valor de Importancia Relativa (VIR) de estrato arbustivo dentro del predio (DN desde 3 cm y hasta 9.9 cm). _____	89
Cuadro 31. Valor de Importancia Relativa (VIR) del Estrato arbóreo dentro del predio considerando los individuos con un DN de 10 cm en adelante. _____	90
Cuadro 32. Diversidad (H') y Equitabilidad (E) de las especies del estrato herbáceo. _____	91
Cuadro 33. Diversidad (H') y Equitabilidad (E) de las especies del estrato arbustivo. _____	92
Cuadro 34. Diversidad (H') y Equitabilidad de las especies del estrato Arbóreo. _____	93
Cuadro 35. Abundancia relativa de especies obtenida en el área del proyecto. _____	95
Cuadro 36. Diversidad (H') y Equitabilidad (E) de las especies del grupo de los reptiles _____	97
Cuadro 37. Diversidad (H') y Equitabilidad (E) de las especies del grupo de las aves _____	97
Cuadro 38. Diversidad (H') y Equitabilidad (E) de las especies del grupo de los mamíferos _____	98
Cuadro 39. Coordenadas en UTM de los sitios de muestreo empleados durante el levantamiento de datos en campo. Datum WGS-84 México. _____	101
Cuadro 40. Ecuaciones utilizadas para volúmenes con corteza (Vcc), en m <sup>3</sup> para las especies localizadas en el predio. _____	102
Cuadro 41. Concentrado del número total de individuos con DN ≥ 10 cm (IND/HA), área basal (AB/HA) expresada en m <sup>2</sup> , Volumen Total Árbol m <sup>3</sup> (VTA) y por la superficie sujeta a CUSTF de las especies identificadas en el terreno forestal para el proyecto. _____	104
Cuadro 42. Concentrado del número total de individuos arbustivos con DN desde 5 cm y hasta 9.9 cm (IND/HA), área basal (AB/HA) expresada en m <sup>2</sup> , Volumen Total Árbol m <sup>3</sup> (VTA) y por la superficie sujeta a CUSTF de las especies identificadas en el terreno forestal para el proyecto. _____	105
Cuadro 43. Programa de trabajo para la implementación del cambio de uso del suelo del terreno forestal para el proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07. _____	107
Cuadro 44. Matriz para la determinación del índice de riesgo actual (IREA). _____	114
Cuadro 45. Acciones del proyecto susceptible de producir impactos sobre el ambiente durante las actividades de CUSTF. _____	119
Cuadro 46. Factores y servicios ambientales susceptibles de recibir impactos. _____	120
Cuadro 47. Identificación de los impactos ambientales derivados de la implementación del CUSTF del proyecto. _____	122

<i>Cuadro 48. Descripción de los impactos potenciales derivados de la implementación del CUSTF del predio donde se lleva a cabo la construcción del proyecto “Desarrollo Habitacional Lote 1109-07”.</i>	<i>123</i>
<i>Cuadro 49. Criterios y puntuación empleados en la evaluación del impacto ambiental del proyecto “Desarrollo Habitacional Lote 1109-07”.</i>	<i>128</i>
<i>Cuadro 50. Tipos de impacto.</i>	<i>130</i>
<i>Cuadro 51. Matriz de valoración de los impactos ambientales potenciales siguiendo la metodología propuesta por Conesa (2010).</i>	<i>130</i>
<i>Cuadro 52. Impactos ambientales positivos identificados para el proyecto “Desarrollo Habitacional Lote 1109-07”.</i>	<i>132</i>
<i>Cuadro 53. Impactos ambientales negativos irrelevantes para el proyecto.</i>	<i>135</i>
<i>Cuadro 54. Impactos ambientales negativos moderados para el proyecto “Desarrollo Habitacional Lote 1109-07”.</i>	<i>136</i>
<i>Cuadro 55. Preceptos normativos de excepcionalidad y servicios ambientales utilizados para la descripción de las medidas de prevención y mitigación.</i>	<i>139</i>
<i>Cuadro 56. Medidas de prevención y mitigación para asegurar la protección y recuperación de los suelos.</i>	<i>140</i>
<i>Cuadro 57. Medidas de prevención y mitigación para evitar el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.</i>	<i>141</i>
<i>Cuadro 58. Medidas de prevención y mitigación para no comprometer la biodiversidad.</i>	<i>142</i>
<i>Cuadro 59. Medidas de prevención y mitigación para no comprometer los servicios ambientales.</i>	<i>143</i>
<i>Cuadro 60. Medidas de prevención y mitigación relacionadas con aspectos socioeconómicos.</i>	<i>144</i>
<i>Cuadro 61. Valoración cuantitativa de los impactos ambientales residuales para el proyecto una vez implementadas las medidas de prevención y mitigación planteadas.</i>	<i>145</i>
<i>Cuadro 62. Identificadores de Impacto para el Programa de Monitoreo del Proyecto.</i>	<i>154</i>
<i>Cuadro 63. Costo total de la inversión para el Programa de Manejo Ambiental de este proyecto</i>	<i>155</i>
<i>Cuadro 64. Cálculo de captura de Carbono</i>	<i>168</i>
<i>Cuadro 65. Resultados del índice de diversidad de Shannon-Wiener por estratos.</i>	<i>180</i>
<i>Cuadro 66. Comparativo de los valores de importancia relativa del estrato herbáceo del predio (CUSTF) y del sistema ambiental.</i>	<i>180</i>
<i>Cuadro 67. Comparativo de los valores de importancia relativa del estrato arbustivo del predio (CUSTF) y del sistema ambiental.</i>	<i>181</i>
<i>Cuadro 68. Comparativo de los valores de importancia relativa del estrato arbóreo del predio (CUSTF) y del sistema ambiental.</i>	<i>182</i>
<i>Cuadro 69. Comparativo de riqueza por grupos de vertebrados.</i>	<i>184</i>
<i>Cuadro 70. 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>185</i>
<i>Cuadro 71. Degradación de suelos en Quintana Roo: extraída de la superficie afectada por procesos, por entidad federativa, según niveles de degradación, 2002 (hectáreas).</i>	<i>193</i>

<i>Cuadro 72. Regiones Hidrológicas Administrativas. Fuente: Conagua. Subdirección General de Programación. 2010. Elaborado a partir de: Conagua. Subdirección General Técnica. CONAPO. Proyecciones de la Población de México 2005-2050. México, 2008.</i>	197
<i>Cuadro 73. Acuíferos en las Regiones Hidrológicas Administrativas. Fuente: Conagua. Subdirección General Técnica, 2010.</i>	198
<i>Cuadro 74. Escala de la clasificación de la calidad del Agua.</i>	200
<i>Cuadro 75. Criterios ecológicos generales del POEL del Municipio de BJ.</i>	213
<i>Cuadro 76. Criterios de regulación ecológica específicas de acuerdo a la UGA-21.</i>	219
<i>Cuadro 77. Cumplimiento de los criterios ecológicos de aplicación específica por parte del proyecto.</i>	220
<i>Cuadro 78. Resultados del análisis espacial del SIGEIA, con respecto a las áreas naturales protegidas de la región, de acuerdo con la poligonal definida del proyecto</i>	231
<i>Cuadro 79. Seguimiento de Normas Oficiales Mexicanas durante el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto.</i>	234
<i>Cuadro 80. Cuadro de superficies del proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07.</i>	237
<i>Cuadro 81. Superficies y porcentajes netos propuestos por el proyecto.</i>	239
<i>Cuadro 82. Resumen de congruencia del proyecto con los instrumentos jurídicos y normativos vigentes y aplicables.</i>	241
<i>Cuadro 83. Clasificación de valores.</i>	245
<i>Cuadro 84. Estimación del volumen comercial (m<sup>3</sup>) para madera aserrada por especie, por hectárea y para la superficie de 3.08 hectáreas.</i>	246
<i>Cuadro 85. Estimación del valor económico del volumen comercial (m<sup>3</sup>) para palizada, por especie, por hectárea y por la superficie total de cambio de uso del suelo para el actual proyecto (3.08has).</i>	247
<i>Cuadro 86. Desglose por especie del volumen que podría utilizarse para leña y triturado.</i>	248
<i>Cuadro 87. Valor económico y número de plantas ornamentales por la superficie de cambio de uso de suelo forestal del proyecto.</i>	249
<i>Cuadro 88. Estimación económica de la tierra vegetal.</i>	249
<i>Cuadro 89. Estimación económica de los recursos biológicos forestales de las especies de fauna con registro de campo en el área propuesta para cambio de uso del suelo.</i>	250
<i>Cuadro 90. Valor del depósito de carbono por hectárea (USD) (Muñoz, 1994).</i>	251
<i>Cuadro 91. Evidencias de valores de existencia.</i>	252
<i>Cuadro 92. Valoración económica indirecta a partir del valor de los servicios ambientales que presta la vegetación que se desarrolla al interior del predio.</i>	253
<i>Cuadro 93. Resumen de la estimación de los recursos biológicos forestales.</i>	253
<i>Cuadro 94. Densidades promedio recomendadas por tipo de ecosistema por la CONAFOR.</i>	264
<i>Cuadro 95. Conceptos y costos para las actividades de forestación para la superficie de cambio de uso de suelo.</i>	265
<i>Cuadro 96. Estimación del costo de las actividades de restauración por hectárea en el sitio en un periodo de 20 años.</i>	267

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Prototipo de vivienda del proyecto	11
Figura 2. Anteproyecto del "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07".	12
Figura 3. Plano georreferenciado del predio donde se pretende ejecutar el proyecto	19
Figura 4. Croquis de localización del predio del proyecto en su contexto geopolítico	21
Figura 5. Ubicación del sitio del proyecto con base en el PDUCCP 2014-2030 de la ciudad de Cancún.	22
Figura 6. Localización del predio en el contexto del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.	23
Figura 7. Distribución espacial del área a solicitar de CUSTF del proyecto. El polígono de color rojo representa el área sujeta a CUSTF.	24
Figura 8. Pantalla del portal del SIGEIA de la SEMARNAT.	25
Figura 9. Ubicación del predio de interés respecto a las Áreas Naturales Protegidas	26
Figura 10. El predio de interés se localiza en la Cuenca hidrológica RH32, Cuenca 32 A Quintana Roo. FUENTE: INEGI, Escala 1:1'000,000.	28
Figura 11. Ubicación del predio, delimitación del área de influencia y descripción del Sistema Ambiental	30
Figura 12. Mapa climático que se presenta en el sistema ambiental. Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Escala 1: 20,000.	38
Figura 13. Marcha anual de la temperatura y precipitación para la zona de estudio. Fuente: Datos obtenidos por la CNA en la estación meteorológica Cancún (1991-2006).	38
Figura 14. Mapa de peligros por incidencia de ciclones Fuente: Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).	40
Figura 15. Mapa Edafológico del Área de Estudio. Fuente: Carta Edafológica del INEGI "CANCUN F16-8" a escala 1: 250 000.	42
Figura 16. Mapa Geológico del área de Estudio. Fuente: Carta Geológica del INEGI "CANCUN F16-8" a escala 1: 250 000.	43
Figura 17. Mapa Hidrológico Superficial del Área de Estudio. Fuente: Carta Hidrológica de Aguas Superficiales del INEGI "CANCUN F16-8" a escala 1: 250 000.	44
Figura 18. Mapa Hidrológico Subterráneo del Área de Estudio. Fuente: Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas del INEGI "CANCUN F16-8" a escala 1: 250 000.	45
Figura 19. Representación esquemática el flujo subterráneo del agua que caracteriza la zona costera del norte de Quintana Roo. Fuente: IMPLAN, 2006.	46
Figura 20. Representación esquemática de la dirección de flujos subterráneos en la cuenca 32-A Quintana Roo. Fuente: IMPLAN, 2006.	46
Figura 21. Distribución espacial de los sitios de muestreo para la diversidad de flora en el sistema ambiental.	51

Figura 22. Distribución de las 3 unidades de muestreo para la caracterización de la vegetación en el predio	78
Figura 23. Mapa de vegetación con la distribución espacial de las condiciones de la vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia que predomina en este predio.	80
Figura 24. Imágenes de la vegetación secundaria del predio donde se pretende desarrollar el proyecto.	82
Figura 25. Fauna registrada en el área donde se pretende desarrollar el proyecto	96
Figura 26. Distribución de las unidades de muestreo en el predio para obtener el Volumen Total Árbol (VTA).	100
Figura 27. Mapa de los procesos de degradación de suelos en las montañas de México.	111
Figura 28. Mapa de los procesos de degradación de suelos en las zonas áridas, muy áridas, semiáridas y subhúmedas secas en México.	112
Figura 29. En color verde se representan las áreas verdes de uso común se enriquecerá y restaurará con especies procedentes del rescate.	117
Figura 30. Total de impactos por actividad de CUSTF del proyecto.	137
Figura 31. Panorámica del sitio en donde se llevará cabo el desarrollo habitacional.	147
Figura 32. Panorámicas de las colindancias del sitio del proyecto.	148
Figura 33. Afectaciones por actividad humana registradas al interior del lote 1109-07.	149
Figura 34. Plano de hidrología a nivel nacional	159
Figura 35. Distribución conocida de la palma <i>Thrinax radiata</i> (chit), de acuerdo con la CONABIO. Fuente: Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2010.	165
Figura 36. Área de distribución de la iguana rayada ( <i>Ctenosaura similis</i> ) en México. Fuente: Ramírez Bautista y Arizmendi, 2004.	166
Figura 37. Localización del predio respecto a la expansión de la mancha urbana de la ciudad de Cancún.	175
Figura 38. Perfil de elevación del predio.	189
Figura 39. Erosión Hídrica Potencial de suelos.	193
Figura 40. Erosión eólica Potencial de suelos.	194
Figura 41. Mapa de las unidades hidrogeológicas de México.	196
Figura 42. Acuíferos sobreexplotados y acuíferos con problemas de aguas salobres o intrusión salina. Fuente: Conagua. Subdirección General de Programación. 2010.	198
Figura 43. Demanda Bioquímica de Oxígeno (CONAGUA, 2010). Fuente: Conagua. Subdirección General Técnica. 2010.	201
Figura 44. Demanda Química de Oxígeno (CONAGUA, 2010). Fuente: Conagua. Subdirección General Técnica. 2010.	202
Figura 45. Sólidos disueltos Totales (SST), (CONAGUA, 2010). Fuente: Conagua. Subdirección General Técnica. 2010.	203
Figura 46. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.	213
Figura 47. Localización del sitio del proyecto con respecto a la UGA-21	220
Figura 48. Pantalla del portal del SIGEIA de la SEMARNAT.	231

Figura 49. Localización del sitio del proyecto con respecto a la Región Hidrológica Prioritaria número 103 denominada "Contoy".	232
Figura 50. Localización del sitio del proyecto con respecto a las Regiones Marinas Prioritarias presentes en el Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.	233
Figura 51. Localización del sitio del proyecto en el Plano B del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030).	236
Figura 52. Anteproyecto del "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07".	237
Figura 53. Plano de superficies permeables.	240
Figura 54. Modelo general de sucesión vegetal propuesto por Gómez Pompa y Vázquez-Yanes (1981).	256
Figura 55. 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.	262

CONSULTA PÚBLICA



## RESUMEN EJECUTIVO

### PROYECTO: "DESARROLLO HABITACIONAL LOTE 1109-07"

El presente Documento Técnico Unificado Modalidad "A", se ha elaborado con el objetivo de tramitar de manera conjunta ante la Delegación Federal de la SEMARNAT, el cambio de uso del suelo en terrenos forestales de acuerdo a los establecido en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y la Ley General del equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, para el desarrollo del Fraccionamiento denominado "**Desarrollo Habitacional Lote 1109-07**", en la ciudad de Cancún, Estado de Quintana Roo.

El trámite de cambio de uso del suelo se sustenta en materia forestal, de acuerdo a lo estipulado en el artículo 117 de la LGDFS y 121 de su Reglamento, mientras que en materia ambiental, en el artículo 12 de la LGEEPA. De esta manera y en base al Decreto publicado el 22 de diciembre de 2010 en el que se establece la procedencia de realizar un trámite único en materia forestal y ambiental para el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, se ha realizado y estructurado el presente DTU modalidad "A".

En base a lo anterior y a las competencias en materia de evaluación de impacto ambiental de orden federal y estatal, es que este DTU Modalidad "A", se presenta para su valoración en lo referente estrictamente al cambio de uso del suelo, ya que la evaluación ambiental del proyecto se promueve con el Instituto de Impacto y Riesgo Ambiental (INIRA) del Gobierno del Estado en base a las atribuciones y acuerdos establecidos para y entre ambos órdenes de gobierno.

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

La empresa **CADU INMOBILIARIA, S.A. de C.V.**, tiene como objetivo llevar a cabo la remoción de la vegetación de un terreno forestal en una superficie de 3.08 hectáreas para destinarlo a futuro en un desarrollo habitacional sustentable, armónico con el entorno y con el mínimo impacto ambiental.

El inmueble de interés donde se pretende llevar a cabo el cambio de uso de suelo y posteriormente realizar el conjunto habitacional, se encuentra ubicado en el Lote 1109-07, Mz 01, SM 01, Ejido de Isla Mujeres, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo, el cual cuenta con una superficie total de 3.08 Hectáreas. El inmueble se encuentra en posesión de la persona moral denominada CADU INMOBILIARIA, S.A. DE C.V., de acuerdo con el contrato de arrendamiento que celebra el CP. Manuel Araiza Luevano (arrendador) y la sociedad CADU INMOBILIARIA S.A. DE C.V. (arrendatario), dicho inmueble se encuentra inscrito en el Registro Público de la Propiedad en el estado de Quintana Roo, bajo el folio 162527.

El objetivo del proyecto es establecer un desarrollo urbano con 240 unidades habitacionales enfocadas para el segmento de mercado medio y bajo e incorporar este desarrollo a la traza urbana de la ciudad de Cancún.

El plan maestro prevé un uso del suelo del 100% de la superficie del predio (3.08 hectáreas), el proyecto contará con áreas habitacionales, áreas de uso común, área vial, áreas comerciales, así como, banquetas, jardines y áreas verdes. El proyecto se incorporara inmediatamente a la zona urbana de la ciudad de Cancún, ya que existen servicios para este tipo de desarrollo como son: vialidades principales (Avenidas), energía eléctrica, drenaje municipal, telefonía, entre otros, por lo que el desarrollo tendrá la disponibilidad inmediata de todos los servicios urbanos, incluyendo el manejo de residuos sólidos urbanos y el abasto de agua potable.

Como queda demostrado en el resultado del levantamiento forestal y del análisis de imágenes dentro de este estudio, determinándose que la vegetación original existente se encuentra afectada, esto por cuestiones de actividades antropogénicas diversas y fenómenos meteorológicos de alto impacto que han golpeado a la zona en los últimos años, el predio muestra áreas de vegetación con bajo estado de conservación tanto en la flora como en el caso de la fauna silvestre, detectándose que existe un grado de afectación alto a la estructura de la vegetación ya que los datos generales de área basal y de densidades son relativamente bajos.

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, 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). 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, dentro de la jurisdicción del Municipio de Benito Juárez, concretamente en la Ciudad de Cancún dicho proyecto se encuentra regulado, además de las Leyes Generales de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y de Desarrollo Forestal Sustentable, y sus respectivos reglamentos, y por:

1.- Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo del 27 de febrero de 2014). De acuerdo con la sobreposición del sitio del proyecto sobre el citado programa de ordenamiento ecológico, se aprecia que este predio se localiza dentro de la Unidad de Gestión Ambiental UGA-21 denominada "Zona Urbana de Cancún" con una Política Ambiental de Aprovechamiento Sustentable.

2.- Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030) (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo del 16 de Octubre de 2014). De acuerdo con la sobreposición del sitio del proyecto sobre el PDU aplicable y la clasificación de usos en zonas de crecimiento, el predio de interés tiene un uso de suelo Mixto MX/80, por lo que se le asigna a la superficie total del predio una densidad bruta de 80 viviendas por hectárea.

Como resultado de la vinculación del proyecto propuesto se pretende llevar a cabo la construcción de 240 unidades habitacionales, con una densidad de 77.9 viv/ha, con prototipo de vivienda dúplex, por lo que en este documento técnico se demuestra que el cambio de uso de suelo para el proyecto denominado "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07", es plenamente congruente con lo establecido por los ordenamientos jurídicos ambientales que rigen en la localidad. Una vez soslayado el tema de la vinculación del proyecto con los instrumentos normativos jurídicos aplicables en materia ambiental y urbana, el presente Documento aborda el estudio de las condiciones del predio, estudio del cual se obtuvo el resultado a continuación sintetizado.

En el predio se logró encontrar una riqueza de 95 especies de plantas vasculares, de las cuales 68 especies son árboles, 15 especies son arbustivas o arborescentes, 7 son herbáceas, 3 especies son rastreras y trepadoras. 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 42 Familias, de las cuales Fabáceas cuenta con 13 especies identificadas.

De acuerdo con la información recopilada en este predio se encontró una especie de flora en 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. Se trata de la palma Chit (*Thrinax radiata*), en la categoría de amenazada esta se encuentra formando parte de la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

La vegetación secundaria que se presenta en este predio está compuesta comúnmente por especies características de selva en su estrato arbóreo como *Bursera simaruba* (Chacá), *Metopium brownei* (Chechen), *Lysiloma latisiliquum* (Tsalam), *Vitex gaumeri* (Ya'axnik), *Ficus cotinifolia* (Alamo), *Ficus pertusa* (Ju'um ch'iich') entre otras especies no menos relevantes. En el predio únicamente se registró un diámetro (DAP) promedio de 14.4 cm para las especies que componen éste estrato, siendo el diámetro mayor registrado con un individuo de 29.3 cm de DAP correspondiente a la especie *Lysiloma latisiiquum* (tsalam). Los individuos que integran este estrato presentan un follaje reducido por lo que el dosel generalmente no se encuentra completamente cerrado. La altura promedio del arbolado es de 8.9 metros, siendo la altura máxima registrada en los sitios de muestreo de 12 metros; mientras que la altura menor

registrada fue de 5.5 metros. En este estrato se estimaron en promedio 473 individuos por hectárea con un área basal promedio de 8.76 m<sup>2</sup>/ha.

Respecto al estrato arbustivo se encuentra compuesto de manera predominante por individuos jóvenes. Este estrato presenta el mayor número de especies, se encuentra compuesto de manera predominante por individuos jóvenes de las especies arbóreas que componen la vegetación, se trata de individuos de rápido crecimiento con tallos delgados que se encuentran entremezclados con los individuos arbóreos distribuidos de manera dispersa en el predio. Se puede observar que en este estrato el diámetro promedio es de 4.6 cm de DAP y la altura promedio es de 5.7 metros, siendo la altura máxima registrada de 8.5 m y la altura mínima de 3 m. Se estimó un total aproximado de 4,267 individuos por hectárea con un área basal de 8.20 m<sup>2</sup>/ha. Entre las especies con los valores de importancia relativa mayores se encuentran: *Metopium brownei* (Chechem), *Bursera simaruba* (Chakaj), *Diospyros yucatanensis* (Uchulché) y *Dendropanax arboreus* (Sak chakaj).

En total se estimó un Volumen Total Árbol (VTA) de 102m<sup>3</sup>/ha con individuos medidos desde los 5 cm de diámetro. El Volumen Total Árbol estimado que se pudiera encontrar en la superficie solicitada de cambio de uso de suelo en las 3.08 hectáreas es de aproximadamente 316.3 m<sup>3</sup> con corteza, las especies que contribuyen más en este volumen son las especies de *Lysiloma latisiliquum*, *Bursera simaruba*, *Metopium brownei*, *Vitex gaumeri* y *Lonchocarpus rugosus*.

Respecto a los índices de riqueza de flora y en 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. Asimismo tanto en el sitio del proyecto como en el Sistema Ambiental de referencia indican que en ambos casos la diversidad real encontrada está muy cercana a la máxima hipotética, por lo que ambos sitios representan prácticamente la misma diversidad.

Para corroborar lo anterior se utilizó el modelo de análisis de similitud de Sorensen para comparar la riqueza entre el predio de interés y otro sitio (sitio testigo) ubicado dentro del sistema ambiental definido para el proyecto, obteniendo como resultado que entre ambos sitios existe 81.5%, de similitud, por lo que no se compromete la riqueza de las especies, ya prácticamente todas las especies registradas en el predio se encuentran en abundancia fuera de éste, y en caso que tenga lugar el desmonte en el sitio del proyecto, la representatividad específica está garantizada en el sistema ambiental, al conservarse el sitio de referencia.

Los índices de diversidad biológica por estrato tanto en el sitio del proyecto como en el sistema ambiental de referencia indican que la diversidad real encontrada en cada uno de los estratos está muy cercana a la máxima hipotética y que los valores H y Hmax son mayores en el estrato arbustivo, seguidos por el estrato arbóreo y por último el herbáceo, por lo que en ambos sitios se presenta prácticamente un mismo patrón de diversidad.

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 arbóreo. 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. Se ha de indicar que existe baja diversidad tanto en el sitio del proyecto como en el sistema ambiental esto es consecuencia del pasado y del efecto del desarrollo en sus inmediaciones.

En cuanto a la riqueza de las especies se puede observar que el estrato arbustivo en ambos casos es el que tiene la mayor riqueza de las especies y la de menor riqueza la podemos encontrar en el estrato herbáceo, típicos de los ambientes con alta perturbación al interior de zonas urbanas.

Respecto al (VIR), 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 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 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 destinará más del 10.71% de la superficie total del predio como áreas verdes manteniendo los individuos arbóreos que no interfieran con el proceso de obra.

En cuanto a la fauna silvestre, la diversidad de los diferentes grupos de vertebrados registrados en el predio, según el índice de Shannon obtenido es muy parecida con respecto a sus comparaciones. El grupo de las aves resultó por razones obvias el grupo más diverso registrando un índice H de 3.01 y 3.8 para el predio y para el sistema ambiental que se considera alto, esto indica que existe una muy buena riqueza de especies de aves en ambas unidades comparativas. En el caso de los réptiles; dicho índice H equivale a 1.21 y 1.90 respectivamente que se considera bajo, índices muy parecidos para el grupo de los mamíferos de 1.1 y 2.0, el número de especies para ambos grupos faunísticos, sin duda puede aumentar si se incrementa el número de muestreos a lo largo del año. Los anfibios obtuvieron un índice de 0.6 en el Sistema ambiental y en el predio no se consideró por no encontrarse, este resultado es considerado muy bajo.

En el predio sólo se registró una especie de los vertebrados incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la iguana gris (*Ctenosaura similis*), la cual recibirá atención especial y el mayor esfuerzo de protección durante la aplicación del Programa de Rescate y ahuyentamiento de Fauna Silvestre que forma parte de las medidas de mitigación del proyecto con lo que se espera evitar la captura, daño o muerte de los individuos presentes. Todo lo anterior nos permite concluir que la biodiversidad referente a la fauna de vertebrados terrestres no se ve comprometida pues todas las especies registradas en el predio también se encuentran habitando en el sistema ambiental.

De acuerdo con la metodología para la identificación de la valoración de los impactos ambientales potenciales que serán generados por la implementación del CUSTF del proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07" y de la descripción realizada dentro de este documento, se puede concluir categóricamente que el cambio de uso del suelo no producirá impactos ambientales severos, es decir, no provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, ni obstaculizará la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales; no representa riesgos a poblaciones de especies protegidas, no implica aislar un ecosistema, puesto que este ya se encuentra aislado en la actualidad, por el desarrollo urbano se puede considerar como viable dado que:

- Cuantitativamente se demostró que el proyecto que se presenta es compatible con el sistema ambiental estudiado y programado en el PDU del Centro de Población de Cancún y el POELBJ. Los impactos se presentan como irrelevantes o moderados, los cuales son de baja intensidad o requieren medidas de prevención o mitigación simples.
- Cualitativamente, el ejercicio aporta que no se afectan ni se interfiere en procesos biológicos de especies de difícil regeneración, es decir aquellas que son vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.
- No representa riesgos a poblaciones de especies protegidas, puesto que se llevará a cabo el rescate de un porcentaje de la población de las especies de flora que fueron registradas en el predio, las cuales serán reubicadas en áreas verdes y recreativas del proyecto.
- No se determinó la posibilidad de que ocurra inminente daño ambiental a consecuencia del presente proyecto; y no se esperan daños graves al ecosistema o servicios ambientales, esto en virtud de que la zona se encuentra en la zona urbana de la Ciudad de Cancún, donde se presentan diferentes proyectos similares al planteado en el presente documento y que actualmente se encuentran en operación. Los impactos ambientales negativos que se predicen son, en la escala analizada que es a nivel de Sistema Ambiental y de predio, mitigables, prevenibles.
- La vegetación presente en el predio está inmersa en el conjunto urbano que conforma el primer cuadro de la ciudad de Cancún, y florísticamente no representa un ecosistema o parte de él en buen estado de conservación. Los impactos ambientales antiguos y actuales han degradado el sitio de manera importante.



De esta manera al realizar el análisis de los impactos ambientales que se generarán por el proyecto, destacando como relevantes, la pérdida de cobertura forestal y la pérdida de suelo, lo cual incluye para ambos casos, la pérdida de valores o servicios asociados. Sin embargo y como se destaca en el documento, estos y otros impactos son de baja escala ya que son puntuales, por lo que las medidas propuestas permitirán atenuar tales impactos

En lo general se han propuesto medidas preventivas y de mitigación de impactos tendientes a mitigar la pérdida de cobertura vegetal y de suelo, destacando entre estas la realización de un programa de rescate de flora que serán usadas para reforestación dentro de las áreas públicas del proyecto. También, se implementará un Programa de Rescate o Ahuyentamiento de Fauna Silvestre, el cual permite establecer los pasos fundamentales a seguir para realizar el rescate ecológico de la fauna, cuyo objetivo es contribuir a minimizar los posibles impactos ambientales negativos hacia la fauna de vertebrados del predio donde se desarrollará el proyecto. Se llevará a cabo un adecuado manejo de residuos líquidos y sólidos en la etapa de construcción del proyecto y en la etapa de operación el manejo de aguas residuales será canalizada a la red de drenaje para enviarse al cárcamo y a la plantas de tratamiento del municipio y el manejo de residuos sólidos urbanos se transportarán a sitios de disposición final autorizados mediante el servicio municipal.

Para garantizar el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación propuestas en el documento, se aplicará el Programa de Seguimiento y Control el cual tiene como objetivo principal vigilar el cumplimiento de las medidas propuestas para cada uno de los impactos ambientales identificados.

La valoración económica de los recursos presentes indica que el uso forestal no es viable y que la conservación del predio sin medida alguna, implicará la pérdida gradual de su valor ecosistémico, ya de por sí menguado por la fuerte presión antropogénica que prevalece dentro y alrededor del predio, por lo que el uso propuesto puede reeditar en el mediano plazo ya que con ello se reduce la presión y fragmentación por dispersión de casas alrededor de la ciudad; se reducen los problemas de abasto de servicios municipales y se reducen los costos de energía y tiempos aplicados por desplazamientos por vivir fuera o lejos de la ciudad. El proyecto en lo general propone usar esta superficie que ya está parcialmente afectada por actividades antropogénicas y atender la demanda de vivienda de un amplio sector de la población económicamente activa que requiere de casa para su familia.

Los resultados de la vinculación del proyecto “Desarrollo Habitacional Lote 1109-07”, propuesto en este documento para solicitar el cambio de uso de suelo de un terreno forestal para su uso urbano, es plenamente congruente con lo establecido por los ordenamientos jurídicos ambientales que rigen en la localidad. Se refuerza este argumento por el hecho de que actualmente en esta zona se continúan en proceso los trabajos de urbanización de algunos sectores en lo que se refiere al trazo de calles, introducción de servicios de agua potable, drenaje, electrificación, así como la instalación de plantas para el tratamiento de aguas residuales, propiciando un desarrollo urbano sustentable y armónico con la naturaleza.

**I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE**

**I.1. Nombre del proyecto.**

"Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"

**I.2. Nombre o Razón Social del Promovente**

**I.3. Ubicación (dirección) del promovente.**

- 
- 
- 

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

**I.5. Duración del proyecto.**



## II. USOS QUE SE PRETENDAN DAR AL TERRENO

### II.1 Objetivo del proyecto.

La sociedad CADU INMOBILIARIA S.A. DE C.V., pretende establecer un desarrollo inmobiliario tipo fraccionamiento urbano que consiste en la construcción de unidades habitacionales que contará con los servicios de urbanización, energía eléctrica, agua potable, drenaje pluvial, sanitario y áreas verdes. El segmento de mercado al cual está dirigido este tipo de desarrollo corresponde al de ingresos medio y bajo. Por lo que se requiere el cambio de uso de suelo de un terreno forestal de una superficie de 3.08 Has a través de la remoción total de la vegetación forestal correspondiente a vegetación secundaria de Selva mediana subperennifolia.

Por lo que es necesario implementar la infraestructura para satisfacer los requerimientos en la materia para los nuevos desarrollos habitacionales, lo que impacta en nuevas ofertas inmobiliarias para los habitantes de la ciudad, que demandan, según las proyecciones de necesidad de vivienda en Cancún, en un futuro inmediato.

Es por ello que en términos generales los objetivos del presente proyecto incluyen:

- Contribuir al desarrollo planificado y ordenado que las autoridades y la población deseen para la ciudad de Cancún, cabecera del municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.
- Optimizar el aprovechamiento del predio rústico ubicado dentro de una zona urbana, como lo refiere el POEL del Municipio Benito Juárez. El cual ubica este inmueble del proyecto dentro de la UGA 21.
- Llevar a cabo la edificación de 240 viviendas que se proponen será en apoyo a la clase trabajadora que se desempeña dentro del sector turístico.
- Incrementar la oferta habitacional en la ciudad de Cancún que de acuerdo con los instrumentos de planeación se ha dirigido hacia esta zona la tendencia del crecimiento urbano.
- Contribuir de manera directa en el sector inmobiliario, ya que habrá de favorecer la mejora en la calidad de vida de la población en la ciudad de Cancún.

### II.2 Naturaleza del proyecto.

El proyecto "*Desarrollo Habitacional Lote 1109-07*", ha sido conceptualizado por la promovente como un proyecto para atender la demanda de vivienda en la ciudad de Cancún, que en los últimos años ha crecido sustancialmente en sus tasas de crecimiento, su dinámica actual conlleva una demanda en este tipo de servicios.

El terreno donde se habrá de implementar el proyecto tiene ventajas competitivas importantes que definen la viabilidad ambiental y la toma de decisión para que dichos terrenos sean incorporados a la actividad habitacional, es por eso que el sitio donde se pretende desarrollar el proyecto en comento, se localiza en el Lote 1109-07, Mz 01, SM 01, Ejido de Isla Mujeres,

Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo; colinda con áreas de crecimiento urbano, donde se localizan desarrollos habitacionales similares al planteado tales como son el Fraccionamiento Galaxias del Sol, Vista Real, Villas del Mar, La Joya, Puerta del Mar por hacer mención de algunos, así como también se encuentran tiendas de autoservicios, gimnasios, gasolineras, escuelas, centros de culto religioso, dentro de las colindancias del proyecto habitacional.

Respecto a los usos que se le pretende dar al conjunto de predios de interés, 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 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 27 de febrero de 2014, y aquellos establecidos en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún 2014-2030, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 16 de Octubre de 2014; los cuales determinan, con base en caracterizaciones ambientales y diagnósticos previos, aquellos sitios donde se pueden realizar actividades productivas y de servicios, y aquellos donde sólo es posible la conservación de los recursos naturales, conforme a los lineamientos de protección y conservación que señala espacialmente el POEL- Benito Juárez.

El POEL en cuestión establece que la Zona Urbana de Cancún (Unidad de Gestión Ambiental 21), 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.

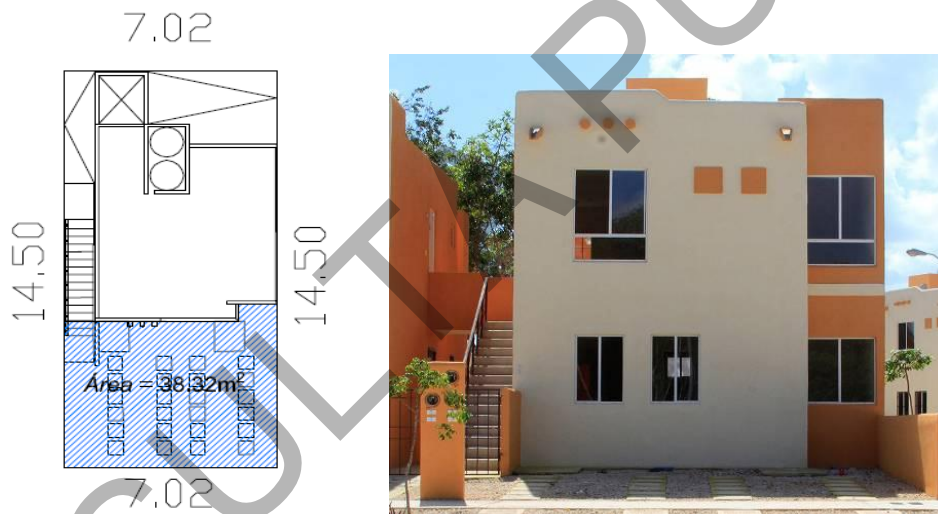
El sitio del proyecto en su estado actual, solamente genera gastos que por nada resultan redituables, tales como el pago del impuesto predial, trabajos de mantenimiento, conservación, vigilancia, etc., lo que se traduce en una pérdida monetaria y no en un beneficio económico; sin embargo, con el desarrollo 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. Asimismo, 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 Cancún, 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 del Centro de Población Cancún 2014-2030, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. 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. Del mismo modo, 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.

Por su naturaleza, el proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07" se encuentra clasificado como un Desarrollo Habitacional Urbano con un uso de suelo habitacional en el cual se pretende llevar a cabo la construcción de viviendas con una densidad habitacional de 77.9 viviendas/ha. El proyecto contempla la construcción de 240 viviendas las cuales estarán desplantadas en un lote tipo multifamiliar de 120 m<sup>2</sup>. Las dimensiones del lote son área del lote 21.52m<sup>2</sup>, área verde por lote 38.32m<sup>2</sup>. Consta de sala-comedor, cocina, baño, recamara, alcoba, área de aseo y cochera para un auto.

### **PROTOTIPO SOL**



**Figura 1. Prototipo de vivienda del proyecto**

Como se puede observar en el cuadro 1, el diseño urbano al interior del conjunto habitacional contempla el 40.26% para el uso habitacional, el 18.51% para el uso comercial y el 30.52% para las vialidades. Para las áreas verdes y recreativas se contempla el 10.71% de la superficie total del predio.

**Cuadro 1. Cuadro de superficies y densidades propuestos por el proyecto.**

USOS DE SUELO	SUPERFICIE (Ha)	PORCENTAJE (%)
ÁREA HABITACIONAL	1.24	40.26
ÁREA COMERCIAL	0.57	18.51
ÁREA VERDES DE USO COMÚN	0.33	10.71
VIALIDADES	0.94	30.52
<b>SUPERFICIE TOTAL DEL PREDIO</b>	<b>3.08</b>	<b>100.00</b>

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A  
PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"

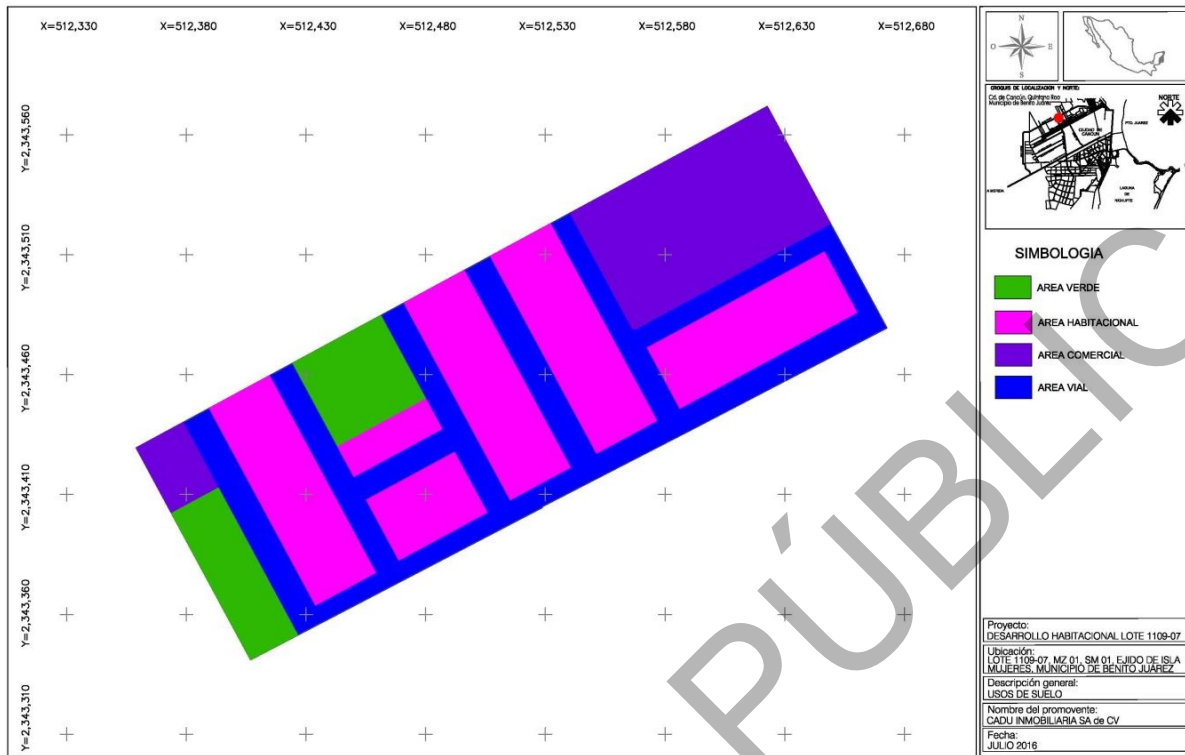


Figura 2. Anteproyecto del "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07".

### Etapas de preparación del sitio.

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

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

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

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

**b) Desmote y despalme.-** Las actividades de desmote y despalme implicarán la remoción de la cubierta vegetal en una superficie total de 3.08 hectáreas, manteniendo "in situ" aquellos árboles cuya permanencia no obstruya la funcionalidad de las redes de servicios y conservando intactas en esta primera etapa las áreas verdes.

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

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

#### **Etapas de construcción.**

El proyecto generará un total aproximado de 220 empleos temporales y permanentes durante un periodo de 24 meses, los cuales se describen a continuación:

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

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

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

con concreto premezclado bombeable o a tiro, una vez transcurrido el tiempo de fraguado, y descimbrado, se procederá al desmantelamiento de cimbra.

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

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

Construcción de obras de cabecera. De acuerdo con el plano de conjunto se preparan las vialidades y los caminos de acceso que comunican las áreas de construcción con las instalaciones de servicios. En las vialidades se abren las zanjas para la instalación de las tuberías de conducción del agua potable y el sistema de bombeo de aguas residuales y el alcantarillado pluvial.

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

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

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

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

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



**Residuos de despalme.** En el caso particular de la capa de tierra fértil (suelo con materia orgánica), esta se utilizará para el rescate y mantenimiento de las plantas en vivero, y otra parte se incorporará a las áreas verdes.

**Vivero temporal.**-Para acopiar y resguardar las plantas rescatadas de las áreas que se pretenden desmontar, se establecerá un vivero rústico provisional. En este sitio se realizará también el acopio de tierra y material triturado que se obtenga de las áreas de desmonte para ser reutilizados en las áreas ajardinadas y en las áreas verdes que se pretenden restaurar. Para la operación y mantenimiento del vivero, se estima el empleo de 4 personas que laborarán en el mismo de manera permanente hasta concluir las actividades de cambio de uso de suelo.

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

**Material tipo I.** Son los materiales fácilmente excavables con pala de mano y sin necesidad de emplear zapapico, aunque esto se use para aumentar los rendimientos. También los que son fácilmente excavables con equipo mecánico ligero, como draga de arrastre, cargador frontal o retroexcavadora montados en tractores de orugas con cuchillas angulables o arado desgarrador para aflojar el material.

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

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

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

**Término de actividades o abandono del sitio y de las instalaciones construidas.**

El proyecto no contempla la etapa de abandono del sitio, ya que se considera una vida útil permanente mediante un Programa de Mantenimiento adecuado, atendiendo las eventualidades oportunamente.

### **Duración de la construcción y vida útil del proyecto.**

De acuerdo con el Programa de Trabajo de la construcción del proyecto *Desarrollo Habitacional Lote 1109-07*, la etapa de construcción abarcará un periodo de 24 meses, mientras que la vida útil se considera permanente mediante un Programa de Mantenimiento adecuado mayor a 100 años.

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

Para la implementación del predio donde se pretende el proyecto "**Desarrollo Habitacional Lote 1109-07**", como se ha indicado anteriormente tiene ventajas competitivas importantes que definen la viabilidad ambiental y la toma de decisión para que dichos terrenos sean incorporados a la actividad habitacional, de acuerdo al objetivo del proyecto.

El predio ya ha sido impactado por la dinámica de las actividades antropogénicas y fenómenos meteorológicos. La cobertura forestal se encuentra afectada y la biodiversidad muestreada en el predio es baja en comparación con zonas o áreas bien conservadas como se podrá apreciar de una mejor manera en el capítulo V.

La zona donde se localiza el predio se encuentra fragmentada por lo que la condición ecosistémica del área del predio está limitada ya que la presión antropogénica es evidente en el área del proyecto, al encontrar infraestructura como son diversos fraccionamientos y vialidades que logran unir la zona del predio.

La UGA 21 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez en cuestión establece que Zona Urbana de Cancún, con una Política Ambiental de Aprovechamiento Sustentable. Sin dejar de mencionar que el POEL en referencia establece que la vocación de uso de suelo, se determinó a partir del análisis de las características, aptitudes y tendencias de aprovechamiento del territorio. Ésta es indicativa de la orientación del uso del suelo predominante o de la potencialidad de aprovechamiento del territorio que establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Local en cuestión, por lo tanto, el uso que se le pretende dar al terreno forestal para destinarlo a la construcción de un fraccionamiento habitacional, 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 21 denominada "Zona Urbana de Cancún" con una política ambiental de aprovechamiento sustentable a la cual pertenece el predio de interés, que los usos de suelo permitidos serán aquellos que establezca el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún 2014-2030, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo; por lo tanto, la justificación del porqué esos terrenos son apropiados para el nuevo uso del suelo que se pretende realizar, consiste en un uso de suelo habitacional por lo que se le asigna al predio una densidad bruta de 80 viviendas/ha, con la siguiente descripción de uso de suelo:



- **Mixto (M):** Esta zonificación permite la convivencia de giros de vivienda, comercio, oficinas, equipamiento y pequeña industria y se plantea para zonas de concentración de actividades.

Por lo antes citado, el proyecto del desarrollo habitacional da cumplimiento a lo establecido en el PDU dado que pretende desarrollar el uso de suelo habitacional. El proyecto pretende llevar a cabo la construcción de 240 unidades con una densidad habitacional de 77.9 viviendas/ha.

El proyecto que se pretende realizar generará 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 Benito Juárez por la derrama de empleos que se generaran.

El tiempo que durará el proceso constructivo del proyecto y de acuerdo a lo manifestado por el promovente, serán requeridos de la participación directa de aproximadamente 35 empleos temporales (2 años promedio), y 10 empleos permanentes, sólo para la etapa de cambio de uso de suelo que se propone en el presente estudio; y adicionalmente se tiene contemplada la generación de otros 150 empleos adicionales de tipo temporal y 25 empleos permanentes durante la etapa constructiva (que no es objeto del presente estudio); por lo que en total se estarían generando 185 empleos temporales y 35 empleos permanentes (220 en total).

De esta manera, desde el arranque hasta la construcción del proyecto, generará una inversión total de \$ 60,000,000 (son 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 240 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 2 y se describe a continuación.

**Cuadro 2. Programa de trabajo para la construcción del proyecto Habitacional Lote 1109-07.**

Actividades	Meses																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>																									
<i>Rescate de flora y fauna</i>	■	■																							
<i>Desmonte y despalme</i>			■	■	■																				
<i>Trazo y nivelación</i>				■	■																				
<b>URBANIZACIÓN</b>																									
<i>Terracerías y Pavimentos</i>				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Agua Potable</i>				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Alcantarillado</i>				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Electrificación y Alumbrado Público</i>									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Pozos Pluviales</i>									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Obra Civil de Urbanización</i>									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Interconexiones a Predio</i>																									
<b>EDIFICACIÓN</b>																									
<i>Preliminares y Cimentación</i>									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Estructura</i>																									
<i>Albañilería</i>																									
<i>Pisos y Recubrimientos</i>																									
<i>Pastas y Pintura</i>																									
<i>Albañilería de Azotea</i>																									
<i>Obra Exterior</i>																									
<i>Carpintería y Ventanería de Aluminio</i>																									
<i>Muebles de Baño y Limpieza</i>																									
<i>Bardas</i>																									
<b>LIMPIEZAS Y REFORESTACIÓN</b>																									
<i>Limpiezas</i>																									
<i>Reforestación</i>																									
<i>Operación</i>																									

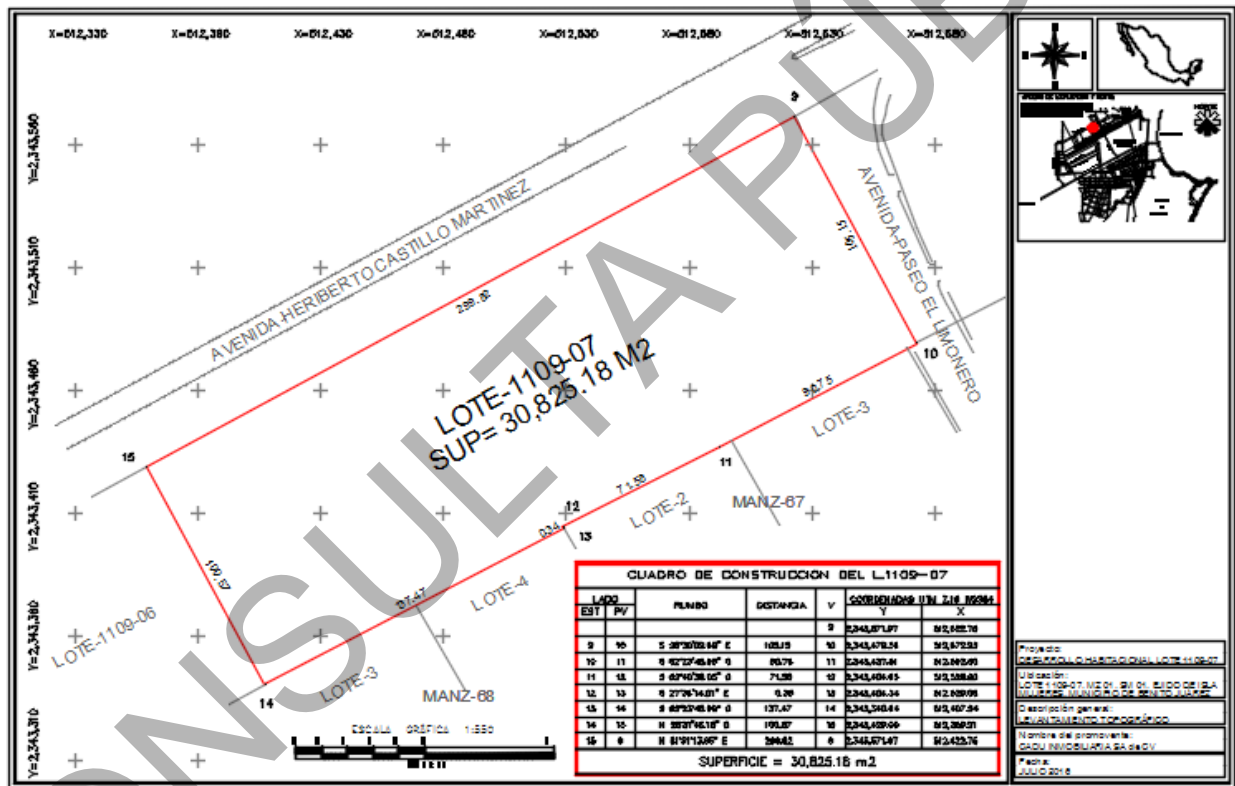
24  
Adelante

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

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

El sitio en donde se pretende llevar a cabo la construcción del proyecto habitacional se localiza en el Lote 1109-07, Mz 01, SM 01, Ejido de Isla Mujeres, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo. De manera complementaria, se cita que el inmueble en cuestión cuenta con una superficie total de 3.08 hectáreas.

En la figura 3, 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.



**Figura 3. Plano georreferenciado del predio donde se pretende ejecutar el proyecto.**

El predio donde se pretende establecer el proyecto denominado "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07", geográficamente lo podemos localizar en las siguientes coordenadas las cuales se presentan con proyección en Unidades UTM/Datum WGS-84, Zona 16Q.

**Cuadro 3. Coordenadas extremas del predio ubicado en el Lote 1109-07, Mz 01, SM 01.**

CUADRO DE CONSTRUCCION DEL L.1109-07						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS UTM Z.16 WGS84	
EST	PV				Y	X
				9	2,343,571.97	512,622.75
9	10	S 28°30'09.69" E	105.15	10	2,343,479.56	512,672.93
10	11	S 62°23'45.99" O	90.76	11	2,343,437.51	512,592.50
11	12	S 62°40'38.05" O	71.58	12	2,343,404.65	512,528.90
12	13	S 27°36'14.01" E	0.35	13	2,343,404.34	512,529.06
13	14	S 62°23'45.99" O	137.47	14	2,343,340.64	512,407.24
14	15	N 28°31'46.18" O	100.57	15	2,343,429.00	512,359.21
15	9	N 61°31'13.85" E	299.82	9	2,343,571.97	512,622.75
SUPERFICIE = 30,825.18 m <sup>2</sup>						

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

En la figura 4, se representa la ubicación geográfica del predio del proyecto “Desarrollo Habitacional Lote 1109-07”, al norte de Quintana Roo, dentro de la jurisdicción del municipio de Benito Juárez. Este predio está regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez, que ubica al predio de interés en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) número 21, denominada “Zona Urbana de Cancún”. (Publicado el 27 de febrero 2014, en el periódico oficial del estado de Quintana Roo en Tomo I, número 19 extraordinario Octava época) y por el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Cancún 2014-2030.

Sin embargo, considerando que el predio de interés está inmerso en la zona urbana de la ciudad de Cancún según el POELMBJ, y que el proyecto pretendido implica la remoción de la vegetación para llevar a cabo la construcción de un desarrollo Habitacional de interés social. Como se ha referido, el proyecto se ubicará hacia la zona Noroeste de la ciudad de Cancún y en un sitio en donde aún prevalecen algunas condiciones naturales. No obstante, para esta zona existen importantes vialidades de acceso.

En relación con **vialidades y vías de acceso**, para acceder al sitio se realizará a través del Arco Norte (Libramiento Carretera Mérida – Isla Mujeres), así como, la Av. ChacMool. Por su parte, en relación con los **predios circundantes**, el sitio del proyecto colinda con desarrollos habitacionales similares al planteado por el presente proyecto como son Galaxias del Sol, Vista Real, Villas del Mar, La Joya, entre otros. Asimismo, al estar dentro de una zona de crecimiento urbana, se presentan tiendas, gimnasios, gasolineras, escuelas, centros de culto religioso, en las colindancias del proyecto habitacional.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A  
PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"



Figura 4. Croquis de localización del predio del proyecto en su contexto geopolítico.

En relación con los **planes directores**, el sitio del proyecto se encuentra dentro del ámbito de aplicación del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún 2014-2030, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 16 de octubre de 2014.

Se promueve un proyecto de desarrollo habitacional en donde se pretende llevar a cabo la construcción de viviendas con toda la infraestructura urbana.

En relación con los ordenamientos ecológicos, el sitio de interés se encuentra dentro del ámbito de aplicación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez<sup>1</sup> (POELMBJ), el predio de interés se localiza en la unidad de gestión ambiental (UGA) número 21, denominada "Zona Urbana de Cancún", la cual tiene asignada una política ambiental de "Aprovechamiento Sustentable" y usos compatibles e incompatibles regidos por lo que establece el Programa de Desarrollo Urbano del Ciudad de Cancún, tal y como se muestra en las Figuras 5 y 6.

<sup>1</sup> Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo 27 de febrero 2014, tomo I, número 19 extraordinario octava época



DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

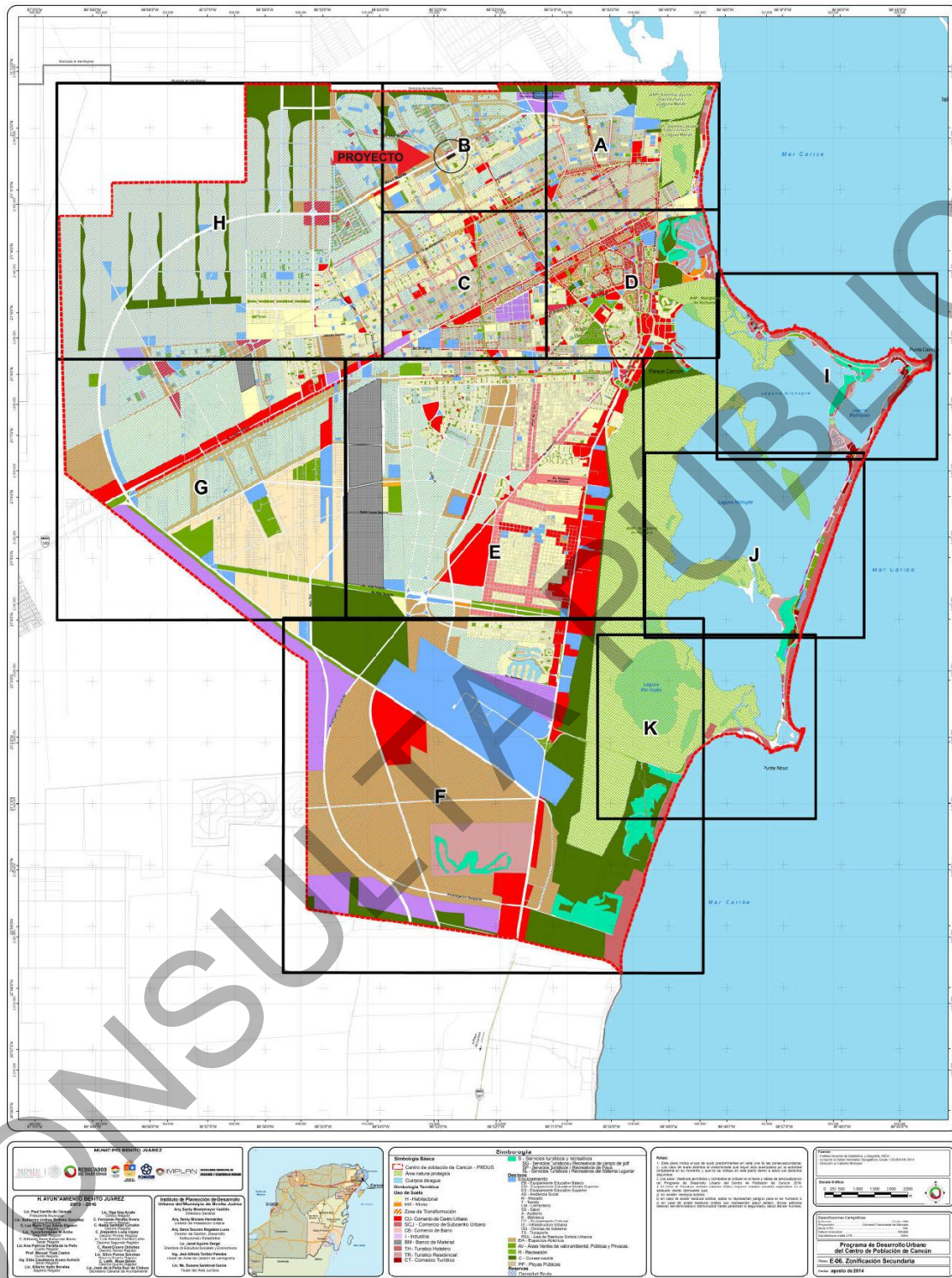


Figura 5. Ubicación del sitio del proyecto con base en el PDUCPC 2014-2030 de la ciudad de Cancun.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

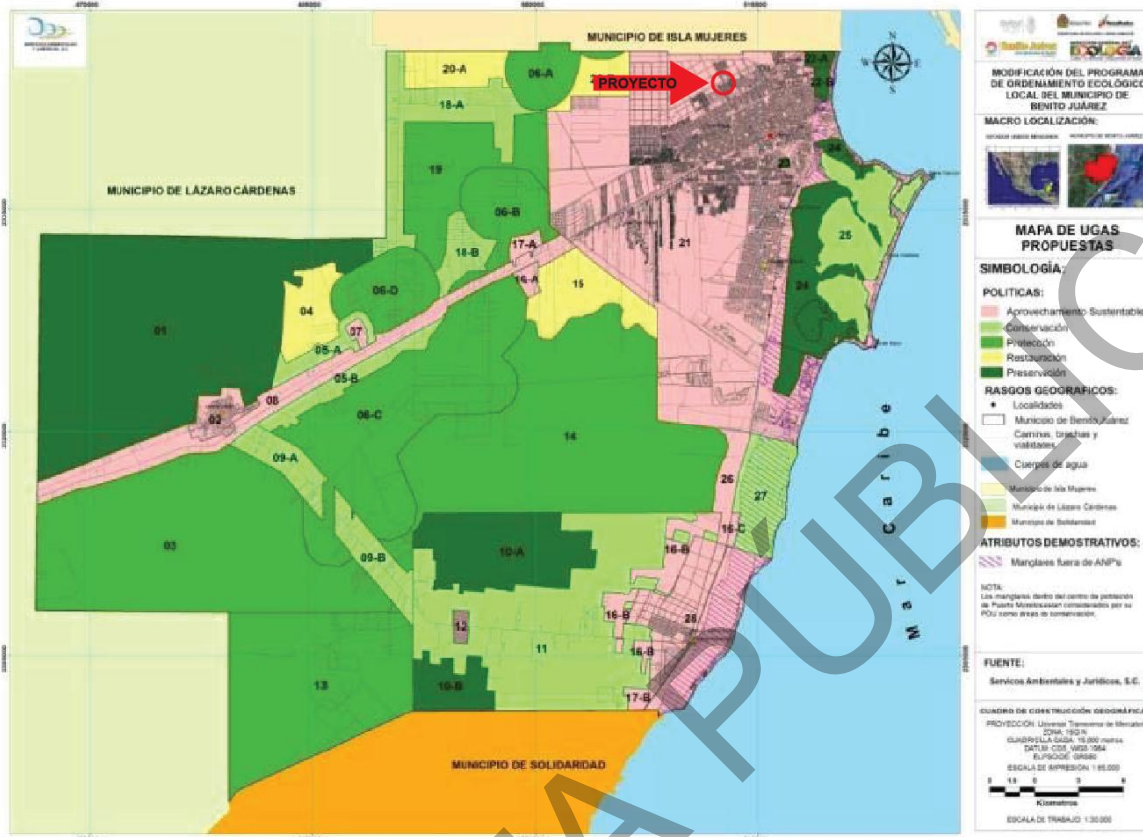


Figura 6. Localización del predio en el contexto del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.

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

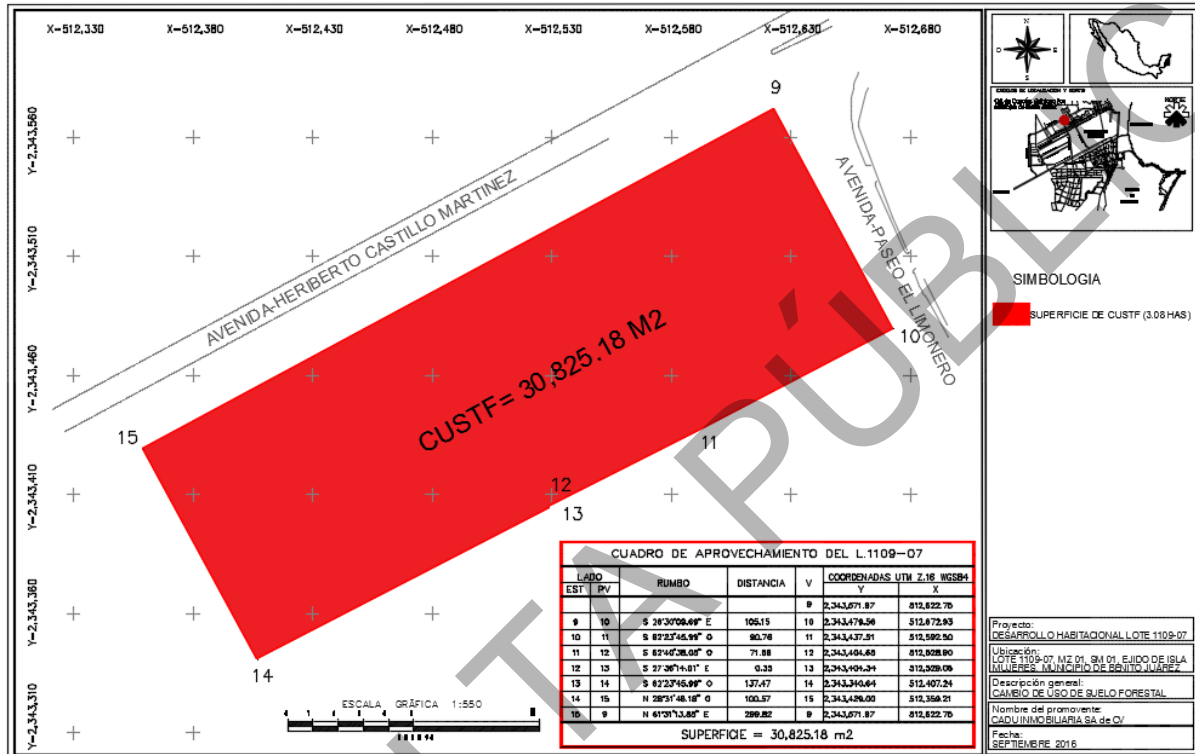
La superficie de cambio de uso de suelo que se propone para el proyecto es 3.08 hectáreas que corresponde a la superficie total de este predio. Los vértices que conforman la zona de aprovechamiento o zona de CUSTF, se presentan en los siguientes cuadros.

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

CUADRO DE CONSTRUCCION DEL L.1109-07						
LADO EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS UTM Z.16 WGS84	
					Y	X
				9	2,343,571.97	512,622.75
9	10	S 28°30'09.69" E	105.15	10	2,343,479.56	512,672.93
10	11	S 62°23'45.99" O	90.78	11	2,343,437.51	512,592.50
11	12	S 62°40'38.05" O	71.58	12	2,343,404.65	512,528.90
12	13	S 27°36'14.01" E	0.35	13	2,343,404.34	512,529.06
13	14	S 62°23'45.99" O	137.47	14	2,343,340.64	512,407.24
14	15	N 28°31'46.18" O	100.57	15	2,343,429.00	512,359.21
15	9	N 61°31'13.85" E	299.82	9	2,343,571.97	512,622.75
<b>SUPERFICIE = 30,825.18 m<sup>2</sup></b>						

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

Por lo que a continuación se representa el polígono que corresponde a la superficie que requiere de la autorización de cambio de uso de suelo, se presenta el polígono donde se pretende el cambio de uso de suelo y donde quedarán desplantadas las nuevas obras por construir, comprendidas de áreas habitacionales, vialidades, área de uso común entre las cuales se incluyen las áreas verdes modificadas.



**Figura 7. Distribución espacial del área a solicitar de CUSTF del proyecto. El polígono de color rojo representa el área sujeta a CUSTF.**

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

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

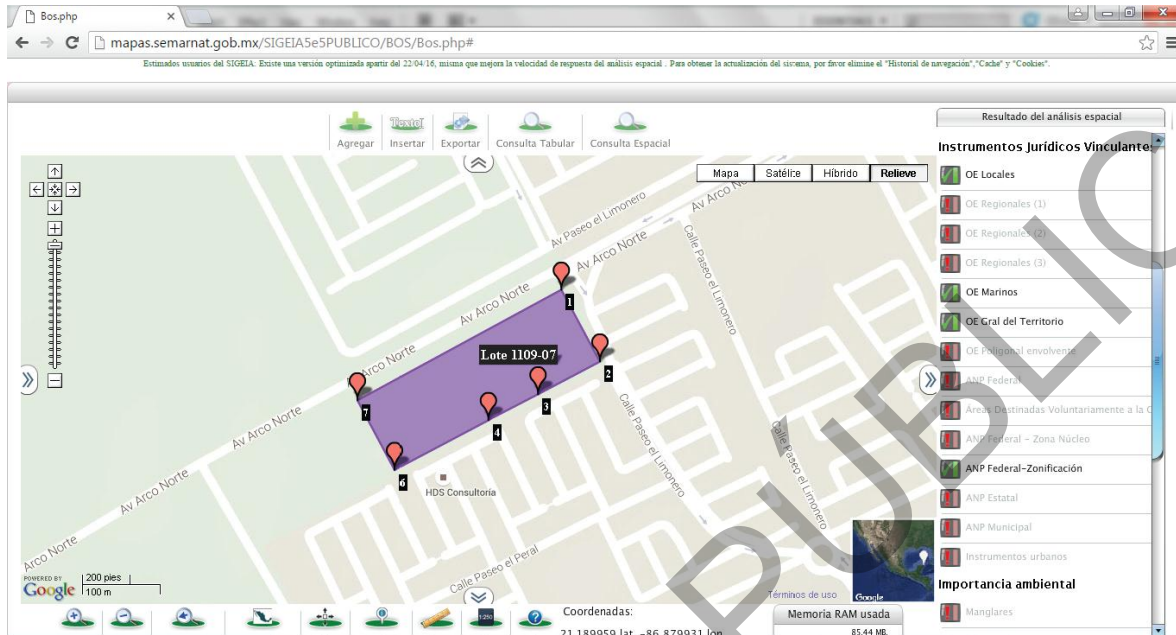
**Áreas Naturales Protegidas.**

En el ámbito de las declaratorias de áreas naturales protegidas, los polígonos en estudio no forman 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



**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: “Desarrollo Habitacional Lote 1109-07”**

Ambiental (SIGEA) del portal de la SEMARNAT (Figura 8), con los siguientes resultados (cuadro 5).



**Figura 8. Pantalla del portal del SIGEA de la SEMARNAT.**

**Cuadro 5. Resultados del análisis espacial del SIGEA, con respecto a las áreas naturales protegidas de la región, de acuerdo con la poligonal definida del proyecto.**

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

Respecto a las áreas naturales protegidas de competencia estatal el proyecto no se ubica dentro del polígono de ningún Área Natural Protegida de jurisdicción estatal. Las áreas naturales protegidas más cercana encontramos a los manglares de Nichupte ubicado a 7.5 km y al ANP Costa Occidental de Isla Mujeres Punta Cancún ubicado a 11.20 km.

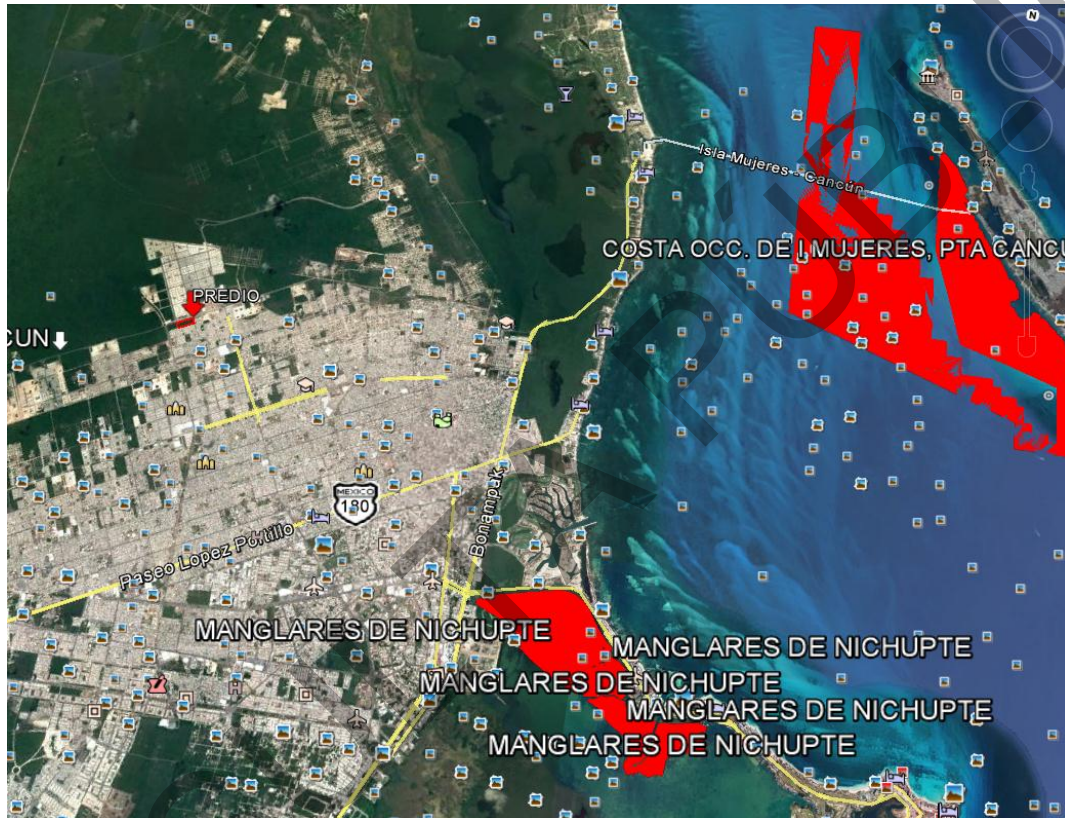


Figura 9. Ubicación del predio de interés respecto a las Áreas Naturales Protegidas.

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

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) en su Capítulo II, artículo 7, inciso XI, se define como "cuenca hidrológico-forestal" a la unidad de espacio físico de planeación y desarrollo, que comprende el territorio donde se encuentran los ecosistemas forestales y donde el agua fluye por diversos cauces y converge en un cauce común, constituyendo el componente básico de la región forestal, que a su vez se divide en subcuencas y microcuencas. Y según el Programa Nacional Hídrico 2007-2012 de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el área de estudio de este proyecto se encuentra en la región XII península de Yucatán. De acuerdo con la carta hidrológica de aguas superficiales, Cancún F 16-8 del INEGI, el área de estudio de este proyecto, forma parte de la Región Hidrológica RH32 Yucatán Norte y la cuenca denominada 32-A Quintana Roo.

Por lo tanto, el sistema ambiental del proyecto, se encuentra ubicado en la Región Hidrológica 32 Yucatán Norte (RH-32). Esta región abarca, además de la parte Norte del estado de Quintana Roo, también parte de los estados de Yucatán y Campeche, y cuenta con una superficie total de 56,443 Km<sup>2</sup>; en Quintana Roo comprende la porción Norte, cubriendo un área que equivale a 31.77 % estatal; sus límites en la entidad son:

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

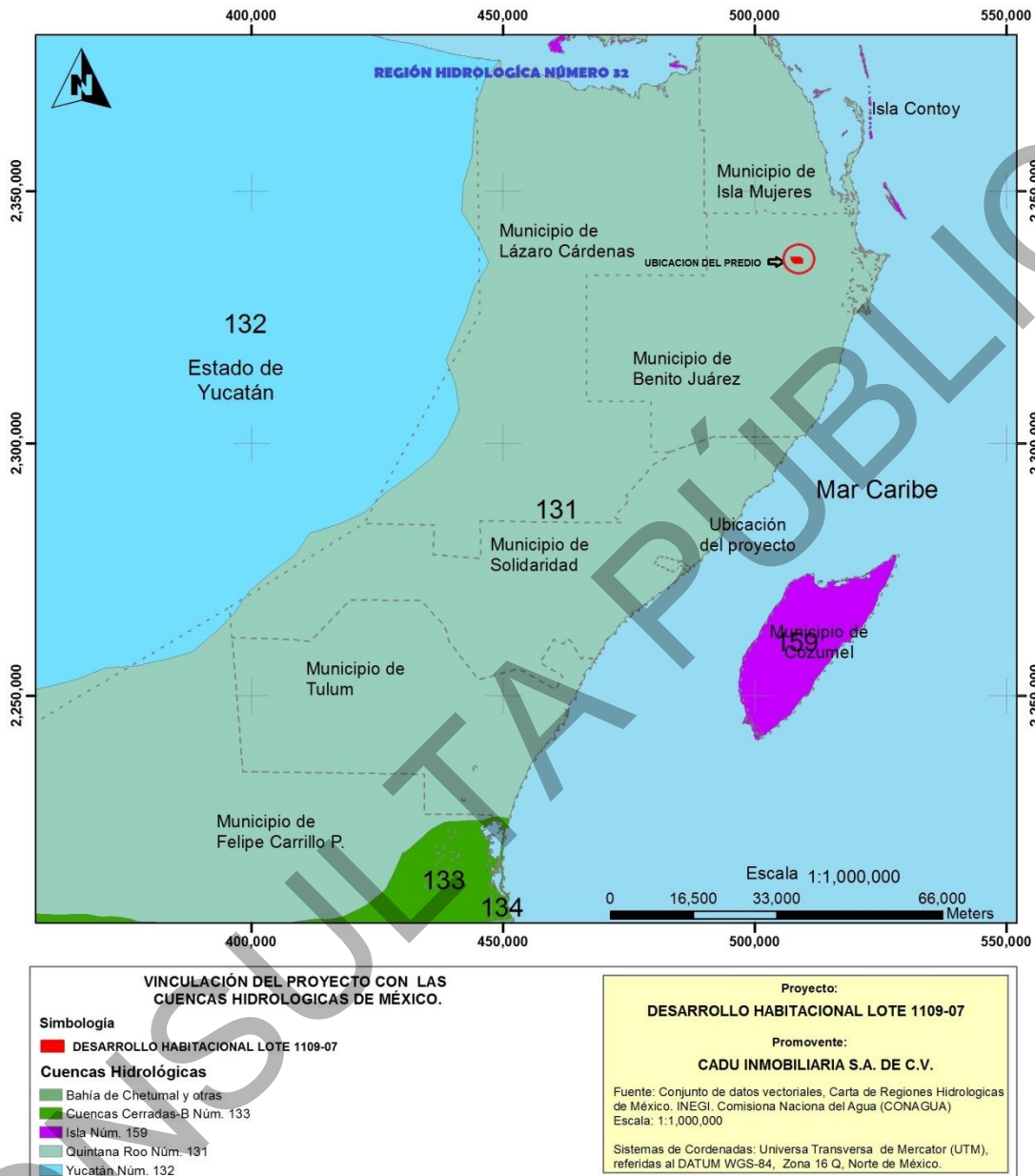
De acuerdo con el Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33<sup>2</sup>, la Cuenca 32A Quintana Roo se subdivide en seis subcuencas hidrológicas: Subcuenca "a": Benito Juárez; Subcuenca "b": Zona continental de Isla Mujeres; Subcuenca "c": Lázaro Cárdenas; Subcuenca "d": Solidaridad; Subcuenca "e": Tihosuco; y la Subcuenca "f": Isla Cozumel (Figura 10).

A nivel de Subcuenca el predio en estudio se encuentra ubicado en la Subcuenca "a" Benito Juárez, la cual corresponde con la delimitación del municipio Benito Juárez, cuya extensión es de 197,882.04 hectáreas (de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Benito Juárez o POELMBJ, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del estado de Quintana Roo el día 27 de Febrero de 2014. Así, la cuenca hidrológico-forestal que constituye el marco de referencia oficial del predio en estudio es la Cuenca 32A Quintana Roo, Subcuenca "a": Benito Juárez.

En la cuenca 32 A no existen corrientes superficiales, así como tampoco cuerpos de agua de gran importancia; sólo pequeñas lagunas como la de Cobá y Punta Laguna, así como las lagunas costeras de Conil, Chacmochuch y el Sistema Lagunar Nichupté. La temperatura media anual es

<sup>2</sup> SARH, Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33. 1:500,000. En: Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo, 2002. INEGI y Gobierno del Estado de Quintana Roo. 96 p.

de 26 °C con una precipitación que va de 800 mm en el Norte a más de 1,500 mm al Sureste y con un rango de escurrimiento de 0 a 5 % que abarca prácticamente a toda la cuenca.



**Figura 10. El predio de interés se localiza en la Cuenca hidrológica RH32, Cuenca 32 A Quintana Roo. FUENTE: INEGI, Escala 1:1'000,000.**

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

Para la delimitación del área de estudio del proyecto "Desarrollo habitacional Lote 1109-07", 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.



Resulta pertinente contextualizar que el proyecto que se evalúa el sistema ambiental que se propone debe aportar un diagnóstico del estado de conservación o de alteración de los componentes y procesos ecológicos, así como de los servicios ambientales de la zona elegida, es decir, de la integridad funcional de los ecosistemas y/o de los servicios ambientales que provee; esto porque un proyecto puede ser considerado viable ambientalmente si es compatible con la vocación del suelo (con los instrumentos normativos ambientales y urbanos) y permite la continuidad de los procesos y la permanencia de los componentes ambientales o de los servicios ambientales que provee.

Para la delimitación del sistema ambiental del proyecto "*Desarrollo habitacional Lote 1109-07*", se contemplan criterios a distinta escala:

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

A continuación, se describe el Sistema Ambiental en donde se localiza el proyecto "*Desarrollo habitacional Lote 1109-07*". Este sistema ambiental está delimitado en forma de un círculo alrededor del predio, con base en ello se tiene que la influencia del proyecto ocupa una superficie total de 1,333.17 hectáreas, para realizar el análisis de los impactos y la caracterización biofísica, ya que esta representa un radio bien establecido que es óptimo para la interpretación y análisis de los componentes, bióticos, ambientales, sociales y económicos de los efectos que puede causar el proyecto.

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

- a) Se incluye la totalidad del predio y por lo tanto de la superficie sujeta a cambio de uso del suelo.
- b) La totalidad del área de influencia directa de los impactos potenciales derivados de la remoción de la vegetación forestal en este predio para la construcción del proyecto.
- c) Las áreas colindantes al sitio del proyecto donde se prevén los impactos ambientales directos e indirectos, así como las áreas urbanas o los asentamientos humanos que resultan beneficiadas con el establecimiento y la operación eficiente de este proyecto.
- d) El ambiente terrestre dentro de la zona donde se construirá la obra, comprende un área cubierta con vegetación de selva mediana con vegetación secundaria arbórea con árboles dispersos.
- e) Que en la zona aplica el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Cancún 2014-2030.
- f) En la zona existe un Programa de Ordenamiento Ecológico Local, que ubica al sitio de referencia dentro de la UGA denominada "Zona Urbana de Cancún", la cual tiene asignada una política ambiental de "Aprovechamiento sustentable" y un uso predominante propio para el uso habitacional.

- g) La zona no se ubica dentro de ningún Área Natural Protegida que haya sido decretada por la SEMARNAT o por el Gobierno del estado de Quintana Roo.
- h) En el área de influencia existen desarrollos habitacionales en expansión al norte de la Ciudad de Cancún en donde se localizan desarrollos habitacionales similares al planteado por el presente proyecto como son Galaxias del Sol, Vista Real, Villas del Mar, La Joya, entre otros. Así mismo, al estar dentro de una zona de crecimiento urbana, se presentan tiendas, gimnasios, gasolineras, escuelas, centros de culto religioso, en las colindancias del proyecto habitacional.

El sistema ambiental definido está delimitado en forma de un círculo alrededor del predio, el cual ocupa una superficie total de 1,333.17 hectáreas, y de acuerdo con la Carta de Vegetación y Uso del Suelo, Serie V del INEGI, los fragmentos de vegetación presentes corresponden a una vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. Esta comunidad vegetal ocupa una superficie de 480.90 hectáreas, que corresponde al 36.1% de la superficie total del sistema ambiental de este proyecto y los asentamientos humanos y el área urbana que se integran como la superficie habitada en la actualidad ocupa el 62.6% (834.35 has), por lo que a la escala de trabajo de la caracterización en este sistema ambiental es la condición que predomina.



Figura 11. Ubicación del predio, delimitación del área de influencia y descripción del Sistema Ambiental.

**Cuadro 6. Condiciones ambientales predominantes en el sistema ambiental.**

CONDICIONES AMBIENTALES DEL SISTEMA AMBIENTAL	M2	HAS	%
VEGETACION SECUNDARIA DE SMQ	4,808,988.76	480.90	36.1
ÁREAS HABITADAS	8,343,541.59	834.35	62.6
OTRAS ÁREAS AFECTADAS	89,321.51	8.93	0.7
CARRETERAS Y CAMINOS	58,985.54	5.90	0.4
PREDIO	30,825.18	3.08	0.2
TOTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL	13,331,662.58	1333.17	100.0

Por su ubicación, el sitio del proyecto se encuentra dentro del ámbito de aplicación del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún (2014-2030), así como de la UGA 21 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) del Municipio de Benito Juárez. Los asentamientos humanos van ganando terreno día con día, no sólo por la vocación establecida en el POEL y el PDU, sino también por su ubicación en la principal avenida de entrada a la ciudad de Cancún.

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

El análisis de los estudios técnicos que se presentan en esta caracterización del sistema ambiental del proyecto "Desarrollo habitacional Lote 1109-07" incluyen las descripciones del patrón de ocupación en la zona urbana de Cancún, las condiciones y características predominantes en las comunidades vegetales que integran el sistema ambiental de la cuenca definida, así como los cambios que se han registrado en las últimas décadas como consecuencia del crecimiento poblacional y por la expansión de la mancha urbana. Esta caracterización se formula con la información de fuentes secundarias y recorridos de campo en el área de estudio.

Esta caracterización del sistema ambiental tiene por objeto describir el estado actual de los componentes natural, social y económico del área de estudio y se presenta, en información medible y en instrumentos cartográficos.

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

- 1.- La riqueza biológica y la diversidad de los ecosistemas terrestres constituyen la base de recursos para el desarrollo de las actividades productivas y al mismo tiempo son fuente de bienes y servicios ambientales de los que puede gozar la sociedad en general.
- 2.- La ubicación de este sistema ambiental en la porción Noreste de la Península de Yucatán con un relieve casi plano, característico de una plataforma de sedimentos calcáreos de origen marino, compuestos de calizas blandas conocidas como "sascab" y afloramientos de rocas calizas, muy duras denominadas como "laja", que colinda con franjas costeras de sedimentos lacustres y litorales, constituyen el ámbito geográfico donde se desarrollan las comunidades de flora y fauna de este sistema ambiental. Los suelos son poco profundos y

- poco evolucionados en toda su superficie. La delgada capa fértil, rica en materia orgánica es fácilmente degradable y se trata de suelos pedregosos que dificultan la mecanización.
- 3.- La falta de corrientes de agua superficial, mantiene en el subsuelo un acuífero kárstico con flujos subterráneos de las zonas de mayor precipitación hacia las costas. Estas aguas afloran a lo largo de la franja litoral en esteros de manglar y lagunas costeras. Como parte del proceso de dilución de las rocas calcáreas, se forman los cenotes, los bajos o poljes, así como grutas y grietas de conducción de agua subterránea en una matriz de difusión altamente sensible a la contaminación y la dispersión de contaminantes.
  - 4.- La calidad del agua subterránea dentro de la Subcuenca "a" es tolerable y, en general, es apta para su uso y para el consumo humano. Aunque en diversas áreas la dureza y el contenido de los elementos referidos rebasan las normas respectivas. No obstante, a la fecha el único tratamiento que se da para consumo humano es su desinfección a través de la aplicación de cloro. Aunque en los últimos años se ha propiciado el consumo de agua purificada que se comercializa a través de empresas privadas y cuya potabilización incluye entre otros, el sistema de osmosis inversa.
  - 5.- Esta homogeneidad ambiental relacionada con la variación climática y las características de los suelos permiten el desarrollo y recuperación de las diferentes comunidades vegetales. La conservación de la diversidad biológica es una necesidad con reconocimiento social, que se ve reflejada en las políticas públicas recientes, pero que requiere de consensos y negociaciones motivadas y fundamentadas entre los intereses públicos y privados, mismos que son reflejados en los instrumentos normativos aprobados.
  - 6.- Los registros de flora y fauna de este sistema ambiental, en base a la caracterización de la fauna de vertebrados para el POEL de Benito Juárez, por lo que se estima que en la vegetación secundaria del sistema ambiental de este proyecto se podrían presentar hasta 12 especies de anfibios, 41 especies de reptiles, 240 especies de aves y 43 especies de mamíferos, por lo que para este ecosistema se reportan en total en total 336 especies de vertebrados terrestres, de las cuales son comunes en la zona y han sido reportadas con frecuencia en los estudios de fauna en la región.
  - 7.- Los ciclones tropicales son fenómenos meteorológicos que han afectado de manera reiterada los ecosistemas del norte de Quintana Roo. Diversos estudios documentan que los vientos fuertes alteran de manera drástica la fisonomía y la estructura de la vegetación costera. Entre los daños más evidentes en las selvas destacan la defoliación, ruptura de ramas y tallos, caída de árboles y hasta la muerte de algunos árboles. Por sus efectos de aclareo induce pocos cambios en la composición de especies y la recuperación de la mayoría de las plantas afectadas se hace evidente luego de pocos meses después de la afectación.
  - 8.- En el norte de Quintana Roo han sido frecuentes los incendios forestales de gran extensión en las últimas décadas (1989, 1996, 2005), por lo que la vegetación de este sistema ambiental corresponde a rodales de vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia en recuperación con condiciones distintas de desarrollo y conservación.
  - 9.- Los procesos de urbanización, especulación de terrenos y proliferación de asentamientos irregulares son las principales causas del cambio de uso del suelo y constituyen la principal amenaza para la diversidad biológica y la conservación del agua como recurso, además del



acelerado deterioro de los bienes y servicios ambientales. Destaca la expansión del uso del suelo urbano en la reserva territorial norte de Cancún y la acelerada ocupación de nuevos terrenos para asentamientos humanos.

- 10.- El desarrollo económico, la modernización y la oferta de viviendas con servicios básicos han traído nuevas formas de relación entre los habitantes y su entorno. En un escenario futuro, los desarrollos habitacionales contarán con infraestructura, servicios públicos y equipamiento urbano, dentro de la zona urbana de la ciudad de Cancún, Q. Roo, contribuyendo a la satisfacción de las necesidades básicas las familias asentadas, así como por la generación de empleos temporales y permanentes.
- 11.- En este sistema ambiental aún existen grandes extensiones con vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia donde se prevé el crecimiento urbano de esta ciudad. El tipo de vegetación predominante que se reporta para el sistema ambiental de este proyecto, de acuerdo con la Carta de Vegetación y Uso del Suelo, Serie V del INEGI, corresponde a vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.
- 12.- La alta demanda de vivienda popular, los procesos de urbanización, la disposición y perspectiva de negocios de las empresas para invertir en estas zonas de reserva urbana para la construcción de nuevas obras de vivienda e infraestructura de servicios y operación a la actividad económica del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, son las principales causas del cambio de uso del suelo que sin duda es requerida por el pujante crecimiento de estas actividades en la zona de inserción.
- 13.- En Cancún se ha manifestado un gran crecimiento tanto de población como de área urbana donde se han asentado grandes proyectos como son los de comercio de gran nivel y habitacionales enfocados a diferentes sectores sociales. A partir de este tipo de componentes se puede comprender la gran sinergia inmobiliaria que se experimenta en toda la ciudad, y en todas direcciones de la misma, especialmente al Norte y al Oeste. El crecimiento de la actividad turística que ha experimentado la zona y que habrá de continuar a futuro, seguirá causando por una parte una dinámica de crecimiento demográfico acelerado, donde se dificulta la dotación de servicios e infraestructura, y por otra, un desequilibrio regional de los asentamientos humanos respecto al desarrollo turístico.

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

El sistema ambiental en donde se localiza el proyecto, se caracteriza por la presencia del centro de población de la ciudad de Cancún, el cual está rodeada por un área de selva mediana fragmentada por caminos, y pequeños áreas sin vegetación, así como grandes extensiones de vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subperennifolia, aunado a lo anterior el sitio del proyecto se encuentra en colindancia con áreas urbanizadas en expansión contempladas en la planeación del PDU de la ciudad de Cancún, en donde se localizan desarrollos habitacionales similares al planteado por el presente proyecto como son Galaxias del Sol, Vista Real, Villas del Mar, La Joya, entre otros. Así mismo, al estar dentro de una zona de crecimiento urbana, se presentan tiendas, gimnasios, gasolineras, escuelas, centros de culto religioso, en las colindancias del proyecto habitacional.

El sistema ambiental está 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. También 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 en la zona es un componente ambiental de nivel regional, mismo que está determinado por las condiciones meteorológicas a largo plazo, y se considera que no será modificado por el desarrollo de este proyecto. Sin embargo, a una escala muy 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.

En la zona norte de Quintana Roo no existe ninguna industria establecida, de tal forma que no existen fuentes fijas generadoras de contaminantes a la atmósfera. En todo caso, las emisiones se concentran en el parque vehicular que circula por las calles y avenidas de la ciudad y aquellas generadas por el uso de leña y carbón en la preparación de alimentos actividades que aún se practican en la zona urbana de la ciudad de Cancún. Aun así, la dirección e intensidad de los vientos dominantes en la zona (brisa marina proveniente del Este – Sureste, con una velocidad promedio de 20 km/hr), provocan una fácil dispersión de estas partículas hacia las reservas forestales de los municipios de Isla Mujeres y Lázaro Cárdenas, minimizando las posibles afectaciones a la calidad del aire.

La parte del área correspondiente al sistema ambiental de este proyecto, estuvo cubierta por una vegetación de selva mediana subperennifolia en buen estado de conservación hasta finales de los años 80's. Sin embargo, los huracanes, los incendios forestales y la tendencia de expansión de la mancha urbana de la ciudad de Cancún hacia los límites del municipio de Isla Mujeres ha sido ampliamente documentada en los distintos programas parciales de desarrollo urbano que se han realizado para esta zona en las últimas décadas y se puede verificar mediante la sobreposición de las Cartas de vegetación y uso del suelo de las series del INEGI, además de imágenes satelitales disponibles.

Entre los principales impactos ambientales acumulativos de la urbanización se reconocen: la transformación del paisaje natural, la disminución del hábitat para la vida silvestre y el incremento del riesgo de contaminación del acuífero por la falta de servicios en los asentamientos humanos.

En la actualidad, en el sistema ambiental de este proyecto, son más que evidentes los procesos de urbanización, existe especulación de terrenos y la proliferación de asentamientos humanos, siendo estas las principales causas del deterioro ambiental y en conjunto constituyen la principal amenaza para la diversidad biológica y la conservación del agua como recurso, si no se

ajustan dentro de un marco legal de regulación para la conformación de unidades urbanas sustentables que colindan con las reservas urbanas que en teoría no serán desarrolladas en el corto plazo, así como con áreas naturales en recuperación.

Como ya se mencionó, entre los factores ambientales que han provocado la degradación de la selva en este sistema ambiental destacan los huracanes y los incendios forestales. Los ciclones tropicales Gilberto (1988), Opal y Roxanne (1995) y Wilma (2005), se encuentran entre los más fuertes que han afectado de manera reiterada los ecosistemas del norte de Quintana Roo. Diversos estudios documentan que los vientos fuertes alteran de manera drástica la fisonomía y la estructura de la vegetación costera.

Entre los daños más evidentes en las selvas destacan la defoliación, ruptura de ramas y tallos, caída de árboles y hasta la muerte de varios individuos de árboles. Por sus efectos de aclareo induce pocos cambios en la composición de especies y la recuperación de la mayoría de las plantas afectadas se hace evidente luego de pocos meses después de la afectación (Sánchez, 2000). Sin embargo, se reconoce que el impacto de los huracanes, se incrementa de manera significativa cuando se presenta asociado a otros factores de disturbio como los incendios forestales y los cambios de uso del suelo provocados por las actividades productivas.

La vegetación predominante en el sistema ambiental de este proyecto, presenta características que corresponden con una vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia. La selva mediana subperennifolia es el tipo de vegetación más extenso en el municipio de Benito Juárez compuesta de 75,304.01 has de vegetación primaria de selva mediana subperennifolia y 89,013.58 has de selva mediana subperennifolia del tipo secundario según el inventario forestal estatal. Esta comunidad vegetal presenta los individuos de mayor talla, el mayor número de especies y el mayor número de especies protegidas. Se desarrolla sobre suelos jóvenes ligeramente planos y con buen drenaje.

Las presiones previstas por la expansión de la mancha urbana, según el Programa de Desarrollo Urbano vigente, nos señalan que a corto plazo se presenta una tendencia de incremento en el cambio de uso del suelo dentro de este sistema ambiental hacia los usos urbanos, como lo prevén los instrumentos de planeación vigentes, por lo que se espera una fragmentación paulatina y la disminución del hábitat con condiciones adecuadas para el desarrollo de las poblaciones de flora y fauna silvestres que son sensibles a la presencia humana.

A pesar de los contrastes, la ejecución de este proyecto contribuirá a mantener y mejorar la imagen urbana en la zona donde pretende desarrollarse, contribuyendo al desarrollo socioeconómico sostenido de la ciudad de Cancún, garantizando unidades habitacionales de calidad y la dotación de servicios públicos que eviten y pongan en riesgo los recursos naturales y procesos ecológicos prioritarios. En todo caso, se confirma que los impactos hacia el ecosistema de selva en la región, están dados por el deterioro que provocan los distintos eventos naturales, que para la zona tienen que ver de manera directa con los fenómenos hidrometeorológicos.

Asimismo, en los alrededores de la ciudad existe una creciente presión debido al crecimiento de la mancha urbana que estas manifiestan.

Asimismo, se debe señalar que la distribución de una vegetación selvática puede procurar espacios para el desarrollo de la fauna silvestre. No obstante, la cercanía con la zona urbana y la presencia de vías rápidas de comunicación de manera cercana son una limitante en el desarrollo de este componente. A esta situación se debe agregar la ausencia de un arbolado alto e importante dentro del predio de interés. No obstante, la construcción del proyecto promoverá condiciones para el desplazamiento y reubicación de la fauna, ya que se verá afectado por las acciones de desmonte de la vegetación y por la presencia de trabajadores y maquinaria en el predio.

Resulta evidente que la vegetación de selva con desarrollo secundario se extiende ampliamente por toda la periferia norte de la ciudad, del sistema ambiental y del límite del predio del proyecto. Aunque esta extensión que conforma el sistema ambiental se encuentra ya en proceso de fragmentación por los desarrollos habitacionales autorizados a los alrededores del mismo.

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, cargando la mayor parte de los servicios ambientales hacia las reservas forestales (fuera del PDU y de la UGA 21 del POEL del municipio de Benito Juárez), hacia el Oeste (dentro del municipio de Benito Juárez), y hacia los municipios con menos intensidad de desarrollo, como lo son Isla Mujeres y Lázaro Cárdenas. En virtud de lo descrito y de las dimensiones del proyecto, se puede considerar que el proyecto tendrá un área de influencia de tipo local.

## **IV.2.2 Medio abiótico**

### **IV.2.2.1 Fisiografía**

El sistema ambiental, al igual que toda la Subcuenca "a" y la Cuenca 32A Quintana Roo, se encuentra dentro de una sola provincia fisiográfica llamada Península de Yucatán, cuya mayor parte está constituida por estratos calizos más o menos horizontales que hacen de ella una región relativamente plana, cuyas mayores alturas se acercan a los 300 msnm, hacia el centro de la península cerca del límite con Campeche, alrededor de Zoh Laguna, Campeche y en la parte suroeste del estado de Quintana Roo, extendiéndose esta zona con dirección aproximada norte-sur; el paso de las partes altas de la región anterior a las bajas situadas en el este de Quintana Roo, se realiza por una serie de escalones bruscos que corresponden a líneas de fallas, mostrando las características de una meseta baja tectónica (horst), que se extiende hacia el sur. En el caso de la subcuenca "a" Benito Juárez, la altura promedio es de apenas poco más de 10 msnm.

En la zona de interés se presenta junto a las escasas elevaciones, frecuentes depresiones y pequeñas cimas interrumpidas por grandes áreas de menor relieve, casi planas, con altitudes de 10 a 20 m. Las planicies presentan una microtopografía de interés en la que la roca calcárea alterna en mayor o menor frecuencia con pequeñas hondonadas (reholladas), lo que da lugar a una constante alternancia de suelos en los puntos más bajos y con diferentes proporciones de materia orgánica. La peculiaridad de estas formaciones se debe a la karsticidad.

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, y 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<sup>3</sup>. 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.

#### IV.2.2.2 Clima

El sistema ambiental de área de estudio está localizado por debajo del Trópico de Cáncer, (debajo de los 23° de latitud Norte), en la zona térmica denominada Zona Tropical Norte. Debido al mayor calentamiento que ocurre en el ecuador por la incidencia de los rayos solares, la superficie donde se localiza tiene elevada temperatura y presenta baja presión atmosférica<sup>4</sup>. En el sistema ambiental se presenta un régimen climático del tipo cálido subhúmedo, con influencia de factores locales como son la constante brisa marina y la elevada humedad atmosférica, por su colindancia con las aguas del Mar Caribe, así como por la reducida elevación sobre el nivel del mar y la ausencia de prominencias orográficas, que pudieran detener las corrientes de aire húmedo.

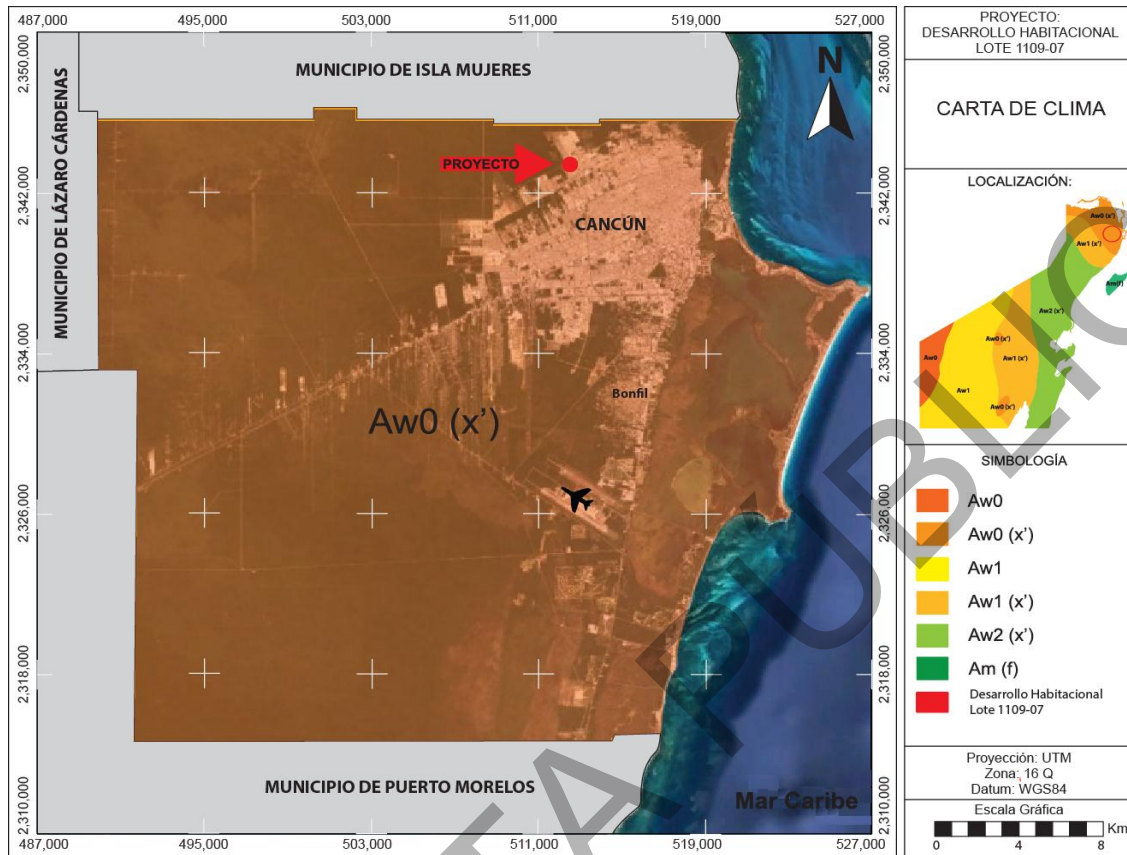
El comportamiento de la precipitación y la temperatura a través del tiempo y su relación con otros elementos atmosféricos como la evaporación y la humedad relativa, son la base para la clasificación del tipo climático que caracteriza la zona norte de esta entidad. En esta zona se manifiesta el subtipo climático cálido subhúmedo Aw0, que es el más seco de los cálidos subhúmedos (Figura 12); presenta un régimen de lluvias en verano y una precipitación media anual de 1012.87 mm. Tiene una temperatura media anual de 26.6 °C, una variación de la temperatura media mensual entre el mes más frío y el mes más caliente menor a 5 °C, por lo que se considera isotermal. El balance de escurrimiento medio anual es de 0 a 20 mm mientras que el déficit por evapotranspiración para la zona es de 600 a 700 mm anuales.

---

<sup>3</sup> INEGI y Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. México. 79 p.

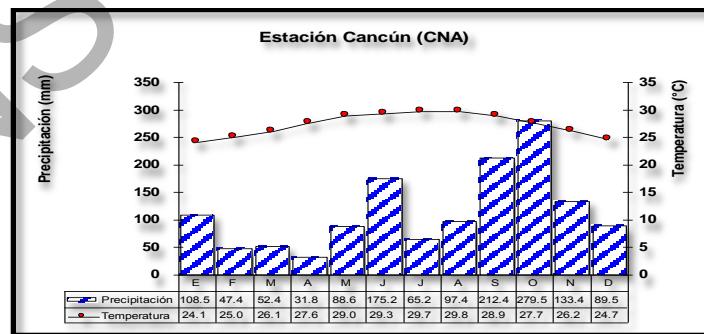
<sup>4</sup> García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México. 217 p.





**Figura 12. Mapa climático que se presenta en el sistema ambiental. Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Escala 1: 20,000.**

Con base en los registros para el lapso 1991-2006 de la estación meteorológica de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en Cancún, la precipitación media anual para la zona es de 1012.87 mm y se concentra principalmente de junio hasta octubre (60.1%); y la temperatura promedio anual es de 27.3°C la cual alcanza su máximo nivel en el mes de agosto (Figura. 13).



**Figura 13. Marcha anual de la temperatura y precipitación para la zona de estudio. Fuente: Datos obtenidos por la CNA en la estación meteorológica Cancún (1991-2006).**

En relación con los factores de riesgo hidrometeorológico, la zona donde se pretende llevar a cabo el 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.

Los huracanes son frecuentes durante la última parte del verano y el comienzo del otoño (agosto-octubre e incluso noviembre), aun cuando se han llegado a presentar algunos desde el inicio de la temporada, en los meses de junio a julio. Cuando se generan estas perturbaciones atmosféricas afectan a las costas de Quintana Roo.

Los fuertes vientos, el oleaje generado por los mismos y el oleaje de tormenta que elevan considerablemente el nivel del mar, causan con regularidad efectos destructivos en los ecosistemas costeros, no sólo en la infraestructura urbana y turística, sino que también erosionan las playas y pueden presentarse afectaciones a los ecosistemas marinos como los arrecifes de coral.

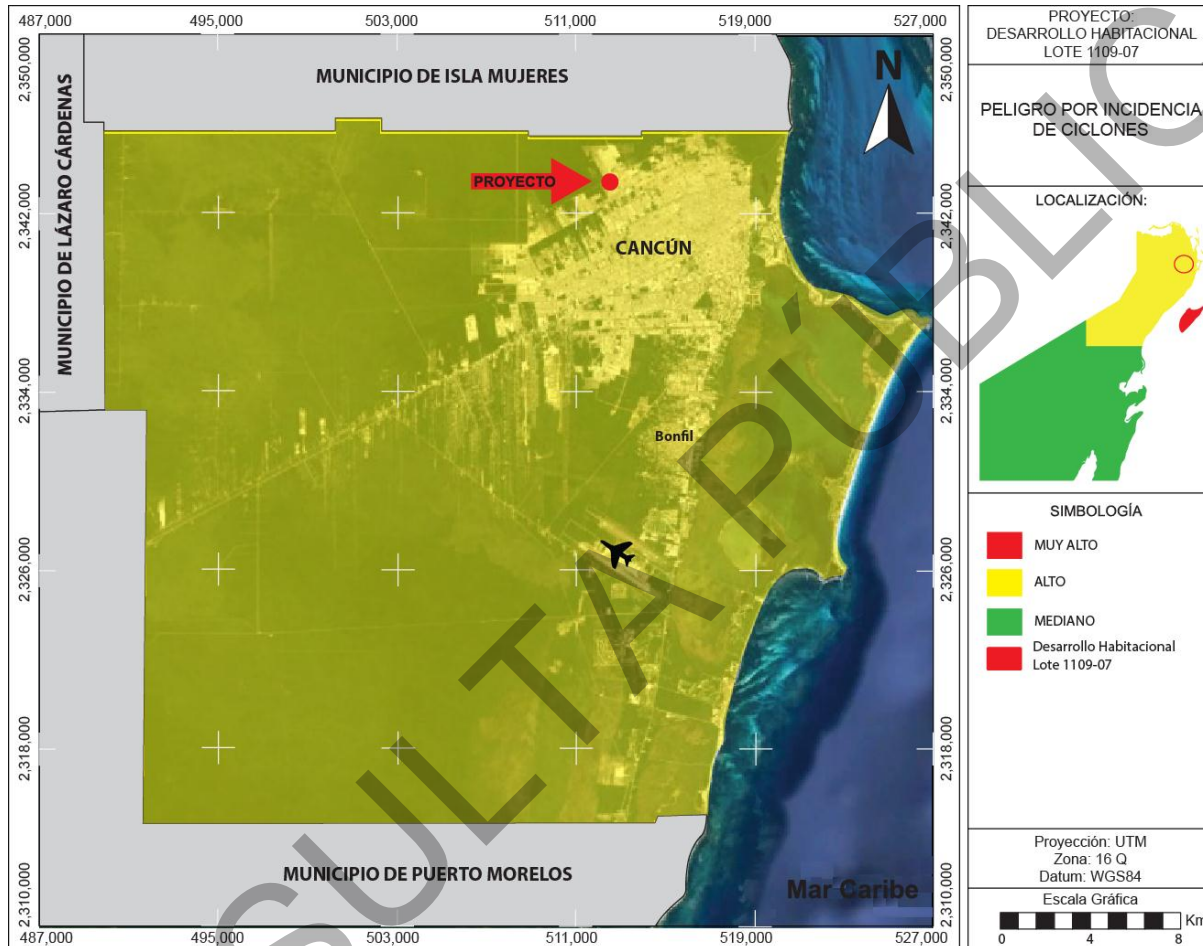
Los vientos generados por estos fenómenos suelen alcanzar velocidades superiores a 120 nudos (222 km/h). En el cuadro 7, se presentan algunas características importantes de los huracanes que se han presentado en la región en los últimos 25 años y que han ocasionado alguna afectación en la costa del Estado de Quintana Roo.

**Cuadro 7. 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
Iván	H5	Quintana Roo, Yucatán	2004	Septiembre	270
Claudette	H1	Quintana Roo, Yucatán	2003	Julio	140
Isidore	H3	Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco	2002	Septiembre	205
Chantal	TT	Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco	2001	Agosto	115
Gordon	DT	Quintana Roo, Yucatán, Campeche	2000	Septiembre	55
Mitch	H5	Centroamérica, Península de Yucatán	1998	Noviembre	250

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

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



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

#### IV.2.2.3 Edafología

En el área de estudio se presenta un solo tipo de suelo, cuya distribución se presenta en la Figura 15, y se describe brevemente a continuación.

La descripción edafológica se elaboró con base en la carta edafológica escala 1:250,000 serie II del INEGI, la cual indica la distribución geográfica de los suelos, clasificados de acuerdo con las descripciones de unidades FAO/UNESCO 1968, modificada por DETENAL en 1970. Así mismo, se tomaron en cuenta las descripciones incluidas en el Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo (INEGI, 2002).



La Cuenca Quintana Roo presenta en general suelos poco profundos y en asociaciones de dos o más tipos, donde predominan los litosoles y las rendzinas. Desde el punto de vista edáfico la Cuenca se distingue por la predominancia de los suelos someros y pedregosos, de colores que van del rojo al negro, pasando por diversas tonalidades de café. Estos suelos muestran, en común, un abundante contenido de fragmentos de roca de 10 y 15 cm de diámetro, tanto en la superficie como en el interior de su perfil, además de que regularmente se ve acompañada de grandes y repetidos afloramientos de la típica coraza calcárea yucateca. Es común hallarlos en pequeñas asociaciones de dos o más tipos de suelos, los que corresponden casi exactamente a la combinación de toposformas que configuran el relieve de cada lugar.

En el sistema ambiental están presentes los suelos Litosol y Rendzina que se encuentran interactuando y formando mezclas con predominancia de alguno de ellos.

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

Por su parte, las rendzinas son suelos arcillosos y poco profundos –por debajo de los 25 cm– reposando sobre el material calcáreo, con más de 40 % de carbonato de calcio, con un contenido de materia orgánica entre 6 y 15 % y capacidad de intercambio catiónico de 20 a 45 meq/100 g de suelo. Estos presentan fase física (lítica somera), pero no química y tienen buen drenaje. Son moderadamente susceptibles a la erosión.

**Unidad Litosol** (símbolo: l), del griego lithos: piedra; literalmente, suelo de piedra. Son suelos muy delgados, su espesor es menor a 10 cm, y descansa sobre un estrato duro y continuo, tal como roca, tepetate o caliche. Son los suelos más abundantes del país pues ocupan 22 de cada 100 hectáreas de suelo. Se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión son muy variables dependiendo de otros factores ambientales.

En el sistema ambiental definido para el proyecto está dominado por suelo tipo Litosol que abarca la porción Oeste y prácticamente toda la zona urbanizada de Cancún –incluyendo el sitio de interés para el proyecto–, teniendo como frontera la berma sobre la que se ubica mayormente la avenida Tulum y que corresponde al suelo Redzina. Los suelos en este sistema ambiental se caracterizan por ser someros y pedregosos y algunas ocasiones con rocosidad a través del perfil; en el sistema de clasificación taxonómica FAO/UNESCO, se correlacionan como l+E/2, Litosol y Rendzina de clase textural media respectivamente.

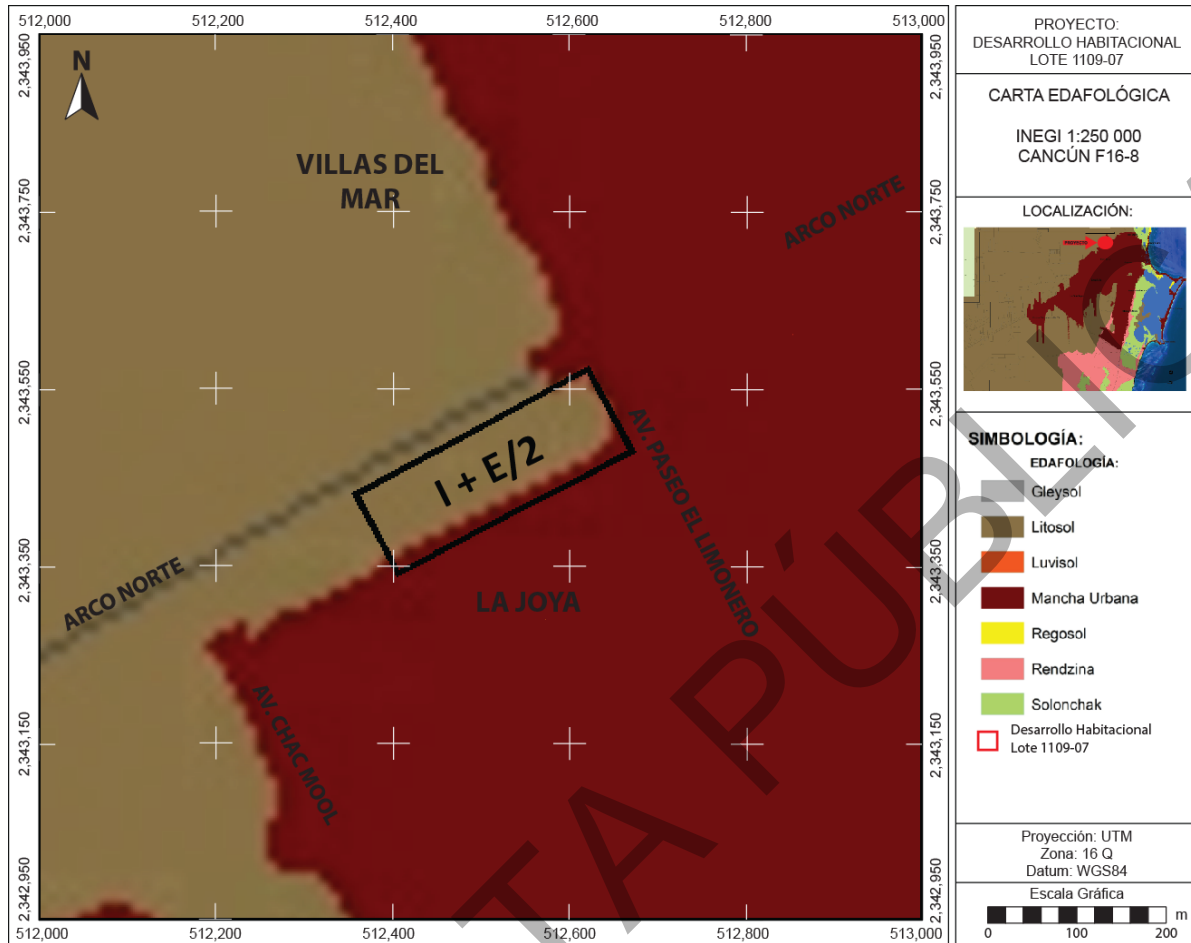


Figura 15. Mapa Edafológico del Área de Estudio. Fuente: Carta Edafológica del INEGI "CANCUN F16-8" a escala 1: 250 000.

#### IV.2.2.4 Geología y Geomorfología

El Estado de Quintana Roo queda comprendido en su totalidad dentro de la provincia Fisiográfica denominada "Península de Yucatán" que se caracteriza por presentar una superficie sensiblemente plana, principalmente en su parte norte donde se ubica el sitio del proyecto.

La geología del estado tiene su origen en las rocas sedimentarias de material calizo que se remontan al Terciario y Cuaternario, que se formaron por la aportación de material principalmente biogénico proveniente de organismos que se desarrollaron en mares someros. De manera más específica y de acuerdo con el INEGI (1984) en su carta geológica escala 1:250,000, en la zona del proyecto se encuentran rocas calizas del Terciario Superior Ts(cz) (Figura 16).

Las calizas Ts(cz) son una unidad constituida por calizas merocristalinas y espáticas de facies de plataforma, con estratos cuyo espesor se infiere que son medianos y gruesos con un echado que tiende a ser horizontal. Su contenido fosilífero es de foraminíferos de los géneros Peneroplis, Archaias, Cosquinolina, Bolivina y Valvulina, además de gasterópodos, pelecípodos, equinoides,

miliólidos, corales, algas y espículas de esponjas. Comprende la mayor parte del área del sitio del proyecto y presenta un relieve de planicie rocosa, ligeramente ondulada con depresiones originadas por disolución. Estas calizas por su estructura granular y alto contenido de carbonato de calcio son muy susceptible de ser disueltas; siendo este el origen de los cenotes que son característicos de la Península de Yucatán. Esta disolución del material calizo permite que se formen auténticos ríos subterráneos que llegan a desfogar directamente en el mar; por lo que la zona en general es altamente susceptible a la contaminación del manto freático.

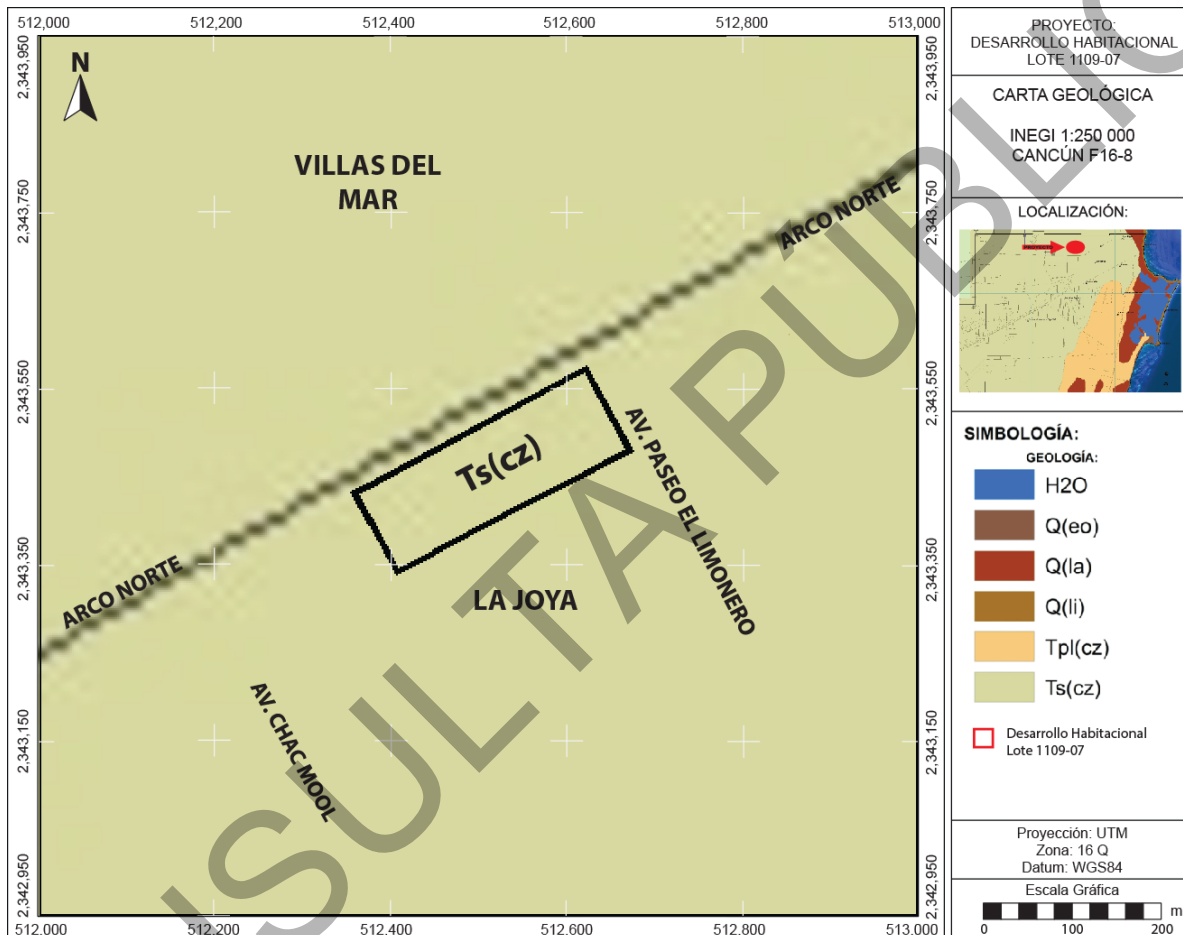


Figura 16. Mapa Geológico del área de Estudio. Fuente: Carta Geológica del INEGI "CANCUN F16-8" a escala 1: 250 000.

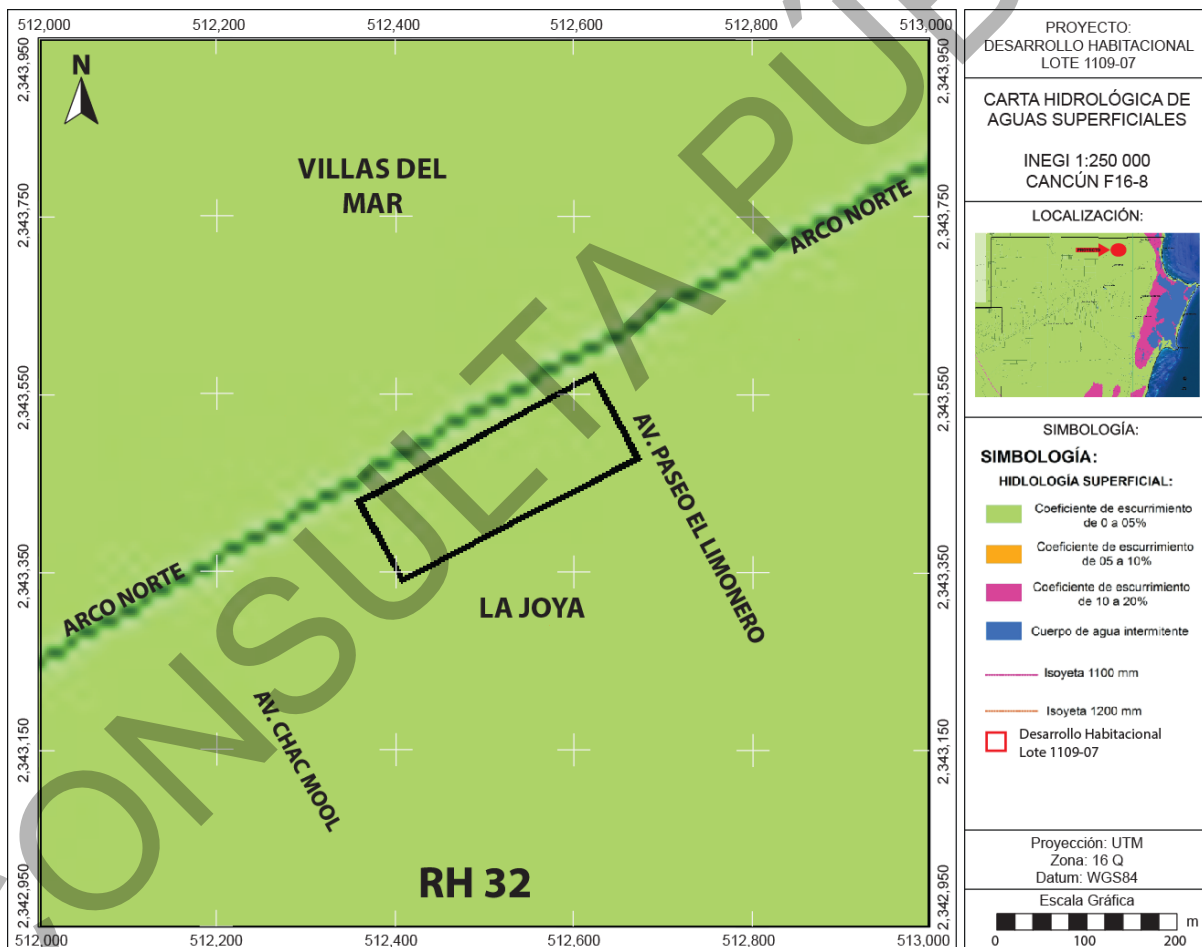
#### IV.2.2.5 Hidrología superficial y subterránea

##### Hidrología superficial.

La zona donde se desea llevar a cabo el proyecto se ubica dentro de la Región Hidrológica denominada Yucatán Norte (Yucatán) con clave RH-32 y la cuenca denominada 32A Quintana Roo, donde no existen subdivisiones de cuencas y subcuencas, al no existir escurrimientos superficiales, por lo que la condición hidrogeológica es de un delicado equilibrio en la zona costera de Quintana Roo. Esta cuenca comprende el 100% de la superficie territorial de los

municipios de Benito Juárez, Solidaridad y Lázaro Cárdenas, al Norte comprende la zona continental del municipio de Isla Mujeres, además de que se extiende hacia el Oeste dentro del territorio del vecino estado de Yucatán; mientras que hacia el Sur abarca la mayor parte del municipio de Tulum.

Esta cuenca, a pesar de contar con una precipitación pluvial superior a 1,000 mm anuales, se caracteriza por presentar escurrimientos superficiales efímeros o de muy corto recorrido, debido a la alta permeabilidad del material que constituye el terreno y la elevada evaporación, que originan una importante infiltración del agua de lluvia con excepción de las zonas costeras que están sujetas a inundación y de pequeñas depresiones que son denominadas aguadas. Esta cuenca se caracteriza por un rango de escurrimiento de 0% a 5% excepto en la franja costera donde tienen escurrimientos desde 10% a 20% debido a la presencia de arcillas y limos (INEGI, 2002). El sitio del proyecto se ubica en las áreas con coeficientes de escurrimiento de 0 a 5%.



**Figura 17. Mapa Hidrológico Superficial del Área de Estudio. Fuente: Carta Hidrológica de Aguas Superficiales del INEGI "CANCUN F16-8" a escala 1: 250 000.**

### Hidrología subterránea.

En la región, el agua subterránea se mueve de las zonas de mayor precipitación hacia la costa. La porosidad primaria puede alcanzar valores hasta del 10 %, siendo el principal almacenamiento del agua en el karst, y las fracturas el principal conducto para su transmisión. La porosidad de estos medios se clasifica como: de cavernas, de fracturas y de matriz; y de acuerdo a su comportamiento hidráulico funcionan según los tres tipos de medios siguientes: medio de almacenamiento, que corresponde a la matriz porosa; medio de transporte constituido por fracturas, que se comparan a los pasajes a través de los cuales se establece la circulación del agua subterránea y como medio de control, el cual conecta cavernas desarrolladas total o parcialmente a través de la roca cárstica dando lugar a una superficie freática estable. La unidad geohidrológica presente en la zona del proyecto corresponde a la denominada Material consolidado con posibilidades altas de funcionar como acuífero.

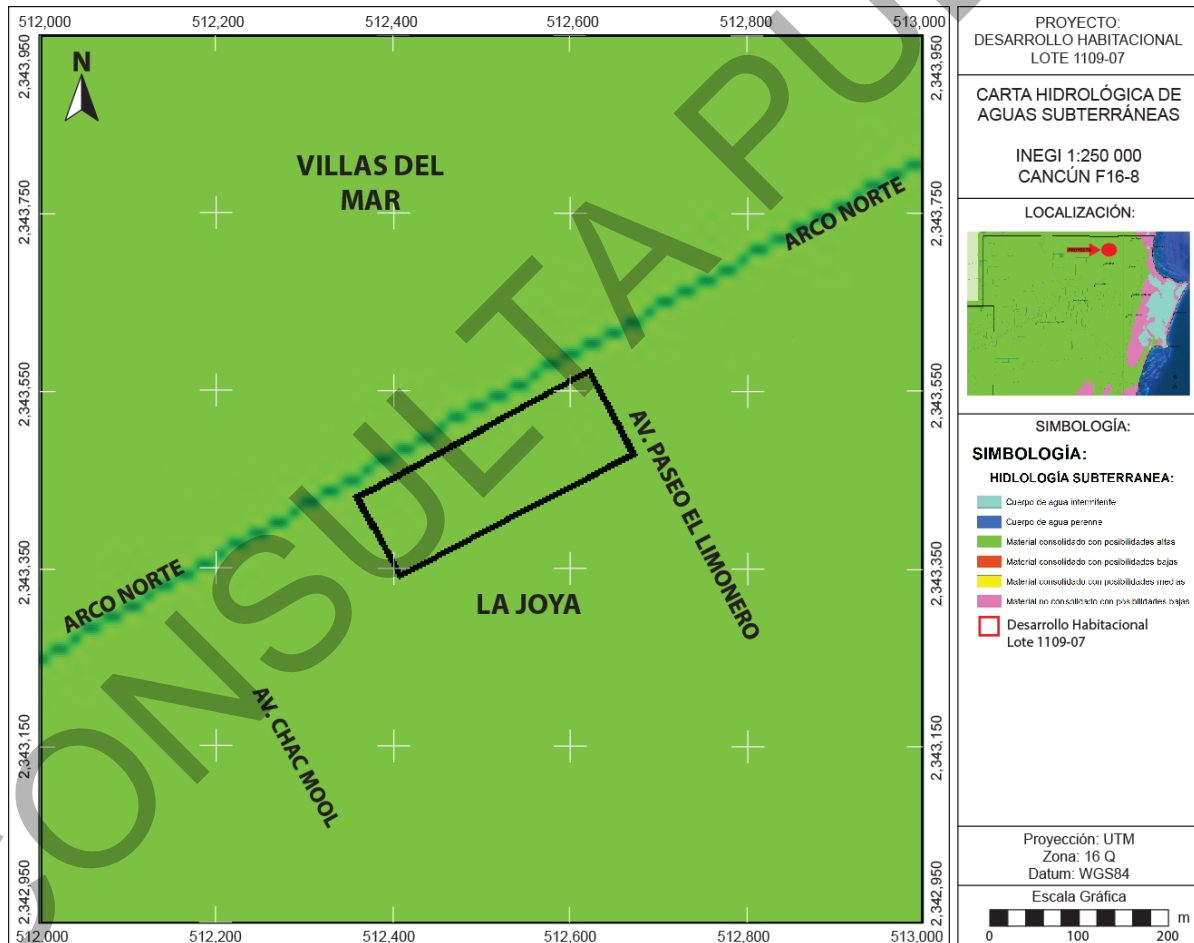


Figura 18. Mapa Hidrológico Subterráneo del Área de Estudio. Fuente: Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas del INEGI "CANCUN F16-8" a escala 1: 250 000.

El modelo conceptual que permite explicar el flujo del agua subterránea en el norte de Quintana Roo (Figura 19), con aplicación en el sistema ambiental de este proyecto. Se fundamenta en las



diferencias altitudinales y las características cársticas del sustrato, se considera que el agua subterránea se mueve de las zonas de mayor precipitación hacia la costa. En los estratos consolidados la porosidad primaria puede alcanzar valores hasta del 10%, siendo el principal almacenamiento del agua en el karst y las fracturas el principal conducto para su desplazamiento.

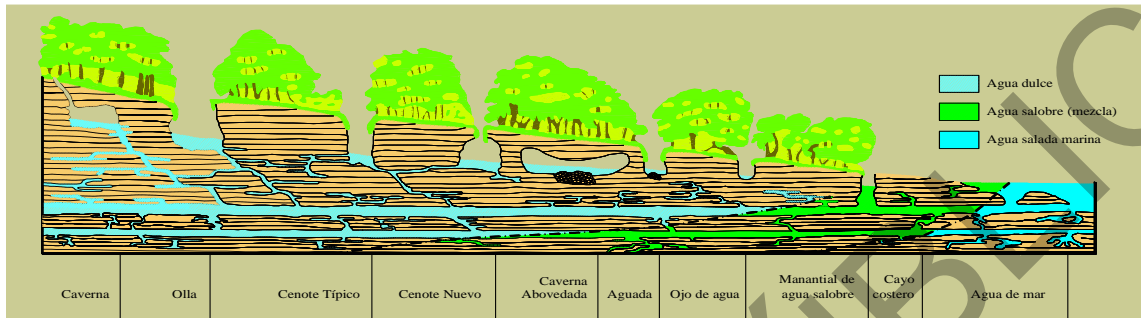


Figura 19. Representación esquemática el flujo subterráneo del agua que caracteriza la zona costera del norte de Quintana Roo. Fuente: IMPLAN, 2006.

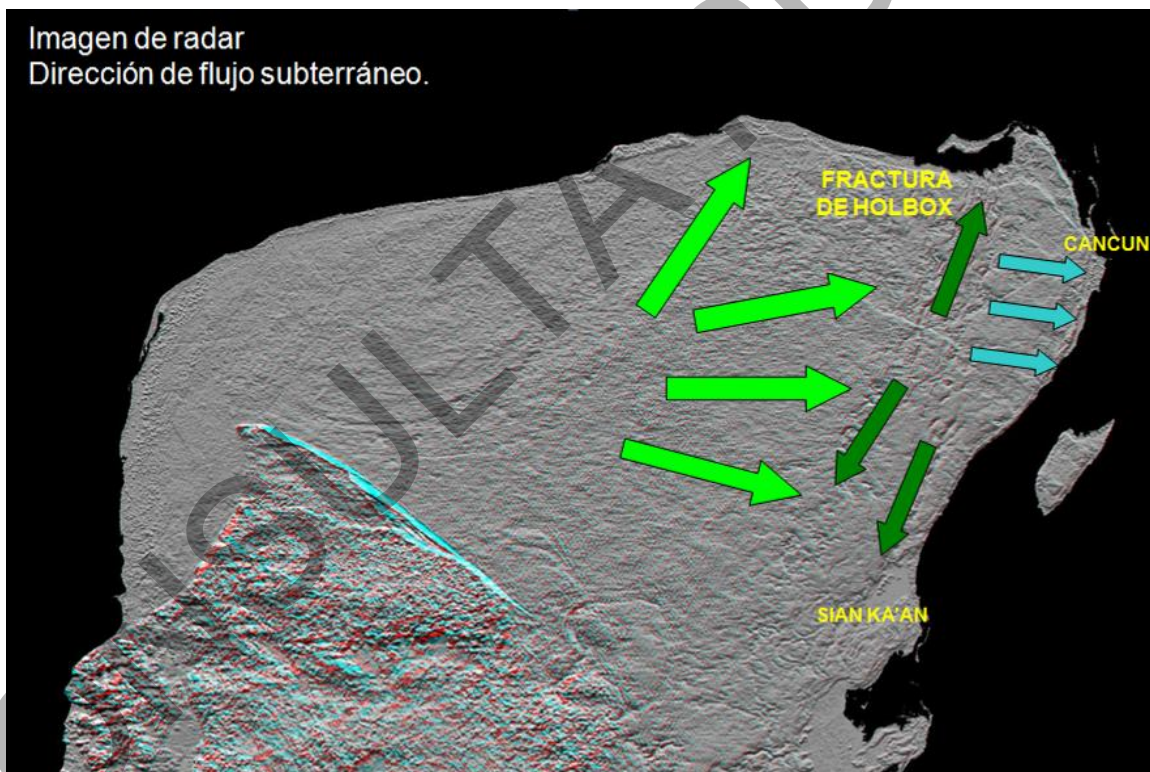


Figura 20. Representación esquemática de la dirección de flujos subterráneos en la cuenca 32-A Quintana Roo. Fuente: IMPLAN, 2006.

#### V.2.2.6 Aire

Las condiciones naturales típicas de los ecosistemas costeros de la península de Yucatán, con un relieve plano, con brisa marina constante, vientos dominantes estacionales que facilitan la

dispersión de partículas y por consiguiente impiden su concentración, determinan que la calidad del aire en este sistema ambiental (y prácticamente en toda la Península de Yucatán) sea satisfactorio.

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

De acuerdo al Inventario Nacional de Emisiones de México, en la entidad las emisiones originadas por fuentes fijas o móviles no son consideradas como significativas, puesto que no rebasaban los niveles permisibles de contaminación (INEGI, 2011). A lo anterior se debe considerar el hecho de que en la zona soplan vientos constantes del este y sureste que alcanzan velocidades de 5 m/seg y hasta 20 m/seg, lo que se considera fuerza suficiente para la dispersión de los contaminantes que se pudieran generar.

#### **IV.2.3 Medio biótico**

##### **IV.2.3.1 Vegetación**

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

El sistema ambiental donde se localiza este proyecto ocupa una superficie total de 1,333.17 hectáreas, y de acuerdo con la Carta de Vegetación y Uso del Suelo, Serie V del INEGI, los fragmentos de vegetación presentes corresponde a una vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. Esta comunidad vegetal ocupa una superficie de 480.90 hectáreas, que corresponde al 36.1% de la superficie total del sistema ambiental de este proyecto y los asentamientos humanos y el área urbana que se integran como la superficie habitada en la actualidad ocupa el 62.6% (834.35 has), por lo que a la escala de trabajo de la caracterización en este sistema ambiental es la condición que predomina.

La selva mediana subperennifolia es el tipo de vegetación más extenso en el Municipio de Benito Juárez, compuesta de 75,304.01 has de vegetación primaria de selva mediana subperennifolia y 89,013.58 has de selva mediana subperennifolia del tipo secundario según el inventario forestal estatal 2013.

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 (Caracterización POEL-MBJ).

### **Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia.**

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

Según Miranda y Hernández X. (1963); en la selva mediana subperennifolia madura entre el 25 % y el 50 % de los árboles dominantes pierden sus hojas durante la época de sequía. Según la clasificación de alturas de INEGI, la selva mediana presenta una altura de más de 15 m y menor que 30 m.

En este tipo de selva los árboles tienen una altura de entre 15 y 25 metros, con troncos menos gruesos que los de la selva alta perennifolia, aun cuando se trata prácticamente de las mismas especies. Las especies más comunes son ramón (*Brosimum alicastrum*), chacá (*Bursera simaruba*), Sakpaj (*Byrsonima bucidaefolia*), Kitam che (*Caesalpinia gaumeri*), chechen negro (*Metopium brownei*), Xtojyuub (*Coccoloba acapulcensis*), tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), entre otras. Se encuentran también helechos y musgos, así como abundantes orquídeas, bromeliáceas y aráceas. Las palmas forman parte de los estratos, especialmente del bajo y del medio.

### **Vegetación Secundaria de Selva.**

La estructura de la masa forestal en el estado se observa que se encuentra perturbada en 71 % debido a que el estado sucesional de las selvas altas y medianas se encuentra en una fase secundaria. Todas las selvas han sido afectadas, desde la selva alta hasta la selva mediana subcaducifolia. La estructura primaria se encuentra en 29 % de la superficie de la formación y se encuentra en todos los tipos de vegetación menos en la selva alta. (Inventario Forestal estatal 2013).

Algunos autores como Flores y Espejel (1994), coinciden en señalar que la vegetación primaria o agrupaciones óptimas que fueron descritas para la región a mediados del siglo XX han desaparecido (Miranda, 1958). De tal manera que su lugar ha sido tomado por la vegetación con desarrollo secundario. 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 puede ser semejante a la de una vegetación conservada de selva mediana, solamente que la estructura horizontal y vertical se encuentra completamente modificada.

Las causas que han afectado 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 como son las acciones de desmote bajo el sistema tradicional de Roza-Tumba-Quema una práctica milenaria en la región, el aprovechamiento furtivo de la madera, el cual se realiza sin ninguna tecnificación, de no ser el empleo de la motosierra para la tumba de los árboles y para su aserrío. Cercano a las ciudades, el propio desarrollo urbano también ha sido una causa importante de afectación a la vegetación.

Dentro de estas zonas en mayor abundancia dominan individuos de tallas bajas como: *Bursera simaruba* (chaka roja), *Drypetes lateriflora* (kekenche), *Guettarda combsii* (tastab), *Lysiloma latisiliquum* (tzalam), *Nectandra coriacea* (laurelillo), *Piscidia piscipula* (habin), *Sabal yapa* (huano), entre otras. Estas especies alcanzan alturas entre los 4 y 12 m.

Los arbustos que integran una parte importante de los elementos de esta vegetación, se intercalan entre las especies de árboles y le dan a la comunidad un carácter de impenetrable y una alta densidad de individuos. Estas especies alcanzan las alturas referidas (de 4 a 10 m). Algunas especies de este estrato son; *Casearia corymbosa* (isinche), *Cupania glabra* (palo chachalaca), *Hampea trilobata* (mahahua), *Malvaviscus arboreus* (tulipancillo), *Psychotria nervosa*, *Pithecellobium stevensonii* (cacaoche), entre otras.

Además se debe considerar que dentro de toda esta zona se distribuyen especies estrictamente secundarias dentro de las cuales sobresalen: el helecho *Pteridium aquilinum* el cual alcanza una cobertura de 100 % en terreno incendiados; *Viguiera dentata* (tajonal) y *Trema micrantha* (pixoy) propias de orillas de caminos y terrenos abandonados; *Acacia collinsii* (cornezuelo), *Acacia gaumeri* (katzim), *Carica papaya* (papaya cimarrona), *Cecropia peltata* (guarumbo), *Colubrina greggii* (pixoy), *Hamelia patens* (xcanan), todas ellas ampliamente distribuidas en acahuals jóvenes; *Guazuma ulmifolia* (guazima), propia de potreros.

### **Sin Vegetación Aparente.**

Las zonas urbanas y los asentamientos humanos generan las alteraciones más severas a los ecosistemas naturales y a los individuos animales y vegetales que los componen, 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 y 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 arbustiva y arbórea derivada de una selva mediana subperennifolia.

En el área de influencia directa de este proyecto predomina la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, las áreas urbanizadas y los asentamientos humanos que en conjunto suman el 100% del área de influencia. En el área de influencia de este proyecto se identifican áreas sin vegetación aparente que representan fragmentos que permanecen actualmente sin cobertura vegetal que están ocupadas por los asentamientos humanos, vialidades y los caminos de terracería, por lo que este sistema ambiental corresponde a un ecosistema fragmentado y en continua modificación, ya que considerando al PDU 2104-2030 hacia la zona norte es donde se extenderá la mancha urbana de la ciudad de Cancún.

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 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 e 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 para el área sujeta a cambio de uso de suelo.

De la misma manera como se realiza la caracterización del predio, 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 una unidad de 500 m<sup>2</sup>, con subunidades concéntricas de 100 m<sup>2</sup> y 5 m<sup>2</sup>, la forma del muestreo fue iniciando dirección norte y siguiendo el sentido de las manecillas del reloj. De los 3 sitios de muestreo de 500 m<sup>2</sup> que se establecieron para medir la riqueza del sistema ambiental, se presenta su ubicación en la Figura 21 y en el cuadro 8, donde se expresan sus coordenadas en UTM Datum WGS-84 México, de cada uno de los sitios de muestreo dentro del sistema ambiental.



**Figura 21. Distribución espacial de los sitios de muestreo para la diversidad de flora en el sistema ambiental.**

**Cuadro 8. Coordenadas en UTM de los sitios de muestreo para el Sistema Ambiental.**

Núm. Sitio	Coordenadas geográficas (UTM, GWS-84 16Q)	
	X	Y
4	512358	2343373
5	511267	2345062
6	511503	2345065

La distribución de la flora en el sistema ambiental responde a un patrón determinado, en primera instancia desde luego, por las condiciones del suelo que le dan sustento y por las variables climáticas de la región.

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 registros en 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 138 especies de plantas típicas de la región en el sistema ambiental de este proyecto, de las cuales 86 especies son árboles, 19 especies son arbustivas o arborescentes, 17 especies son herbáceas y 15 especie son rastreras y trepadoras. Estas especies se encuentran agrupadas en 54 familias, de la cual la Fabaceae es la más abundante con 19 especies identificadas. En total en este sistema ambiental se identificaron tres especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, que son las palmas chit (*Thrinax radiata*) y nakax

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

(*Coccothrinax readii*) y el cedro rojo (*Cedrela odorata*) que se reportan con la categoría de Amenazada.

**Cuadro 9. Riqueza florística registrada en el Sistema Ambiental y su correspondiente forma de vida y categoría de protección.**

NO.	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA				CP
				AR	AA	HE	RT	
1	ANACARDIACEAE	<i>Metopium brownei</i>	Chechem	X				
2	ANNONACEAE	<i>Mosannona depressa</i>	Boox elemuy	X				
3	ANNONACEAE	<i>Sapranthus campechianus</i>	Sak elemuy	X				
4	APOCYNACEAE	<i>Asclepias curassavica</i>	Pool kuts			X		
5	APOCYNACEAE	<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	X				
6	ARACEAE	<i>Anthurium schlehtendalii</i>	X-boobtun			X		
7	ARACEAE	<i>Syngonium podophyllum</i>					X	
8	ARALIACEAE	<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj	X				
9	ARECACEAE	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Xiat			X		
10	ARECACEAE	<i>Coccothrinax readii</i>	Nakax		X			A
11	ARECACEAE	<i>Sabal japa</i>	Huano		X			
12	ARECACEAE	<i>Thrinax radiata</i>	Chiit		X			A
13	ASTERACEAE	<i>Critonia daleoides</i>	Tok' kabal		X			
14	BIGNONIACEAE	<i>Cydista potosina</i>	X-k'an lol				X	
15	BIGNONIACEAE	<i>Stizophyllum riparium</i>	K'an ak'				X	
16	BORAGINACEAE	<i>Cordia dodecandra</i>	K'opté	X				
17	BORAGINACEAE	<i>Cordia gerascanthus</i>	Bojon	X				
18	BROMELIACEAE	<i>Bromelia pinguin</i>	Ts'albay			X		
19	BROMELIACEAE	<i>Tillandsia sp</i>	X-ch'uche			X		
20	BURSERACEAE	<i>Bursera simaruba</i>	Chakaj	X				
21	BURSERACEAE	<i>Protium copal</i>		X				
22	CACTACEAE	<i>Selenicereus grandiflorus</i>	Pool tsutsuy				X	
23	CACTACEAE	<i>Strophocactus testudo</i>					X	
24	CANELLACEAE	<i>Canella winterana</i>	Canela de cuyo	X				
25	CARICACEAE	<i>Carica papaya</i>	Put ch'iich		X			
26	CELASTRACEAE	<i>Hippocratea voluvis</i>	Hoja dura	X				
27	CLUSIACEAE	<i>Clusia flava</i>	Chunup	X				
28	COMBRETACEAE	<i>Terminalia cattapa</i>	Almendro	X				
29	COMMELINACEAE	<i>Tradescantia spathacea</i>	Agave morado			X		
30	CONVOLVULACEAE	<i>Convolvulus nodiflora</i>	Tsalam ak'				X	
31	CUCURBITACEAE	<i>Cionosicyos excisus</i>	X-kum pex				X	
32	DENNSTAEDTIACEAE	<i>Pteridium caudatum</i>	Culantrillo			X		
33	EBENACEAE	<i>Diospyros tetrasperma</i>	Siliil	X				
34	EBENACEAE	<i>Diospyros yucatanensis</i>	Uchul ché	X				
35	EUPHORBIACEAE	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	Chay		X			
36	EUPHORBIACEAE	<i>Croton niveus</i>		X				
37	EUPHORBIACEAE	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayté	X				
38	EUPHORBIACEAE	<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomol ché	X				
39	EUPHORBIACEAE	<i>Ricinus comunis</i>	Higuerilla		X			
40	FABACEAE	<i>Acacia collinsii</i>		X				
41	FABACEAE	<i>Albizia tomentosa</i>	Sak piich	X				



**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

42	FABACEAE	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	X				
43	FABACEAE	<i>Bauhinia jenningsii</i>	Lengua de vaca	X				
44	FABACEAE	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitinché	X				
45	FABACEAE	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Taakinche	X				
46	FABACEAE	<i>Delonix regia</i>	Flamboyan	X				
47	FABACEAE	<i>Diphysa yucatanensis</i>	Ts'u'ts'uk	X				
48	FABACEAE	<i>Erythrina standleyana</i>	Chakmoolche	X				
49	FABACEAE	<i>Gliricidia maculata</i>	Sak yaab	X				
50	FABACEAE	<i>Leucaena leucocephala</i>	Waxim	X				
51	FABACEAE	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'anasin	X				
52	FABACEAE	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	Box xu'ul	X				
53	FABACEAE	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	X				
54	FABACEAE	<i>Mariosousa dolichostachia</i>	Saksalam	X				
55	FABACEAE	<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin	X				
56	FABACEAE	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	X				
57	FABACEAE	<i>Swartzia cubensis</i>	K'atal oox	X				
58	FABACEAE	<i>Zygia stevensonii</i>	Kakawche		X			
59	ICACINACEAE	<i>Ottoschultzia pallida</i>	Uvasché	X				
60	LAMIACEAE	<i>Calicarpa acuminata</i>	Xpukim		X			
61	LAMIACEAE	<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik	X				
62	LAURACEAE	<i>Licaria peckii</i>	Pimientillo	X				
63	LAURACEAE	<i>Nectandra coriacea</i>	Joochok ché	X				
64	MALPIGHIACEAE	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Sak paj	X				
65	MALPIGHIACEAE	<i>Malpighia emarginata</i>	Wayakte	X				
66	MALPIGHIACEAE	<i>Malpighia glabra</i>	Wayakté	X				
67	MALVACEAE	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Pochote	X				
68	MALVACEAE	<i>Hampea trilobata</i>	Jool	X				
69	MALVACEAE	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipán de monte		X			
70	MELIACEAE	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	X				A
71	MELIACEAE	<i>Trichilia glabra</i>	Chobenche	X				
72	MENISPERMACEAE	<i>Cissampelos pareira</i>	Peteltum				X	
73	MORACEAE	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	X				
74	MORACEAE	<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	X				
75	MORACEAE	<i>Ficus maxima</i>	Akum	X				
76	MORACEAE	<i>Ficus obtusifolia</i>	Sak' awaj	X				
77	MORACEAE	<i>Ficus pertusa</i>	Ju'um ch'iich'	X				
78	MUNTINGIACEAE	<i>Muntingia calabura</i>	Capulin	X				
79	MYRTACEAE	<i>Calyptanthus pallens</i>	Chaknii	X				
80	MYRTACEAE	<i>Eugenia sp</i>		X				
81	MYRTACEAE	<i>Eugenia axillaris</i>		X				
82	NYCTAGINACEAE	<i>Neea psychotrioides</i>	X-ta'tsi	X				
83	ORCHIDACEAE	<i>Brassavola grandiflora</i>				X		
84	ORCHIDACEAE	<i>Catasetum integerrimum</i>	Ch'iit ku'uk			X		
85	ORCHIDACEAE	<i>Encyclia sp</i>				X		
86	ORCHIDACEAE	<i>Myrmecophila tibicinis</i>	X-k'unbemba			X		
87	ORCHIDACEAE	<i>Oecleades maculata</i>				X		
88	PICRAMNIACEAE	<i>Picramnia antidesma</i>	Kaan kin che		X			
89	PIPERACEAE	<i>Peperomia pereskifolia</i>	Laabon ak				X	

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

90	POACEAE	<i>Cenchrus echinatus</i>	Jmul			X		
91	POACEAE	<i>Lasiacis divaricata</i>	Siit			X		
92	POACEAE	<i>Paspalum sp.</i>				X		
93	POACEAE	<i>Urochloa maxima</i>	Zacate guinea			X		
94	POLIGONACEAE	<i>Coccoba cozumelensis</i>	Sakbob	X				
95	POLYGONACEAE	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	X-tojyub	X				
96	POLYGONACEAE	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Chiich boob	X				
97	POLYGONACEAE	<i>Coccoloba sp</i>		X				
98	POLYGONACEAE	<i>Coccoloba spicata</i>	Boob	X				
99	POLYGONACEAE	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'ts'ilché	X				
100	POLYPODIACEAE	<i>Microgramma nitida</i>	Helecho			X		
101	PRIMULACEAE	<i>Parathesis cubana</i>	Pico de paloma	X				
102	PUTRANJIVACEAE	<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	X				
103	RHAMNACEAE	<i>Colubrina greggii</i>	Pimienta che	X				
104	RUBIACEAE	<i>Guettarda combsii</i>	Tasta'ab	X				
105	RUBIACEAE	<i>Hamelia patens</i>	Xkanan			X		
106	RUBIACEAE	<i>Psychotria nervosa</i>	X-k'anan			X		
107	RUBIACEAE	<i>Psychotria pubescens</i>	X-yax k'anan			X		
108	RUBIACEAE	<i>Randia aculeata</i>	X-peech kitam			X		
109	RUBIACEAE	<i>Randia longiloba</i>	Cruz k'iix	X				
110	RUBIACEAE	<i>Randia obcordata</i>	Altamisa			X		
111	RUTACEAE	<i>Casimiroa tetrameria</i>	Yuy	X				
112	RUTACEAE	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranja ché	X				
113	RUTACEAE	<i>Pilocarpus racemosus</i>	Tamkasché	X				
114	SALICACEAE	<i>Casearia corymbosa</i>	Xi'imché	X				
115	SALICACEAE	<i>Laetia thammia</i>	Ch'aw ché	X				
116	SALICACEAE	<i>Samyda yucatanensis</i>	Puuts' mukuy	X				
117	SALICACEAE	<i>Zuelania guidonia</i>	X-ta'amay	X				
118	SAPINDACEAE	<i>Allophylus cominia</i>	lik bach	X				
119	SAPINDACEAE	<i>Cardiospermum halicacabum</i>	P'aak ak'					X
120	SAPINDACEAE	<i>Cupania dentata</i>		X				
121	SAPINDACEAE	<i>Exothea diphylla</i>	Wayam kox	X				
122	SAPINDACEAE	<i>Melicocus oliviformis</i>	Huaya	X				
123	SAPINDACEAE	<i>Paullinia sp.</i>	Ch'em ak'					X
124	SAPINDACEAE	<i>Serjania yucatanensis</i>						X
125	SAPINDACEAE	<i>Thouinia paucidentata</i>	K'anchunuup	X				
126	SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Chi' keej	X				
127	SAPOTACEAE	<i>Manilkara zapota</i>	Chicosapote	X				
128	SAPOTACEAE	<i>Pouteria reticulata</i>	Zapotillo	X				
129	SAPOTACEAE	<i>Pouteria campechiana</i>	K'anisté	X				
130	SAPOTACEAE	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	Caracolillo	X				
131	SAPOTACEAE	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Chak yá	X				
132	SIMAROUBACEAE	<i>Simarouba amara</i>	Pa'sak'	X				
133	SMILACACEAE	<i>Smilax mollis</i>	Ts'ay keej					X
134	ULMACEAE	<i>Trema micrantha</i>	Sak pixoy			X		
135	URTICACEAE	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	X				
136	VERBENACEAE	<i>Lantana camara</i>	Oregano xiw			X		
137	VITACEAE	<i>Cissus gossypifolia</i>	Ta'ab kanil					X



138	VITACEAE	<i>Cissus microcarpa</i>	X taabkaan				X
-----	----------	--------------------------	------------	--	--	--	---

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

En el cuadro 10, 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 m<sup>2</sup>.

**Cuadro 10. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato herbáceo área del predio de individuos con un DN menor de 3 cm.**

ESPECIE	NOMBRE/CLAVE	DR	FR	VIR
<i>Coccoloba spicata</i>	Boob	7.14	8.33	15.48
<i>Psychotria nervosa</i>	Café	7.14	8.33	15.48
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	21.43	16.67	38.10
<i>Eugenia axillaris</i>	Eugenia	21.43	16.67	38.10
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'ts'ilché	7.14	8.33	15.48
<i>Nectandra coriacea</i>	Jochoche	21.43	25.00	46.43
<i>Paspalum sp.</i>	Paspalum	7.14	8.33	15.48
<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipán	7.14	8.33	15.48
TOTALES		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>200.00</b>

Las especies con los valores de importancia relativa más altos en este estrato son; *Nectandra coriacea*, *Eugenia axilaris* y *Thrinax radiata*. En total, en las 3 unidades de muestreo para obtener los valores del sistema ambiental se registraron 8 especies que corresponden al estrato herbáceo de regeneración.

En el cuadro 11, 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 m<sup>2</sup>. En total, en las 3 unidades de muestreo para obtener los valores del sistema ambiental se registraron 35 especies de plantas. De acuerdo con los datos obtenidos, las especies con el valor de importancia relativa más altos son *Bursera simaruba*, seguido de *Dendropanax arboreus* y *Hampea trilobata* con respecto al total del VIR.

**Cuadro 11. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbustivo área del predio (DN desde 3 cm y hasta 9.9 cm).**

ESPECIE	NOMBRE/CLAVE	DR	FR	DMR	VIR
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	0.88	1.96	1.70	4.54
<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	2.63	3.92	5.92	12.47
<i>Coccoloba spicata</i>	Boob	4.39	5.88	3.19	13.45
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	11.40	3.92	13.76	29.08
<i>Calyptanthus pallens</i>	Chacni	2.63	3.92	3.40	9.95
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	3.51	5.88	2.29	11.69
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Chichbob	0.88	1.96	1.31	4.15

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

<i>Thrinax radiata</i>	Chit	0.88	1.96	1.57	4.40
<i>Colubrina greggii</i>	Colubrina	3.51	1.96	2.22	7.69
<i>Croton niveus</i>	Crotón	2.63	1.96	1.42	6.02
<i>Cupania dentata</i>	Cude	0.88	1.96	1.48	4.32
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sacchaca	7.02	1.96	13.10	22.07
<i>Diospyros tetrasperma</i>	Siliil	1.75	1.96	2.35	6.06
<i>Diospyros yucatanensis</i>	Uchul ché	4.39	3.92	4.01	12.31
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranja ché	1.75	3.92	1.24	6.92
<i>Critonia daleoides</i>	Euda	0.88	1.96	0.34	3.18
<i>Eugenia axilaris</i>	Eugenia	0.88	1.96	0.40	3.24
<i>Ficus pertusa</i>	Ju'um ch'iich'	2.63	3.92	2.52	9.08
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'ts'ilché	4.39	1.96	3.32	9.67
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	0.88	1.96	0.66	3.49
<i>Tohuinia paucidentata</i>	Kanchunup	0.88	1.96	0.66	3.49
<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	1.75	3.92	2.57	8.25
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	4.39	3.92	3.86	12.16
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitinche	5.26	3.92	5.48	14.67
<i>Laetia thamnina</i>	Lhta	0.88	1.96	0.40	3.24
<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	10.53	3.92	5.32	19.76
<i>Nectandra coriacea</i>	Jochoche	2.63	1.96	2.30	6.89
<i>Randia aculeata</i>	Randia	0.88	1.96	0.28	3.12
<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote	0.88	1.96	0.34	3.18
<i>Zygia stevensonii</i>	Sist	1.75	1.96	0.72	4.43
<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	7.02	3.92	6.79	17.73
<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi	0.88	1.96	0.50	3.33
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	1.75	3.92	2.92	8.59
<i>Casearia corymbosa</i>	Ximche	0.88	1.96	0.57	3.41
<i>Manilkara sapota</i>	Zapote	0.88	1.96	1.12	3.96
TOTALES		100.0	100.0	100.0	300.0

En el cuadro 12, se presenta el valor de importancia relativa del estrato arbóreo que corresponde a individuos que presentaron tallos con DAP de 10 cm y mayores. En total, en las 5 unidades de muestreo para obtener los valores del sistema ambiental se registró la presencia de 24 especies arbóreas, se puede observar que las especies *Lysiloma latisiliquum*, *Bursera simaruba*, *Vitex gaumeri* y *Bursera simaruba* con los valores más altos de VIR. Todas ellas características de selva mediana subperennifolia.

**Cuadro 12. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbóreo área del predio de individuos con un DN de 10 cm en adelante.**

ESPECIE	NOMBRE/CLAVE	DR	FR	DMR	VIR
<i>Mariosousa dolichostachia</i>	Acdo	4.30	3.57	2.43	10.31
<i>Ficus maxima</i>	Akum	2.15	3.57	1.48	7.20
<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	7.53	10.71	6.48	24.72
<i>Coccoloba spicata</i>	Boob	1.08	3.57	0.49	5.14
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	11.83	10.71	6.97	29.51

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

<i>Metopium brownei</i>	Chechem	5.38	7.14	5.70	18.22
<i>Ficus obtusifolia</i>	Sak' awaj	1.08	3.57	0.48	5.13
<i>Ficus pertusa</i>	Ju'um ch'iich'	8.60	7.14	5.39	21.14
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	6.45	7.14	3.78	17.38
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	2.15	7.14	1.45	10.74
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	1.08	3.57	0.71	5.36
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitinche	2.15	7.14	1.53	10.82
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	35.48	10.71	46.96	93.16
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnik	9.68	10.71	14.77	35.17
<i>Manilkara sapota</i>	Zapote	1.08	3.57	1.38	6.03
TOTALES		<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>300.0</b>

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

En los siguientes cuadros 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 de la Equitatividad son muy parecidos entre estratos (Herbáceo E = 0.93, Arbustivo = 0.90 y Arbóreo 0.80); mientras que en el caso de los valores de Diversidad H resultaron cercanos los estratos herbáceo H= 2.79, y arboreo H = 3.12; mientras que en el caso del estrato arbustivo el valor H = 4.63, siendo el estrato arbustivo el que obtuvo el valor H más alto, por lo que resulta ser el estrato más diverso.

**Cuadro 13. Diversidad (H'), diversidad máxima y Equitatividad (E) de las especies del Estrato herbáceo en el sistema ambiental.**

ESPECIE	NOMBRE/CLAVE	D	pi	-(pi)(log2pi)	(log2pi)
<i>Coccoloba spicata</i>	Boob	1	0.071	0.272	-3.807
<i>Psychotria nervosa</i>	Café	1	0.071	0.272	-3.807
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	3	0.214	0.476	-2.222
<i>Eugenia axillaris</i>	Eugenia	3	0.214	0.476	-2.222
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'ts'ilché	1	0.071	0.272	-3.807
<i>Nectandra coriacea</i>	Jochoche	3	0.214	0.476	-2.222
<i>Paspalum sp.</i>	Paspalum	1	0.071	0.272	-3.807
<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipán	1	0.071	0.272	-3.807
		14	1	2.79	0
			H=	2.79	
			Hmax=	3.00	
			Equitatividad=	0.93	

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

**Cuadro 14. Diversidad ( $H'$ ), diversidad máxima y Equitabilidad ( $E$ ) de las especies del Estrato arbustivo en el sistema ambiental.**

ESPECIE	NOMBRE/CLAVE	D	pi	$-(pi)(\log_2 pi)$	$(\log_2 pi)$
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	1	0.009	0.060	-6.833
<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	3	0.026	0.138	-5.248
<i>Coccoloba spicata</i>	Boob	5	0.044	0.198	-4.511
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	13	0.114	0.357	-3.132
<i>Calyptanthus pallens</i>	Chacni	3	0.026	0.138	-5.248
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	4	0.035	0.170	-4.833
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Chichbob	1	0.009	0.060	-6.833
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	1	0.009	0.060	-6.833
<i>Colubrina greggii</i>	Colubrina	4	0.035	0.170	-4.833
<i>Croton niveus</i>	Crotón	3	0.026	0.138	-5.248
<i>Cupania dentata</i>	Cude	1	0.009	0.060	-6.833
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sacchaca	8	0.070	0.269	-3.833
<i>Diospyros tetrasperma</i>	Siliil	2	0.018	0.102	-5.833
<i>Diospyros yucatanensis</i>	Uchul ché	5	0.044	0.198	-4.511
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranja ché	2	0.018	0.102	-5.833
<i>Critonia daleoides</i>	Euda	1	0.009	0.060	-6.833
<i>Eugenia axilaris</i>	Eugenia	1	0.009	0.060	-6.833
<i>Ficus pertusa</i>	Ju'um ch'iich'	3	0.026	0.138	-5.248
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'ts'ilché	5	0.044	0.198	-4.511
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	kanasin	1	0.009	0.060	-6.833
<i>Tohuinia paucidentata</i>	kanchunup	1	0.009	0.060	-6.833
<i>Pouteria campechiana</i>	kaniste	2	0.018	0.102	-5.833
<i>Swartzia cubensis</i>	katalox	5	0.044	0.198	-4.511
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	kitinche	6	0.053	0.224	-4.248
<i>Laetia thamnia</i>	Ch'aw ché	1	0.009	0.060	-6.833
<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	12	0.105	0.342	-3.248
<i>Nectandra coriácea</i>	Neco	3	0.026	0.138	-5.248
<i>Randia aculeata</i>	Randia	1	0.009	0.060	-6.833
<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote	1	0.009	0.060	-6.833
<i>Zygia stevensonii</i>	Sist	2	0.018	0.102	-5.833
<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	8	0.070	0.269	-3.833
<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi	1	0.009	0.060	-6.833
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	2	0.018	0.102	-5.833
<i>Casearia corymbosa</i>	Ximche	1	0.009	0.060	-6.833
<i>Manilkara sapota</i>	Zapote	1	0.009	0.060	-6.833
		114	1	4.63	0
			H=	4.63	
			Hmax=	5.13	

		Equitabilidad=	0.90
--	--	----------------	------

**Cuadro 15. Diversidad ( $H'$ ), diversidad máxima y Equitabilidad ( $E$ ) de las especies del Estrato arbóreo en el sistema ambiental.**

ESPECIE	NOMBRE/CLAVE	D	pi	-(pi)(log2pi)	(log2pi)
<i>Mariosousa dolichostachia</i>	Acdo	4	0.043	0.195	-4.539
<i>Ficus maxima</i>	Akum	2	0.022	0.119	-5.539
<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	7	0.075	0.281	-3.732
<i>Coccoloba spicata</i>	Boob	1	0.011	0.070	-6.539
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	11	0.118	0.364	-3.080
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	5	0.054	0.227	-4.217
<i>Ficus obtusifolia</i>	Sak' awaj	1	0.011	0.070	-6.539
<i>Ficus pertusa</i>	Ju'um ch'iich'	8	0.086	0.304	-3.539
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	6	0.065	0.255	-3.954
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	2	0.022	0.119	-5.539
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	1	0.011	0.070	-6.539
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitinche	2	0.022	0.119	-5.539
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	33	0.355	0.530	-1.495
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnik	9	0.097	0.326	-3.369
<i>Manilkara sapota</i>	Zapote	1	0.011	0.070	-6.539
		93	1	3.12	
			H=	3.12	
			Hmax=	3.91	
			Equitabilidad=	0.80	

#### IV.2.4 Tipos de fauna en el Sistema Ambiental.

La caracterización de la fauna en el sistema ambiental, fue realizada mediante una revisión bibliográfica y documental con el objeto de describir la fauna de vertebrados que existen en la zona y para determinar la presencia de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En la corroboración de las especies incluidas 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).

Durante los recorridos hechos para la realización de la caracterización de la fauna en el predio 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 en esta zona por ser las más conspicuas, se observaron en su mayoría especies comunes en zonas pobladas y que hacen sus recorridos por el lugar en busca de alimento, la mayoría fueron observadas en tránsito o alimentándose.

Del total de las especies reportadas, 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.

En el cuadro 16, se presenta la lista de especies reportada para la Vegetación secundaria derivada de Selva mediana subperennifolia en el estudio de caracterización de la fauna de vertebrados para el POEL de Benito Juárez, por lo que se estima que en la vegetación secundaria del sistema ambiental de este proyecto se podrían presentar hasta 12 especies de anfibios, 41 especies de reptiles, 240 especies de aves y 43 especies de mamíferos, por lo que para este ecosistema se reportan en total 336 especies de vertebrados terrestres, de las cuales son comunes en la zona y han sido reportadas con frecuencia en los estudios de fauna en la región.

**Cuadro 16. Lista de especies reportada para la Vegetación secundaria derivada de Selva mediana subperennifolia en el estudio de caracterización de la fauna de vertebrados para el POEL de Benito Juárez.**

No.	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	VSD-SMSP
<b>ANFIBIOS</b>				
1	Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	Sapo gigante	X
2	Bufonidae	<i>Incillius valliceps</i>	Sapo costero	X
3	Hylidae	<i>Agalychnis callydoras</i>	Rana de ojos rojos	X
4	Hylidae	<i>Tlalocohyla loquax</i>	Rana	X
5	Hylidae	<i>Phrynohyas venulosa</i>	Rana	X
6	Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana	X
7	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus labialis</i>	Sapito	X
8	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Sapito, rana tropical	X
9	Microhylidae	<i>Hypopachus variolosus</i>	Sapito	X
10	Plethodontidae	<i>Bolitoglossa mexicana</i>	Salamanquesa	X
11	Plethodontidae	<i>Bolitoglossa yucatanana</i>	Salamandra	X
12	Ranidae	<i>Litobates berlandieri</i>	Rana leopardo, Rana	X
TOTAL				12
<b>REPTILES</b>				
1	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Boa	X
2	Colubridae	<i>Coniophanes bipunctatus</i>		X
3	Colubridae	<i>Coniophanes imperialis</i>	Culebra rayada	X
4	Colubridae	<i>Coniophanes lineatus</i>	Culebra sabanera	X
5	Colubridae	<i>Conopsis lineatus</i>	Vibora	X
6	Colubridae	<i>Dipsas brevifacies</i>		X
7	Colubridae	<i>Drymarchon corais</i>	Arroyera	X
8	Colubridae	<i>Drymobius margaritiferus</i>	Ranera	X
9	Colubridae	<i>Imantodes cenchoa</i>		X
10	Colubridae	<i>Imantodes tenuissimus</i>		X
11	Colubridae	<i>Leptodeira frenata</i>	Falsa nauyaca	X
12	Colubridae	<i>Leptophis ahaetulla</i>	Xtabay	X
13	Colubridae	<i>Leptophis mexicanus</i>	Víbora ranera, culebra verde	X
14	Colubridae	<i>Ninia sebae</i>	Falsa coralillo	X
15	Colubridae	<i>Oxybelis fulgidus</i>	Vibora verde	X
16	Colubridae	<i>Spilotes pullatus</i>	Voladora	X



**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

17	Colubridae	<i>Thamnophis marcianus</i>		X
18	Colubridae	<i>Thamnophis proximus</i>	Culebra de agua	X
19	Elapidae	<i>Micrurus diastema</i>	Coralillo	X
20	Viperidae	<i>Bothrops asper</i>	Nauyaca, cuatro narices	X
21	Viperidae	<i>Crotalus durissus</i>	Cascabel	X
22	Viperidae	<i>Porthidium yucatanicum</i>		X
23	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Tolok	X
24	Corytophanidae	<i>Corytophanes hernandesii</i>		X
25	Corytophanidae	<i>Laemanctus serratus</i>	Tolok	X
26	Eublepharidae	<i>Coleonix elegans</i>	Gecko	X
27	Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Gecko	X
28	Gekkonidae	<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	Gecko	X
29	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	X
30	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus crysostictus</i>	Lagartija escamosa	X
31	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus lundelli</i>	Lagartija espinosa	X
32	Polychrotidae	<i>Norops sericeus</i>	Lagartija	X
33	Polychrotidae	<i>Norops rodriguezi</i>	Lagartija	X
34	Polychrotidae	<i>Norops sagrei</i>	Largartija	X
35	Teiidae	<i>Ameiva undulata</i>	Huico, Lagartija	X
36	Teiidae	<i>Cnemidophorus angusticeps</i>	Huico rayado, lagartija	X
37	Teiidae	<i>Cnemidophorus rodecki</i>		X
38	Bataguridae	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga mojina	X
39	Emydidae	<i>Terrapene carolina</i>	Tortuga caja	X
40	Kinosternidae	<i>Kinosternon creaseri</i>	Tortuga pochitoque	X
41	Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Tortuga casquito amarillo	X
	TOTAL			41
	<b>AVES</b>			
1	Accipitridae	<i>Accipiter bicolor</i>	Gavilán bicolor	X
2	Accipitridae	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho rufo	X
3	Accipitridae	<i>Buteo albicaudatus</i>	Aguililla cola blanca	X
4	Accipitridae	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura	X
5	Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla cola corta	X
6	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	X
7	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	X
8	Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	Gavilán	X
9	Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	X
10	Accipitridae	<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguililla negra mayor	X
11	Accipitridae	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Gavilán pico gancho	X
12	Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>	Milano tijereta	X
13	Accipitridae	<i>Elanus leucurus</i>	Milano cola blanca	X
14	Accipitridae	<i>Geranoospiza caerulescens</i>	Gavilán zancón	X
15	Accipitridae	<i>Harpagus bidentatus</i>	Gavilán bidentado	X
16	Accipitridae	<i>Ictinia plumbea</i>	Milano plumizo	X
17	Accipitridae	<i>Leptodon cayanensis</i>	Gavilán cabeza gris	X
18	Accipitridae	<i>Pandion haliaetus</i>	Gavilán pescador	X
19	Accipitridae	<i>Rosthramus sociabilis</i>	Gavilán caracolero	X
20	Accipitridae	<i>Spizaetus ornatus</i>	Águila elegante	X
21	Accipitridae	<i>Spizaetus tyrannus</i>	Águila tirana	X
22	Accipitridae	<i>Spizastur melanoleucus</i>	Águila blanquinegra	X

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

23	Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>	Anhinga americana	X
24	Bombicillidae	<i>Bombycilla cedrorum</i>	Ampelis chinito	X
25	Bucconidae	<i>Notharchus macrorhynchos</i>	Buco de collar	X
26	Caprimulgidae	<i>Caprimulgus badius</i>	Tapacamino huil	X
27	Caprimulgidae	<i>Caprimulgus carolinensis</i>		X
28	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor	X
29	Caprimulgidae	<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabras zumbón	X
30	Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras pauraque	X
31	Caprimulgidae	<i>Nyctiphrynus yucatanicus</i>	Tapacamino yucateco	X
32	Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	X
33	Cardinalidae	<i>Cyanocompsa parellina</i>	Colorín azul-negro	X
34	Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo azul	X
35	Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Colorín siete colores	X
36	Cardinalidae	<i>Passerina cyanea</i>	Colorín azul	X
37	Cardinalidae	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo pecho rosa	X
38	Cardinalidae	<i>Saltator atriceps</i>	Picurero cabeza negra	X
39	Cardinalidae	<i>Saltator coerulescens</i>	Picurero grisáceo	X
40	Cardinalidae	<i>Spiza americana</i>	Arrocero americano	X
41	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	X
42	Cathartidae	<i>Cathartes burrovianus</i>	Zopilote sabanero	X
43	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	X
44	Cathartidae	<i>Sarcoramphus papa</i>	Zopilote rey	X
45	Coerebinae	<i>Coereba flaveola</i>	Reinita mielera	X
46	Columbidae	<i>Claravis pretiosa</i>	Tórtola azul	X
47	Columbidae	<i>Columba leucocephala</i>		X
48	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica	X
49	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquiita	X
50	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza	X
51	Columbidae	<i>Geotrygon montana</i>	Paloma perdiz rojiza	X
52	Columbidae	<i>Leptotila jamaicensis</i>	Paloma caribeña	X
53	Columbidae	<i>Leptotila plumbeiceps</i>	Paloma cabeza gris	X
54	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	X
55	Columbidae	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Palolma morada	X
56	Columbidae	<i>Patagioenas speciosa</i>	Paloma escamosa	X
57	Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma turca	X
58	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	X
59	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	X
60	Corvidae	<i>Psilorhinus morio</i>	Chara papán	X
61	Corvidae	<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	X
62	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	X
63	Cotingidae	<i>Pachyramphus aglaiae</i>		X
64	Cotingidae	<i>Pachyramphus major</i>		X
65	Cotingidae	<i>Schiffornis turdinus</i>		X
66	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca vetula	X
67	Cracidae	<i>Penelope purpurascens</i>	Pava cojolita	X
68	Cuculidae	<i>Coccyzus americanus</i>	Cuclillo pico amarillo	X
69	Cuculidae	<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>	Cuclillo pico negro	X
70	Cuculidae	<i>Coccyzus minor</i>	Cuclillo manglero	X
71	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	X
72	Cuculidae	<i>Dromococcyx phasianellus</i>	Cuclillo faisán	X

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

73	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cucillo canelo	X
74	Cuculidae	<i>Tapera naevia</i>	Cicillo rayado	X
75	Dendrocolaptidae	<i>Dendrocincla anabatina</i>	Trepatroncos sepia	X
76	Dendrocolaptidae	<i>Dendrocincla homochroa</i>	Trepatroncos rojizo	X
77	Dendrocolaptidae	<i>Dendrocolaptes certhia</i>		X
78	Dendrocolaptidae	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Trepatroncos olivaceo	X
79	Dendrocolaptidae	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos bigotudo	X
80	Emberizidae	<i>Arremonops chloronotus</i>	Rascador dorsoverde	X
81	Emberizidae	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador olivaceo	X
82	Emberizidae	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de collar	X
83	Emberizidae	<i>Tiaris olivacea</i>	Semillero olivaceo	X
84	Emberizidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	X
85	Emberizidae	<i>Zonotrichia leucophrys</i>	Gorrión corona blanca	X
86	Falconidae	<i>Falco columbarius</i>	Halcón esmerejón	X
87	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	X
88	Falconidae	<i>Falco rufigularis</i>	Halcón enano	X
89	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	X
90	Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón guaco	X
91	Falconidae	<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón de collar	X
92	Formicariidae	<i>Formicarius analis</i>	Hormiguero cholino cara negra	X
93	Fringillidae	<i>Euphonia hirundinacea</i>	Euphonia garganta amarilla	X
94	Furnariidae	<i>Xenops minutus</i>	Picolezna liso	X
95	Hirundinidae	<i>Hirundo fulva</i>		X
96	Hirundinidae	<i>Hirundo pyrrhonota</i>		X
97	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	X
98	Hirundinidae	<i>Progne chalybea</i>	Golondrina acerada	X
99	Hirundinidae	<i>Progne subis</i>	Golondrina azul negra	X
100	Hirundinidae	<i>Riparia riparia</i>	Golondrina rivereña	X
101	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx ridgwayi</i>	Golondrina yucateca	X
102	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina ala aserrada	X
103	Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento	X
104	Icteridae	<i>Amblycercus holosericeus</i>	Casique pico claro	X
105	Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	X
106	Icteridae	<i>Dolichonyx oryzivorus</i>	Tordo arrocero	X
107	Icteridae	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	X
108	Icteridae	<i>Icterus chrysater</i>	Bolsero dorso dorado	X
109	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero encapuchado	X
110	Icteridae	<i>Icterus dominicensis</i>	Bolsero dominico	X
111	Icteridae	<i>Icterus galbula</i>	Bolsero de Baltimore	X
112	Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	X
113	Icteridae	<i>Icterus mesomelas</i>	Bolsero cola amarilla	X
114	Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	X
115	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	X
116	Mimidae	<i>Dumetella carolinensis</i>	Mauillador gris	X
117	Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	Mauillador negro	X
118	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	X
119	Momotidae	<i>Momotus momota</i>	Momoto corona azul	X
120	Odonthophoridae	<i>Colinus nigrogularis</i>	Codorniz yucateca	X
121	Parulidae	<i>Dendroica castanea</i>	Chipe castaño	X

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

122	Parulidae	<i>Dendroica cerulea</i>	Chipe ceruleo	X
123	Parulidae	<i>Dendroica coronata</i>	Chipe coronado	X
124	Parulidae	<i>Dendroica discolor</i>	Chipe de pradera	X
125	Parulidae	<i>Dendroica dominica</i>	Chipe garganta amarilla	X
126	Parulidae	<i>Dendroica fusca</i>	Chipe garganta naranja	X
127	Parulidae	<i>Dendroica magnolia</i>	Chipe de magnolia	X
128	Parulidae	<i>Dendroica palmarum</i>	Chipe playero	X
129	Parulidae	<i>Dendroica pensylvanica</i>	Chipe blanco-castaño	X
130	Parulidae	<i>Dendroica petechia</i>	Chipe amarillo	X
131	Parulidae	<i>Dendroica striata</i>	Chipe gorra negra	X
132	Parulidae	<i>Dendroica tigrina</i>	Chipe atigrado	X
133	Parulidae	<i>Dendroica virens</i>	Chipe dorso verde	X
134	Parulidae	<i>Geothlypis poliocephala</i>	Mascarita pico grueso	X
135	Parulidae	<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común	X
136	Parulidae	<i>Granatellus sallaei</i>	Granatelo yucateco	X
137	Parulidae	<i>Helmitheros vermivorus</i>	Chipe gusanero	X
138	Parulidae	<i>Icteria virens</i>	Buscabreña	X
139	Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	X
140	Parulidae	<i>Oporonis formosus</i>	Chipe patilludo	X
141	Parulidae	<i>Parula americana</i>	Parula norteña	X
142	Parulidae	<i>Seiurus aurocapillus</i>	Chipe suelero	X
143	Parulidae	<i>Seiurus motacilla</i>	Chipe arroyero	X
144	Parulidae	<i>Seiurus noveboracensis</i>	Chipe charquero	X
145	Parulidae	<i>Setophaga ruticilla</i>	Chipe flameante	X
146	Parulidae	<i>Vermivora celata</i>	Chipe corona naranja	X
147	Parulidae	<i>Vermivora chrysoptera</i>	Chipe ala dorada	X
148	Parulidae	<i>Vermivora peregrina</i>	Chipe peregrino	X
149	Parulidae	<i>Vermivora pinus</i>	Chipe ala azul	X
150	Parulidae	<i>Vermivora ruficapilla</i>	Chipe de coronilla	X
151	Parulidae	<i>Wilsonia citrina</i>	Chipe encapuchado	X
152	Parulidae	<i>Wilsonia pusilla</i>	Chipe corona negra	X
153	Phasianidae	<i>Meleagris ocellata</i>	Guajolote ocelado	X
154	Picidae	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico plata	X
155	Picidae	<i>Celeus castaneus</i>	Carpintero castaño	X
156	Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	X
157	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	X
158	Picidae	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	X
159	Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano	X
160	Picidae	<i>Piculus rubiginosus</i>	Carpintero olivaceo	X
161	Picidae	<i>Sphyrapicus varius</i>	Chupasabia maculado	X
162	Picidae	<i>Veniliornis fumigatus</i>	Carpintero café	X
163	Pipridae	<i>Pipra mentalis</i>	Manaquín cabeza roja	X
164	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	X
165	Psittacidae	<i>Eupisttula nana</i>	Perico pecho sucio	X
166	Rallidae	<i>Aramides cajanea</i>	Rascón cuello gris	X
167	Ramphastidae	<i>Pteroglossus torquatus</i>	Arasari de collar	X
168	Ramphastidae	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Tucán real	X
169	Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajo	X
170	Sylviidae	<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita azul gris	X
171	Sylviidae	<i>Polioptila plumbea</i>	Perlita tropical	X

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

172	Sylviidae	<i>Ramphocaenus melanurus</i>	Soterillo picudo	X
173	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará barrado	X
174	Thraupidae	<i>Cyanerpes cyaneus</i>	Mielero para roja	X
175	Thraupidae	<i>Eucometis penicillata</i>	Tángara cabeza gris	X
176	Thraupidae	<i>Habia fuscicauda</i>	Tángara hormiguera garganta roja	X
177	Thraupidae	<i>Habia rubica</i>	Tángara hormiguera corona roja	X
178	Thraupidae	<i>Piranga olivacea</i>	Tángara escarlata	X
179	Thraupidae	<i>Piranga roseogularis</i>	Tángara yucateca	X
180	Thraupidae	<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	X
181	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Tángara azul gris	X
182	Tinamidae	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Tinamú canela	X
183	Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canela	X
184	Trochilidae	<i>Anthracothorax prevostii</i>	Colibrí garganta negra	X
185	Trochilidae	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	X
186	Trochilidae	<i>Campylopterus curvipennis</i>	Fandanguero cola cuña	X
187	Trochilidae	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Esmeralda tijereta	X
188	Trochilidae	<i>Thalurania colombica</i>	Colibrí	X
189	Troglodytidae	<i>Henicorhina leucosticta</i>	Chivirín pecho blanco	X
190	Troglodytidae	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Chivirín de Carolina	X
191	Troglodytidae	<i>Thryothorus maculipectus</i>	Chivirín moteado	X
192	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Chivirín ratón	X
193	Troglodytidae	<i>Uropsila leucogastra</i>	Chivirín vientre blanco	X
194	Trogonidae	<i>Trogon melanocephalus</i>	Trogón cabeza negra	X
195	Trogonidae	<i>Trogon caligatus</i>	Trogón violáceo	X
196	Turdidae	<i>Catharus fuscescens</i>	Zorzal rojizo	X
197	Turdidae	<i>Catharus minimus</i>	Zorzal cara gris	X
198	Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal de Zwainson	X
199	Turdidae	<i>Hylocichla mustelina</i>	Zorzal maculado	X
200	Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo pardo	X
201	Turdidae	<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo primavera	X
202	Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquero lampiño	X
203	Tyrannidae	<i>Contopus cinereus</i>	Pibí tropical	X
204	Tyrannidae	<i>Contopus ochraceus</i>		X
205	Tyrannidae	<i>Contopus virens</i>	Pibí oriental	X
206	Tyrannidae	<i>Elaenia flavogaster</i>	Elenia vientre amarillo	X
207	Tyrannidae	<i>Empidonax flaviventris</i>	Mosquero vientre amarillo	X
208	Tyrannidae	<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero mínimo	X
209	Tyrannidae	<i>Empidonax virens</i>	Mosquero verdoso	X
210	Tyrannidae	<i>Legatus leucophaeus</i>	Papamoscas pirata	X
211	Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	X
212	Tyrannidae	<i>Mionectes oleagineus</i>	Mosquero ocrillo	X
213	Tyrannidae	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas tirano	X
214	Tyrannidae	<i>Myiobius sulphureipygius</i>	Mosquero rabadilla amarilla	X
215	Tyrannidae	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Papamoscas atigrado	X
216	Tyrannidae	<i>Myiodynastes maculatus</i>	Papamoscas rayado	X
217	Tyrannidae	<i>Oncostoma coronatus</i>	Mosquero real	X
218	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	X
219	Tyrannidae	<i>Platyrinchus cancrinus</i>	Mosquero pico chato	X



**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

220	Tyrannidae	<i>Poecilatriccus sylvia</i>	Espatulilla gris	X
221	Tyrannidae	<i>Rhynchocyclus brevirostris</i>	Mosquero de anteojos	X
222	Tyrannidae	<i>Tityra inquisitor</i>		X
223	Tyrannidae	<i>Tityra semifasciata</i>		X
224	Tyrannidae	<i>Tolmomyias sulphureus</i>	Mosquero ojo blanco	X
225	Tyrannidae	<i>Tyrannus dominicensis</i>	Tirano gris	X
226	Tyrannidae	<i>Tyrannus forficatus</i>	Tirano tijereta rosado	X
227	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	X
228	Tyrannidae	<i>Tyrannus tyrannus</i>	Tirano dorso negro	X
229	Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i>	Atila	X
230	Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de campañario	X
231	Vireonidae	<i>Hylophilus decurtatus</i>	Verdillo gris	X
232	Vireonidae	<i>Hylophilus ochraceiceps</i>	Verdillo ocre	X
233	Vireonidae	<i>Vireo altiloquus</i>	Vireo bigotudo	X
234	Vireonidae	<i>Vireo flavifrons</i>	Vireo garganta amarilla	X
235	Vireonidae	<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo verde amarillo	X
236	Vireonidae	<i>Vireo griseus</i>	Vireo ojo blanco	X
237	Vireonidae	<i>Vireo magister</i>	Vireo yucateco	X
238	Vireonidae	<i>Vireo olivaceus</i>	Vireo ojo rojo	X
239	Vireonidae	<i>Vireo philadelphicus</i>	Vireo de Filadelfia	X
240	Vireonidae	<i>Vireo solitarius</i>	Vireo anteojillo	X
	TOTAL			240
	<b>MAMIFEROS</b>			
1	Agoutinae	<i>Agouti paca</i>	Tepezcuintle	X
2	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	X
3	Cervidae	<i>Mazama americana</i>	Temazate	X
4	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	X
5	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Sereque	X
6	Didelphidae	<i>Didelphys marsupialis</i>	Tlacuache	X
7	Didelphidae	<i>Didelphys virginiana</i>	Tlacuache	X
8	Emballonuridae	<i>Diclidurus virgo</i>	Murciélago	X
9	Emballonuridae	<i>Peropteryx macrotis</i>	Murciélago	X
10	Emballonuridae	<i>Saccoptryx bilineata</i>	Murciélago	X
11	Felidae	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Leoncillo	X
12	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	X
13	Felidae	<i>Panthera onca</i>	Jaguar	X
14	Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma	X
15	Heteromyidae	<i>Heteromys gaumeri</i>	Ratón	X
16	Mormoopidae	<i>Mormoops megalophylla</i>	Murciélago	X
17	Mormoopidae	<i>Pteronotus davyi</i>	Murciélago	X
18	Mormoopidae	<i>Pteronotus parnelli</i>	Murciélago	X
19	Muridae	<i>Oryzomys couesi</i>	Ratón	X
20	Muridae	<i>Otodylomys phyllotis</i>	Ratón	X
21	Muridae	<i>Peromyscus leucopus</i>	Ratón	X
22	Muridae	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón	X
23	Mustelidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo	X
24	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Cabeza de	X
25	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja	X
26	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	X

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

27	Natalidae	<i>Natalus stramineus</i>	Murciélago	X
28	Noctilionidae	<i>Noctilio leporinus</i>	Murciélago	X
29	Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago	X
30	Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago	X
31	Phyllostomidae	<i>Artibeus phaeotis</i>	Murciélago	X
32	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago	X
33	Phyllostomidae	<i>Chrotopterus auritus</i>	Murciélago	X
34	Phyllostomidae	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago	X
35	Phyllostomidae	<i>Lonchorhina aurita</i>	Murciélago	X
36	Phyllostomidae	<i>Micronycteris megalotis</i>	Murciélago	X
37	Phyllostomidae	<i>Uroderma bilobatum</i>	Murciélago	X
38	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Tejón, coatí	X
39	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	X
40	Sciuridae	<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla	X
41	Sciuridae	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla	X
42	Soricidae	<i>Cryptotis nigrescens</i>	Musaraña	X
43	Tayassuidae	<i>Tayassu tajacu</i>	Puerco de monte	X
	TOTAL			43

Con el propósito de conocer la riqueza faunística presente en el sistema ambiental definido para el proyecto se elaboró un plan de recorridos para el registro de las 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 todas 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.

La riqueza faunística se estima en al menos 2 anfibios, 11 especies de reptiles, 57 especies de aves y 9 especies de mamíferos, considerando fundamentalmente a aquellas especies ampliamente distribuidas y frecuentemente reportadas para la región.

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

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

Con la finalidad de estandarizar el análisis de los datos para los diversos grupos de vertebrados terrestres, una vez que se calculó la abundancia relativa se asignaron las siguientes categorías de abundancia de acuerdo con lo propuesto para aves por Petingill (1969):

Abundante.- De 90% hasta 100% de abundancia relativa

Común.-De 65% hasta 89% de abundancia relativa.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

Frecuente.- Con 31% hasta 64% de abundancia relativa.  
 Escasa.-Con 10% hasta 30% de abundancia relativa  
 Rara.- Con 1% hasta 9% de abundancia relativa.

**Cuadro 17. Abundancia relativa de las especies registradas en el sistema ambiental de la zona de estudio.**

No.	Especie	Nombre común	No. Registros	Frecuencia	Abundancia relativa	
					%	Clase
<b>Anfibios</b>						
1	<i>Rhinella marina</i>	Sapo	2	2	100	ABUNDANTE
2	<i>Incillius valliceps</i>	Sapo	1	1	50	FRECUENTE
<b>Reptiles</b>						
1	<i>Ameiva undulata</i>	Lagartija metálica	2	2	11	ESCASA
2	<i>Anolis rodriguezi</i>	Lagartija	4	2	22	ESCASA
3	<i>Anolis sagrei</i>	Lagartija chipoyo	1	1	6	RARA
4	<i>Basiliscus vitatus</i>	Toloke	2	1	11	ESCASA
5	<i>Boa constrictor</i>	Boa	3	1	17	ESCASA
6	<i>Coniophanes imperialis</i>	Culebra	1	1	6	RARA
7	<i>Conophis lineatus</i>	Culebra	1	1	6	RARA
8	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris	18	2	100	ABUNDANTE
9	<i>Cnemidophorus angusticeps</i>	Huico	2	1	11	ESCASA
10	<i>Leptophis mexicana</i>	Culebra perico mexicana	1	1	6	RARA
11	<i>Sceloporus crysostictus</i>	Lagartija escamosa	6	2	33	FRECUENTE
<b>Aves</b>						
1	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo	2	1	22	ESCASA
2	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	7	2	78	COMÚN
3	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Gorrión oliváceo	4	1	44	FRECUENTE
4	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	2	2	22	ESCASA
5	<i>Buteo plagiatus</i>	Gavilán gris	1	1	11	ESCASA
6	<i>Cathartes aura</i>	Aura cabecirroja	6	2	67	FRECUENTE
7	<i>Centurus pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	4	2	44	COMÚN
8	<i>Colinus nigrogularis</i>	Torcacita	1	1	11	ESCASA
9	<i>Columba flavirostris</i>	Paloma morada	5	2	56	FRECUENTE
10	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita común	5	2	56	FRECUENTE
11	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza	6	2	67	FRECUENTE
12	<i>Conopus cinereus</i>	Mosquero	1	1	11	ESCASA
13	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	8	2	89	COMÚN
14	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	6	1	67	FRECUENTE
15	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>		1	1	11	ESCASA
16	<i>Psilorhinus morio</i>	Pea	8	1	89	COMÚN
17	<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	5	1	56	FRECUENTE
18	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	6	2	67	FRECUENTE
19	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón cejirrufo	2	1	22	ESCASA
20	<i>Dendroica dominica</i>	Chipe garganta amarilla	5	1	56	FRECUENTE
21	<i>Dendroica petechia</i>	Chipee amarillo	4	1	44	FRECUENTE

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

22	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	6	2	67	COMÚN
23	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	1	1	11	ESCASA
24	<i>Dumetella carolinensis</i>	Pájaro gato	2	1	22	ESCASA
25	<i>Eucomettis penicillata</i>	Tángara cabecigris	1	1	11	ESCASA
26	<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto corona azul	2	1	22	ESCASA
27	<i>Euphonia affinis</i>	Monjita	2	1	22	ESCASA
28	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolotito bajoño	2	1	22	ESCASA
29	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	7	2	78	COMÚN
30	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero cuculador	6	2	67	COMÚN
31	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de altamira	6	2	67	COMÚN
32	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma	2	1	22	ESCASA
33	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frentidorado	5	2	56	FRECUENTE
34	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle	8	2	89	COMÚN
35	<i>Momotus momota</i>	Momoto cabeza negra	1	1	11	ESCASA
36	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Copetón tirano	3	1	33	FRECUENTE
37	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Mosquero	1	1	11	ESCASA
38	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	4	2	44	FRECUENTE
39	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	9	3	100	ABUNDANTE
40	<i>Passerina ciris</i>	Mariposo	2	1	22	ESCASA
41	<i>Piaya cayana</i>	Cuco	2	1	22	ESCASA
42	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero listado	2	1	22	ESCASA
43	<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	2	1	22	ESCASA
44	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	7	2	78	COMÚN
45	<i>Poliptila caerulea</i>	Perlita	1	1	11	ESCASA
46	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	8	2	89	COMÚN
47	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador grisáceo	1	1	11	ESCASA
48	<i>Setophaga citrina</i>	Chipe encapuchado	2	1	22	ESCASA
49	<i>Setophaga ruticilla</i>	Pavito migratorio	2	1	22	ESCASA
50	<i>Sporophila torqueola</i>	Dominico	2	1	22	ESCASA
51	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará barrado	1	1	11	ESCASA
52	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Saltapared de carolina	1	1	11	ESCASA
53	<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared sureño	1	1	11	ESCASA
54	<i>Turdus grayi</i>	Ruiseñor	2	1	22	FRECUENTE
55	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	9	2	100	COMÚN
56	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	1	1	11	ESCASA
57	<i>Zenaidia asiatica</i>	Paloma alas blancas	6	2	67	COMÚN
	<b>Mamíferos</b>					
1	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murcielago ciricotero	5	2	83	COMÚN
2	<i>Dasiprocta punctata</i>	Sereque	6	2	100	ABUNDANTE
3	<i>Didelphys marsupialis</i>	Tlacuache común	2	2	33	FRECUENTE
4	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla	1	1	17	ESCASA
5	<i>Nasua narica</i>	Tejón	3	2	50	FRECUENTE
6	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	1	1	17	ESCASA
7	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	1	1	17	ESCASA
8	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	1	1	17	ESCASA
9	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	3	1	50	FRECUENTE



#### IV.2.4.1 Índice de diversidad de la fauna en el Sistema Ambiental

Para determinar el índice de diversidad en el caso de la fauna se estimó a partir del 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 18. Diversidad ( $H'$ ) y Equidad de las especies por grupo de los Anfibios.**

Anfibios	Nombre	No. Registros	pi	-(pi)(Lnpi)	(LNpi)
<i>Rhinella marina</i>	Sapo	2	0.67	0.27	-0.41
<i>Incillius valliceps</i>	Sapo	1	0.33	0.37	-1.10
		3	1	0.6	0
			H=	0.6	
			Hmax=	0.7	
			Equitabilidad=	0.9	

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

Reptiles	Nombre	No. Registros	pi	-(pi)(Lnpi)	(LNpi)
<i>Ameiva undulata</i>	Lagartija metálica	2	0.05	0.15	-3.02
<i>Anolis rodriguezi</i>	Lagartija	4	0.10	0.23	-2.33
<i>Anolis sagrei</i>	Lagartija chipojo	1	0.02	0.09	-3.71
<i>Basiliscus vitatus</i>	Toloke	2	0.05	0.15	-3.02
<i>Boa constrictor</i>	Boa	3	0.07	0.19	-2.61
<i>Coniophanes imperialis</i>	Culebra	1	0.02	0.09	-3.71
<i>Conophis lineatus</i>	Culebra	1	0.02	0.09	-3.71
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris	18	0.44	0.36	-0.82
<i>Cnemidophorus angusticeps</i>	Huico	2	0.05	0.15	-3.02
<i>Leptophis mexicana</i>	Culebra perico	1	0.02	0.09	-3.71
<i>Sceloporus crysostictus</i>	Lagartija escamosa	6	0.15	0.28	-1.92
		41	1	1.9	0
			H=	1.9	
			Hmax=	2.4	
			Equitabilidad=	0.8	

**Cuadro 20. Diversidad ( $H'$ ) y Equidad de las especies por grupo de las Aves.**

Aves	Nombre Común	No. Registros	pi	-(pi)(Lnpi)	(LNpi)
<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo	2	0.01	0.04	-4.65
<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	7	0.03	0.11	-3.40
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Gorrión oliváceo	4	0.02	0.08	-3.96
<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguillilla caminera	2	0.01	0.04	-4.65
<i>Buteo plagiatus</i>	Gavilán gris	1	0.00	0.03	-5.34
<i>Cathartes aura</i>	Aura cabecirroja	6	0.03	0.10	-3.55
	Carpintero yucateco	4	0.02	0.08	-3.96
<i>Centurus pygmaeus</i>		4	0.02	0.08	-3.96
<i>Colinus nigrogularis</i>	Torcacita	1	0.00	0.03	-5.34
<i>Columba flavirostris</i>	Paloma morada	5	0.02	0.09	-3.73

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

<i>Columbina passerina</i>	Tortolita común	5	0.02	0.09	-3.73
<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza	6	0.03	0.10	-3.55
<i>Conopus cinereus</i>	Mosquero	1	0.00	0.03	-5.34
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	8	0.04	0.12	-3.26
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	6	0.03	0.10	-3.55
<i>Crypturellus cinnamomeus</i>		1	0.00	0.03	-5.34
<i>Psilorhinus morio</i>	Pea	8	0.04	0.12	-3.26
<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	5	0.02	0.09	-3.73
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	6	0.03	0.10	-3.55
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón cejirrufo	2	0.01	0.04	-4.65
<i>Dendroica dominica</i>	Chipe garganta	5	0.02	0.09	-3.73
<i>Dendroica petechia</i>	Chipee amarillo	4	0.02	0.08	-3.96
<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	6	0.03	0.10	-3.55
<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	1	0.00	0.03	-5.34
<i>Dumetella carolinensis</i>	Pájaro gato	2	0.01	0.04	-4.65
<i>Eucomettis penicillata</i>	Tángara cabecigris	1	0.00	0.03	-5.34
<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto corona azul	2	0.01	0.04	-4.65
<i>Euphonia affinis</i>	Monjita	2	0.01	0.04	-4.65
<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolotito bajoño	2	0.01	0.04	-4.65
<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	7	0.03	0.11	-3.40
<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero cuculador	6	0.03	0.10	-3.55
<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de altamira	6	0.03	0.10	-3.55
<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma	2	0.01	0.04	-4.65
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frentidorado	5	0.02	0.09	-3.73
<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle	8	0.04	0.12	-3.26
<i>Momotus momota</i>	Momoto cabeza negra	1	0.00	0.03	-5.34
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Copetón tirano	3	0.01	0.06	-4.24
<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Mosquero	1	0.00	0.03	-5.34
<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	4	0.02	0.08	-3.96
<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	9	0.04	0.14	-3.15
<i>Passerina ciris</i>	Mariposo	2	0.01	0.04	-4.65
<i>Piaya cayana</i>	Cuco	2	0.01	0.04	-4.65
<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero listado	2	0.01	0.04	-4.65
<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	2	0.01	0.04	-4.65
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	7	0.03	0.11	-3.40
<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita	1	0.00	0.03	-5.34
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	8	0.04	0.12	-3.26
<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador grisáceo	1	0.00	0.03	-5.34
<i>Setophaga citrina</i>	Chipe encapuchado	2	0.01	0.04	-4.65
<i>Setophaga ruticilla</i>	Pavito migratorio	2	0.01	0.04	-4.65
<i>Sporophila torqueola</i>	Dominico	2	0.01	0.04	-4.65
<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará barrado	1	0.00	0.03	-5.34
<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Saltapared de carolina	1	0.00	0.03	-5.34
<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared sureño	1	0.00	0.03	-5.34
<i>Turdus grayi</i>	Ruiseñor	2	0.01	0.04	-4.65
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	9	0.04	0.14	-3.15
<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	1	0.00	0.03	-5.34

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	6	0.03	0.10	-3.55
		209	1	3.8	0
			H=	3.8	
			Hmax=	4.0	
			Equitabilidad=	0.9	

**Cuadro 21. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Mamíferos.**

Mamíferos	Nombre	No. Registros	pi	-(pi)(Lnp <sub>i</sub> )	(LNpi)
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murcielago ciricotero	5	0.22	0.33	-1.53
<i>Dasiprocta punctata</i>	Sereque	6	0.26	0.35	-1.34
<i>Didelphys marsupialis</i>	Tlacuache común	2	0.09	0.21	-2.44
<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla	1	0.04	0.14	-3.14
<i>Nasua narica</i>	Tejón	3	0.13	0.27	-2.04
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	1	0.04	0.14	-3.14
<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	1	0.04	0.14	-3.14
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	1	0.04	0.14	-3.14
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	3	0.13	0.27	-2.04
		23	1	2.0	0
			H=	2.0	
			Hmax=	2.2	
			Equitabilidad=	0.9	

Como es de esperarse, el grupo de las aves obtuvo el valor H más alto con 3.8 que se considera alto, en tanto que los reptiles y los mamíferos obtuvieron un Índice H de 1.9 y 2 considerado bajo, asimismo, los anfibios obtuvieron un índice de 0.6 muy bajo en razón a que sólo se registraron dos especies. La equitatividad resultó muy similar en todos los grupos.

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

### I. Condiciones del predio.

El predio donde se pretende llevar a cabo el cambio de uso de suelo para el proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07", se encuentra localizado en el Lote 1109-07, Mz 01, SM 01, Ejido de Isla Mujeres, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo, el inmueble en cuestión cuenta con una superficie total de 3.08 has y se encuentra delimitado por las coordenadas extremas UTM Datum WGS84.

La vegetación que se localiza en el área de estudio del predio en que se ubicará el proyecto se clasifica como **vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia en estado de recuperación**. En este predio se presentan rodales de vegetación secundaria derivados de una Selva mediana subperennifolia como consecuencia de la intensidad de los daños provocados por perturbaciones severas y recurrentes y la capacidad de recuperación de la nueva cubierta vegetal.

### II. Fines a que está destinado el predio

La naturaleza del proyecto como su nombre lo indica, consiste en un desarrollo habitacional por lo que el proyecto se ajusta a los lineamientos que establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez (POELMBJ)<sup>5</sup> ya que el predio se encuentra en la unidad de gestión ambiental (UGA) número 21, denominada "Zona Urbana de Cancún", la cual tiene asignada una política ambiental de "Aprovechamiento sustentable" y los usos de suelo que establece el Programa de Desarrollo Urbano vigente.

En este predio con la ejecución del proyecto, se contempla el cambio de uso del suelo en la superficie total de este predio. El uso que se le dará al terreno es de tipo habitacional, para lo cual se realizarán diversas obras y actividades provisionales, asociadas y permanentes, que beneficien a la población de la ciudad de Cancún, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, mediante las cuales se pretende, generar empleos y a largo plazo contribuir al crecimiento económico de la zona. Por su parte, en relación con las actividades que se desarrollan en sus colindancias, dado que el sitio del proyecto se encuentra dentro del ámbito de aplicación del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, colinda con desarrollos habitacionales similares al planteado por el presente proyecto como son Galaxias del Sol, Vista Real, Villas del Mar, La Joya, entre otros. Asimismo, al estar dentro de una zona de crecimiento urbana, se presentan tiendas, gimnasios, gasolineras, escuelas, centros de culto religioso, en las colindancias del proyecto habitacional.

---

<sup>5</sup> Publicado el 27 de febrero 2014, en el periódico oficial del estado de Quintana Roo en Tomo I, número 19 extraordinario Octava época.

### V.1 Clima.

El registro de los parámetros atmosféricos de temperatura y precipitación que prevalecen en la zona costera norte de Quintana Roo, se lleva a cabo por la Estación Meteorológica Cancún, dependiente de la Comisión Nacional del Agua y que se encuentra establecida en el Km 0+000 del Boulevard Kukulcán en la ciudad de Cancún.

El régimen climático característico en toda la península de Quintana Roo, de acuerdo con el Sistema de Clasificación Climática de Köppen modificado por García (1981), y los estudios hidrológicos de Quintana Roo, según la carta de climas escala 1:1'000,000 (INEGI), el predio presenta el subtipo climático Aw0, el subtipo climático Aw0(x) presente en la zona Norte del estado de Quintana Roo corresponde a la variedad Ax'(w0) iw", que corresponde a los climas con regímenes de lluvia repartidos en todo el año, con una precipitación media anual de 1012.87 mm.

### V.2 Suelo

De acuerdo con la Carta edafológica escala 1:250,000 de INEGI, 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) en un área con desarrollo urbano. Esta asociación de suelos jóvenes son poco evolucionados, permeables y con un pH neutro a ligeramente alcalino.

### 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 la costa y presenta una altura promedio de 8 a 10 metros sobre el nivel medio del mar (msnm) y relieve ondulado en el que se alternan pequeños lomeríos con hondonadas, el terreno se aprecia como una planada con pequeñas depresiones y lomeríos con pendiente media menor al 5%. Así como también, se detectaron depresiones de dimensiones mayores a 15 metros de diámetro por lo que se considera un terreno semi-accidentado con pendiente hacia su lado Sur-Este, en varias zonas se puede observar el aflore del manto rocoso.



#### V.4 Hidrografía

En el predio como en el Municipio Benito Juárez se carece de corrientes de agua superficiales. Los cenotes, lagunas y aguadas son las únicas manifestaciones de agua superficial, los dos últimos tienen su origen en zonas donde se forman llanuras de inundación, que permanecen temporal o permanentemente inundadas. Sin embargo, de acuerdo con la clasificación de la CONAGUA, este predio y sus inmediaciones pertenecen a la Región Hidrológica 32, Yucatán norte y corresponde a la cuenca 32-A Quintana Roo. De acuerdo con la Carta hidrológica de aguas superficiales del INEGI, en el área de estudio, se presenta un rango de escurrimiento menor del 5%. Este coeficiente de escurrimiento es un indicador que representa el porcentaje del agua precipitada que se escurre o se acumula superficialmente. El sitio del proyecto se ubica en las áreas con coeficientes de escurrimiento de 0 a 5%. Este coeficiente de escurrimiento es un indicador que representa el porcentaje del agua precipitada que se escurre o se acumula superficialmente, siendo este escurrimiento bajo y de corto recorrido.

#### V.5 Tipos de vegetación

De acuerdo con los resultados obtenidos del trabajo de campo se identificó que el tipo de vegetación predominante en el predio corresponde a una **vegetación secundaria arbórea derivada de una selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ), en proceso de recuperación.**

Esta vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia es producto de afectaciones diversas que se relacionan con los efectos de fenómenos hidrometeorológicos recurrentes y actividades antropogénicas relacionadas con la expansión de la mancha urbana. Por las características de desarrollo registradas en estas comunidades corresponden a etapas intermedias de un proceso de regeneración, razón por lo que predominan árboles jóvenes de diámetros menores y arbustos, mezclándose con árboles maduros sobresalientes que se localizan en el interior del predio y que son provenientes de la vegetación previa.

La comunidad que integra la cobertura vegetal del predio, presenta una composición florística en etapas intermedias de regeneración, en donde el arbolado dominante es joven, aunque existen algunos árboles maduros dispersos, por lo que el dosel se aprecia de forma irregular. En el sotobosque de esta comunidad son comunes las plántulas y juveniles de las especies arbóreas, palmas, trepadoras y algunas gramíneas. A nivel del suelo es evidente la materia orgánica acumulada y en descomposición, originada por el proceso de regeneración vegetativa (ramas, hojas, etc.) de las distintas especies que se encuentran presentes.

##### V.5.1 Procedimiento para la descripción de la vegetación

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

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

El listado de las especies observadas dentro del predio se preparó de acuerdo con la nomenclatura propuesta por Carnevalli *et al.*, (2010), avalado por CONABIO y se ordenó alfabéticamente por familias y especies. Se incluyen las categorías de forma de vida correspondientes a cada especie y las categorías de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Mientras que los nombres comunes faltantes fueron ajustados de acuerdo con un listado previo reportado para la Península de Yucatán (Sosa, *et al.* 1985).

Las unidades de muestreo fueron circulares y concéntricas, las cuales se constituyen de una unidad de 500 m<sup>2</sup>, (12.6 m de radio) con subunidades concéntricas de 100 m<sup>2</sup> (5.54 m de radio) y 5 m<sup>2</sup> (1.25 m de radio). En el círculo de 500 m<sup>2</sup>, se llevó a cabo el censo de todos los individuos enraizados con diámetro del tallo medidos a 1.30 metros del suelo (DAP) igual o mayor a 10 cm. En la unidad de 100 m<sup>2</sup>, se realizó el muestreo de todos los individuos arbustivos mayores de 1 m de altura y los árboles, palmas y arbustos de 3 a 9.9 cm de diámetro. En la unidad de 5 m<sup>2</sup> se registran los individuos herbáceos, los arbustos menores de 1 m de altura y las plántulas y juveniles de las palmas y árboles.

En la unidad de 500 m<sup>2</sup> 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 medido 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 m<sup>2</sup> se registró el número de individuos, así como la clave o nombre común de la especie, el diámetro del tallo medidos a 1.30 metros del suelo y la altura total. Mientras que en las subunidades de 5 m<sup>2</sup> solo se registra el nombre de la especie y la altura de cada individuo herbáceo.

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

Los parámetros que se establecieron para la toma de datos de cada unidad, con sus correspondientes subunidades de muestreo se presentan en el cuadro 22.

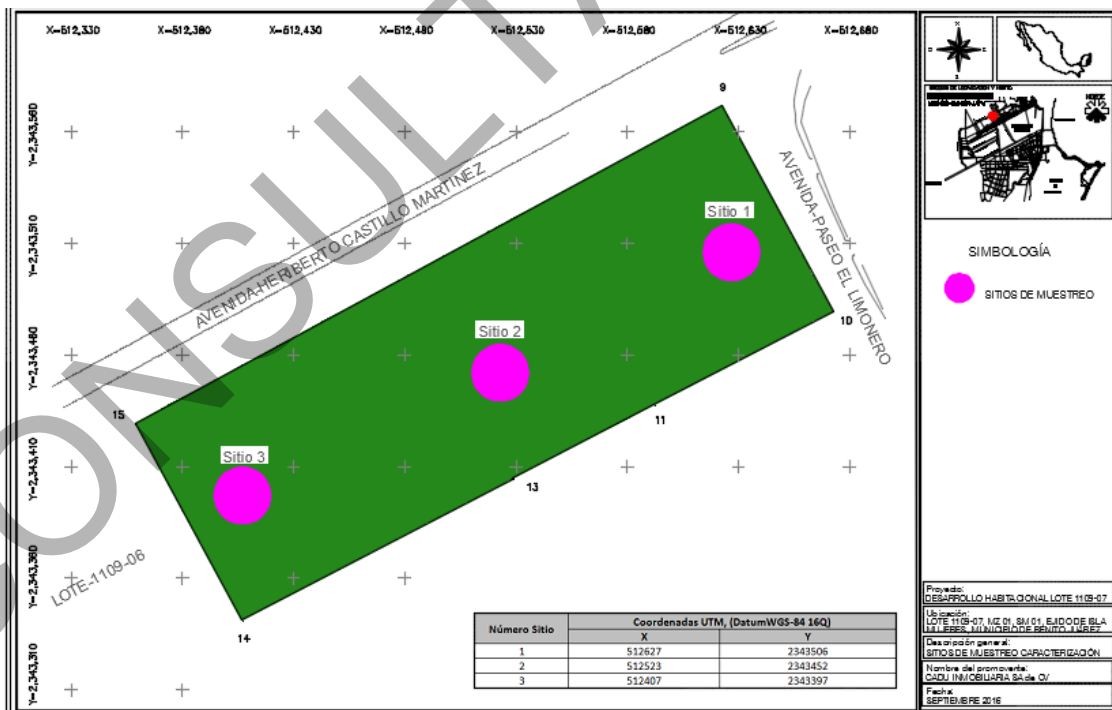
**Cuadro 22. Parámetros establecidos para la toma de datos en cada uno de los sitios de muestreo.**

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

Los sitios de muestreo de este predio que se seleccionaron para la caracterización de la vegetación en el predio y para el análisis comparativo de: valor de importancia, diversidad y riqueza, entre la superficie propuesta de CUSTF y el sistema ambiental, como se ha mencionado se realizó en 3 sitios. En el cuadro 23, se presentan las coordenadas de ubicación de dichos sitios de muestreo y en la Figura 22, se presenta su distribución esquemática.

**Cuadro 23. Coordenadas en UTM de los sitios de muestreo empleados durante el levantamiento de datos en campo. Datum WGS-84 México.**

Número Sitio	Coordenadas UTM, (DatumWGS-84 16Q)	
	X	Y
1	512627	2343506
2	512523	2343452
3	512407	2343397



**Figura 22. Distribución de las 3 unidades de muestreo para la caracterización de la vegetación en el predio**

Con los datos registrados que se obtuvieron de los sitios de muestreo se estimó:

- 1) La densidad relativa (DR = número de individuos de cada especie/número total de individuos x 100).
- 2) La frecuencia relativa (FR = frecuencia de cada especie/frecuencia total de todas las especies x 100).
- 3) La dominancia relativa (DMR = dominancia de cada especie / dominancia de todas las especies x 100) se calculó el área basal de cada especie a partir de la sumatoria del área basal de cada individuo (diámetro al cuadrado x 3.1416/4).
- 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.

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

ln Logaritmo base 2 y N.

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

Hmax = Diversidad de especies máxima = logS

Área basal

El área basal es la superficie de la sección transversal del tallo de un árbol a la altura del pecho.

El área basal (AB) se calcula mediante el diámetro a la altura del pecho, según la siguiente fórmula:

$$A.B. = D^2 * \frac{1}{4} \pi$$

En donde:

AB = Área basal

D<sup>2</sup> = Diámetro tomado a la altura de 1.30m del suelo (en metros) al cuadrado

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

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

### V.5.2 Vegetación identificada en el predio.

Las características fisonómicas de la vegetación identificada en este predio corresponden de manera predominante con la vegetación secundaria arbórea derivada de una selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ), en proceso de recuperación. Esta comunidad ha sido afectada por el paso de fenómenos hidrometeorológicos y actividades antropogénicas recurrentes, por lo que en el predio se aprecian evidencias de dichas afectaciones.

En esta comunidad predominan los árboles jóvenes de talla chica, mezclándose con algunos ejemplares de árboles maduros. El predio estudiado se encuentra dentro de la zona urbana de la ciudad de Cancún; colinda con vialidades en operación y fraccionamientos ocupados y se aprecia como un fragmento de vegetación rodeado de áreas urbanizadas, presenta evidencias de la presión que genera la expansión de la mancha urbana. Así mismo, por las características del arbolado presente se considera que este tipo de vegetación carece de volúmenes aprovechables de madera con fines comerciales y sus recursos forestales no maderables son muy limitados. En la Figura 23, se representa el mapa con la distribución espacial de las condiciones de la vegetación que se detectaron mediante la interpretación de imágenes de satélite dentro de este predio y su correspondiente verificación en campo. Únicamente se presenta un solo tipo de vegetación en el predio que es ocupada por la vegetación secundaria de selva con dominancia arbórea (VSA).

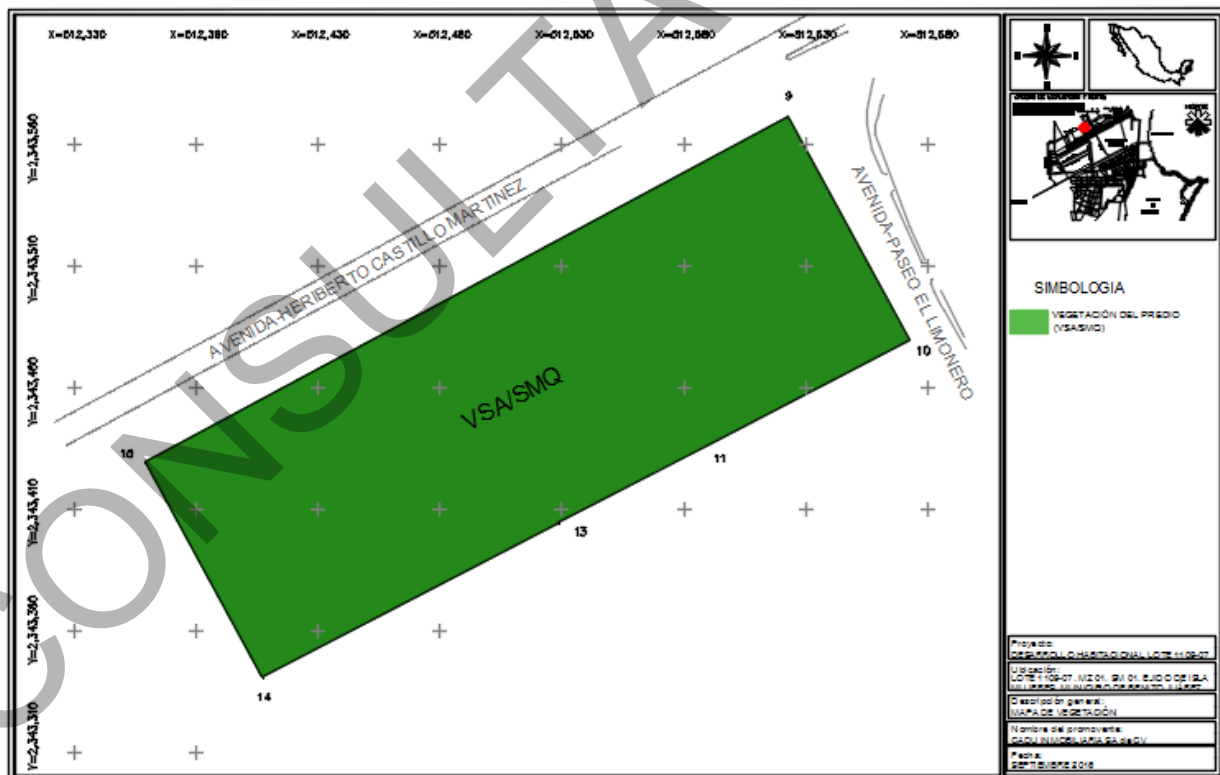


Figura 23. Mapa de vegetación con la distribución espacial de las condiciones de la vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia que predomina en este predio.

### Estructura de la vegetación secundaria en el predio.

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

En este estudio los estratos que se comparan se establecieron con fines prácticos para facilitar el análisis de la información. Estos estratos representan también agrupaciones de plantas con fines de aprovechamiento distintos según su talla. Entre las plantas del estrato arbóreo se incluyen todos los árboles y palmas con tallos cuyo diámetro a la altura del pecho es de 10 cm o mayores. En el estrato arbustivo se incluyen todos los arbustos mayores de dos metros, así como las palmas con tallos definidos y árboles de 3.0 cm a 9.9 cm de DAP, en este grupo están presentes individuos juveniles indicadores de la regeneración de las especies de importancia forestal, así como arbustos característicos de las primeras etapas de la sucesión. En el estrato herbáceo, se incluyen todas las plantas herbáceas; plántulas y juveniles de palmas, árboles y arbustos menores de un metro de altura total.

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

- **Estrato arbóreo.** Los resultados de la descripción de la vegetación al interior del predio; arrojan un diámetro (DAP) promedio de 14.4 cm para las especies que componen éste estrato, siendo el diámetro mayor registrado con un individuo de 29.3 cm de DAP correspondiente a la especie *Lysiloma latisiiquum* (tsalam). Los individuos que integran este estrato presentan un follaje reducido por lo que el dosel generalmente no se encuentra completamente cerrado. La altura promedio del arbolado es de 8.9 metros, siendo la altura máxima registrada en los sitios de muestreo de 12 metros; mientras que la altura menor registrada fue de 5.5 metros. En este estrato se estimaron en promedio 473 individuos por hectárea con un área basal promedio de 8.76 m<sup>2</sup>/ha.

Entre las especies con el valor de importancia relativa más altos de este estrato destacan *Lysiloma latisiiquum* (Tsalam), *Ficus cotinifolia* (Alamo) y *Bursera simaruba* (Chaca).

- **Estrato arbustivo.** Este estrato presenta el mayor número de especies, se encuentra compuesto de manera predominante por individuos jóvenes de las especies arbóreas que componen la vegetación, se trata de individuos de rápido crecimiento con tallos delgados que se encuentran entremezclados con los individuos arbóreos distribuidos de manera dispersa en el predio. Se puede observar que en este estrato el diámetro promedio es de 4.6 cm de DAP y la



altura promedio es de 5.7 metros, siendo la altura máxima registrada de 8.5 m y la altura mínima de 3 m. Se estimó un total aproximado de 4,267 individuos por hectárea con un área basal de 8.20 m<sup>2</sup>/ha. Entre las especies con los valores de importancia relativa mayores se encuentran: *Metopium brownei* (Chechem), *Bursera simaruba* (Chakaj), *Diospyros yucatanensis* (Uchulché) y *Dendropanax arboreus* (Sak chakaj).

• **Estrato herbáceo.** En este estrato se registró el menor número de especies y el mayor número de individuos por hectárea, con aproximadamente 8,667 individuos por hectárea, esto es, debido principalmente a los espacios que existen para el crecimiento de los individuos de menor talla durante el proceso de regeneración natural. La altura máxima en este estrato es de 1 m y la altura promedio de es 0.5 m. Entre las especies con mayor importancia se encuentran en estadio herbáceo son: *Thrinax radiata* (Chiit), *Gymnopodium floribundum* (Ts'i'ts'ilché) y *Drypetes lateriflora* (Ekulub).



Figura 24. Imágenes de la vegetación secundaria del predio donde se pretende desarrollar el proyecto.

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

**Cuadro 24. Valores del número de individuos por hectárea, altura máxima, altura promedio y DAP por estrato de la Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.**

Valores Promedio	Estratos		
	Herbáceo	Arbustivo	Arbóreo
Individuos/ha	8,667	4,267	473
Individuos/Muestreo	4	43	24
Altura máxima (m)	1.0	8.5	12
Altura promedio (m)	0.5	5.7	8.9
DAP promedio ( cm)	---	4.6	14.4
DAP máximo ( cm)	---	9.9	29.3
AB m2/ha	---	8.20	8.76

### V.5.3 Composición de especies

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

La vegetación al interior del predio alcanza una riqueza de 95 especies de plantas vasculares, de las cuales 68 especies son árboles, 15 especies son arbustivas o arborescentes, 7 son herbáceas, 3 especies son rastreras y trepadoras.

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 42 Familias, de las cuales las Fabaceae son las más abundantes con 13 especies identificadas.

**Cuadro 25. Listado florístico de las especies vegetales registradas en el predio y su correspondiente forma de vida y categoría de protección.**

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN/CLAVE	PR	FORMA DE VIDA			
				AR	AA	HE	RT
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechem		X			
Annonaceae	<i>Mosannonna depressa</i>	Boox elemuy		X			
Apocynaceae	<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits		X			
Araceae	<i>Anthurium schlechtendalii</i>	X-boobtun				X	
Araceae	<i>Syngonium podophyllum</i>						X
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj		X			
Arecaceae	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Xiat				X	
Arecaceae	<i>Sabal japa</i>	Guano			X		
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chiit	A		X		
Asteraceae	<i>Critonia daleoides</i>	Euda			X		
Asteraceae	<i>Pluchea odorata</i>	Santa María			X		
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	Tajonal				X	

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN/CLAVE	PR	FORMA DE VIDA			
				AR	AA	HE	RT
Bignoniaceae	<i>Arrabidaea floribunda</i>	Anik ak'					X
Bignoniaceae	<i>Cydista potosina</i>	X-k'an lol					X
Bignoniaceae	<i>Stizophyllum riparium</i>	K'an ak'					X
Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote		X			
Boraginaceae	<i>Cordia gerascanthus</i>	Bojon		X			
Bromeliaceae	<i>Aechmea bracteata</i>	X-cinta ku'uk				X	
Bromeliaceae	<i>Bromelia alsodes</i>	Bromelia				X	
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chakaj		X			
Burseraceae	<i>Protium copal</i>	Copal		X			
Canellaceae	<i>Canela winterana</i>			X			
Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	Papaya			X		
Celastraceae	<i>Hippocratea sp</i>	Hoja dura		X			
Clusiaceae	<i>Clusia flava</i>	Chunup		X			
Commelinaceae	<i>Tradescantia spathacea</i>	Agave morado				X	
Ebenaceae	<i>Diospyros tetrasperma</i>	Siliil		X			
Ebenaceae	<i>Diospyros yucatanensis</i>	Uchul ché		X			
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	Chaya			X		
Euphorbiaceae	<i>Croton niveus</i>	Palo santo		X			
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayté		X			
Euphorbiaceae	<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomol ché		X			
Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca		X			
Fabaceae	<i>Bauhinia jenningsii</i>	Lengua de vaca		X			
Fabaceae	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitinché		X			
Fabaceae	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Taakinche		X			
Fabaceae	<i>Diphysa yucatanensis</i>	Ts'u'ts'uk		X			
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Sak yaab		X			
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Waxim		X			
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'anasin		X			
Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam		X			
Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin		X			
Fabaceae	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo		X			
Fabaceae	<i>Swartzia cubensis</i>	K'atal oox		X			
Fabaceae	<i>Zygia stevensonii</i>	Cacaoche			X		
Icacinaceae	<i>Ottoschultzia pallida</i>	Uvasché		X			
Lamiaceae	<i>Calicarpa acuminata</i>	Xpukim			X		
Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik		X			
Lauraceae	<i>Lickaria pecki</i>	Pimientillo		X			
Lauraceae	<i>Nectandra coriacea</i>	Jochoche		X			
Malpighiaceae	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Sak paj		X			
Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i>	Wayakté		X			
Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Pochote		X			
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Mahagua		X			
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipán de monte			X		

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN/CLAVE	PR	FORMA DE VIDA			
				AR	AA	HE	RT
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo		X			
Moraceae	<i>Ficus maxima</i>	Akum		X			
Moraceae	<i>Ficus obtusifolia</i>	Sak' awaj		X			
Moraceae	<i>Ficus pertusa</i>	Ju'um ch'iich'		X			
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	Capulin		X			
Myrtaceae	<i>Calypttranthes pallens</i>	Chaknii		X			
Myrtaceae	<i>Eugenia axillaris</i>	Eugenia		X			
Nyctaginaceae	<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi		X			
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Siit				X	
Polygonaceae	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	X-tojyub o Coac		X			
Polygonaceae	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Uvero o sakbob		X			
Polygonaceae	<i>Coccoloba spicata</i>	Boob		X			
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'ts'ilché		X			
Primulaceae	<i>Parathesis cubana</i>	Pico de paloma		X			
Putranjivaceae	<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub		X			
Rubiaceae	<i>Guettarda combsii</i>	Tasta'ab		X			
Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i>	Xkanan			X		
Rubiaceae	<i>Psychotria nervosa</i>	X-k'anan o Café			X		
Rubiaceae	<i>Psychotria pubescens</i>	X-yax k'anan			X		
Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	Xpechkitam			X		
Rutaceae	<i>Casimiroa tetrameria</i>	Yuy		X			
Rutaceae	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranja ché		X			
Salicaceae	<i>Casearia corymbosa</i>	Xi'imché		X			
Salicaceae	<i>Laetia thammia</i>	Ch'aw ché		X			
Salicaceae	<i>Samyda yucatanensis</i>	Puuts' mukuy		X			
Salicaceae	<i>Zuelania guidonia</i>	X-ta'amay		X			
Sapindaceae	<i>Blomia prisca</i>			X			
Sapindaceae	<i>Cupania dentata</i>	Cude		X			
Sapindaceae	<i>Exothea diphylla</i>	Wayam kox		X			
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	K'anchunuup		X			
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Chi' keej		X			
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote		X			
Sapotaceae	<i>Pouteria reticulata</i>	Zapotillo		X			
Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i>	K'anisté		X			
Sapotaceae	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Chak yá		X			
Simaroubaceae	<i>Simarouba glauca</i>	Pa'sak'		X			
Smilacaceae	<i>Smilax mollis</i>	Ts'ay keej					X
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i>	Sak pixoy			X		
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo		X			
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Oregano xiw			X		
<b>Total</b>	<b>95</b>		<b>1</b>	<b>68</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	<b>5</b>

Nota: A = Amenazada; AR = Árboles; AA = Arborescentes y arbustivas; HE = Herbáceas; RT = Rastreras y trepadoras.



#### V.5.4 Especies protegidas

Entre las categorías de riesgo que tiene establecida la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección Ambiental Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión o cambio de lista de especies en riesgo publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2010, para las especies de flora que habitan el territorio nacional (SEMARNAT, 2010) en este predio sólo se identificó una especie de planta que corresponde a la categoría de Amenazada.

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

Sólo una especie de planta presente en el predio que será afectada por el cambio de uso del suelo que se solicita está incluida en el listado de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo alguna categoría de protección. Se trata de la palma Chit (*Thrinax radiata*), en la categoría de amenazada esta se encuentra formando parte de la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia. La gran mayoría de los individuos son susceptibles de ser rescatados mediante la implementación de un programa de rescate selectivo de flora, para su posterior incorporación a las áreas verdes y ajardinadas que contempla el proyecto.

#### V.5.5 Densidad de individuos en el predio

El resultado del número de individuos por cada uno de los estratos, herbáceo, arbustivo y arbóreo registrados en los sitios de muestreo de este predio y por hectárea se presenta en los siguientes cuadros.

La información obtenida del número de individuos en los sitios de muestreo para el estrato herbáceo se presenta en el siguiente cuadro 26, incluyendo su extrapolación para una hectárea. Se observa que las especies más abundantes son el Chit (*Thrinax radiata*) con 2,667 individuos por hectárea y *Gymnopodium floribundum* (Ts'i'ts'ilché) con 1,333 individuos por hectárea.

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

NOMBRE CIENTÍFICO	Nombre Común/Clave	Ind/sitios de muestreo	Individuos por hectárea
<i>Psychotria nervosa</i>	X-k'anan	1	667
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Chak yá	1	667
<i>Thrinax radiata</i>	Chiit	4	2667
<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	1	667
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'ts'ilché	2	1333

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'anasin	1	667
<i>Nectandra coriacea</i>	Jochoche	1	667
<i>Zygia stevensonii</i>	Cacaoche	1	667
<i>Malpighia glabra</i>	Wayakté	1	667
Total		<b>13</b>	<b>8,667</b>

La información obtenida del número de individuos en los sitios de muestreo para el estrato arbustivo se presenta en el siguiente cuadro 27, incluyendo su extrapolación para una hectárea. Las especies más abundantes son: *Metopium brownei* (Chechem) con 533 individuos por hectárea; *Bursera simaruba* (Chakaj) y *Diospyros yucatanensis* (Uchulché) con 433 individuos arbustivos por hectárea respectivamente; todas estas especies son típicas de la vegetación secundaria de Selva mediana subperennifolia en desarrollo.

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

NOMBRE CIENTÍFICO	Nombre Común/Clave	Ind/sitios de muestreo	Individuos por hectárea
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	7	233
<i>Ficus maxima</i>	Akum	3	100
<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	1	33
<i>Coccoloba spicata</i>	Boob	3	100
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Chi' keej	2	67
<i>Bursera simaruba</i>	Chakaj	13	433
<i>Calyptanthes pallens</i>	Chaknii	6	200
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	16	533
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Uvero	1	33
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj	8	267
<i>Diospyros tetrasperma</i>	Siliil	1	33
<i>Diospyros yucatanensis</i>	Uchul ché	13	433
<i>Diphysa yucatanensis</i>	Ts'u'ts'uk	3	100
<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	2	67
<i>Mosannonna depressa</i>	Boox elemuy	2	67
<i>Critonia daleoides</i>		2	67
<i>Ficus pertusa</i>	Ju'um ch'iich'	5	167
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'ts'ilché	4	133
<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	1	33
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'anasin	4	133
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitinché	1	33
<i>Laetia thamnia</i>	Ch'aw ché	2	67
<i>Hampea trilobata</i>	Mahagua	5	167
<i>Nectandra coriacea</i>	Jochoche	8	267
<i>Lickaria pecki</i>	Pimientillo	2	67
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Sak paj	2	67
<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote	1	33
<i>Zygia stevensonii</i>	Cacaoche	4	133



DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

NOMBRE CIENTÍFICO	Nombre Común/Clave	Ind/sitios de muestreo	Individuos por hectárea
<i>Guettarda combsii</i>	Tasta'ab	2	67
<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi	2	67
<i>Malpighia glabra</i>	Wayakté	1	33
<i>Casimiroa tetrameria</i>	Yuy	1	33
		<b>128</b>	<b>4,267</b>

En el caso del estrato arbóreo que en este estudio se consideran los individuos de 10 cm de DAP en adelante, a continuación, se señala el número de individuos por especie registrados en los sitios de muestreo y su extrapolación para una hectárea. En este estrato destacan las especies *Metopium brownei* (Chechen) con 120 individuos por hectárea y *Lysiloma latisiliquum* (Tsalam) con estimaciones de 67 individuos por hectárea.

**Cuadro 28. Número de individuos por especie en los sitios de muestreo y por hectárea en el estrato arbóreo.**

NOMBRE CIENTÍFICO	Nombre Común/Clave	Ind/sitios de muestreo	Individuos por hectárea
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	1	7
<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	4	27
<i>Coccoloba spicata</i>	Boob	1	7
<i>Bursera simaruba</i>	Chakaj	6	40
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	18	120
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj	1	7
<i>Diospyros tetrasperma</i>	Siliil	1	7
<i>Diphysa yucatanensis</i>	Ts'u'ts'uk	1	7
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'ts'ilché	1	7
<i>Ficus obtusifolia</i>	Sak' awaj	3	20
<i>Ficus pertusa</i>	Ju'um ch'iich'	6	40
<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	2	13
<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin	2	13
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'anasin	2	13
<i>Swartzia cubensis</i>	K'atal oox	1	7
<i>Hampea trilobata</i>	Mahagua	1	7
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	10	67
<i>Exothea diphylla</i>	Wayam kox	1	7
<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik	8	53
<i>Casimiroa tetrameria</i>	Yuy	1	7
		<b>71</b>	<b>473</b>

### V.5.6 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.

Entre las especies registradas en el estrato herbáceo con el valor de importancia relativa más alta destacan *Thrinax radiata* y *Gymnopodium floribundum*. En este grupo se identificaron 9 especies.

**Cuadro 29. Valor de Importancia Relativa (VIR) para el estrato herbáceo dentro del predio.**

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN/CLAVE	DR	FR	DMR	VIR
<i>Thrinax radiata</i>	Chiit	30.8	27.3	22.0	80.1
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'ts'ilché	15.4	9.1	20.3	44.8
<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	7.7	9.1	16.9	33.7
<i>Zygia stevensonii</i>	Cacaoche	7.7	9.1	16.9	33.7
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Chak yá	7.7	9.1	6.8	23.6
<i>Malpighia glabra</i>	Wayakté	7.7	9.1	6.8	23.6
<i>Psychotria nervosa</i>	X-k'anan	7.7	9.1	3.4	20.2
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'anasin	7.7	9.1	3.4	20.2
<i>Nectandra coriacea</i>	Johocche	7.7	9.1	3.4	20.2
		<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>300.0</b>

Entre las especies del estrato arbustivo, el chechen (*Metopium brownei*), el chaca (*Bursera simaruba*) y el Uchul ché (*Diospyros yucatanensis*) presentan los valores de importancia relativa más. En este grupo se identificaron 32 especies.

**Cuadro 30. Valor de Importancia Relativa (VIR) de estrato arbustivo dentro del predio (DN desde 3 cm y hasta 9.9 cm).**

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN/CLAVE	DR	FR	DMR	VIR
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	12.5	5.8	15.8	34.0
<i>Bursera simaruba</i>	Chakaj	10.2	5.8	16.8	32.8
<i>Diospyros yucatanensis</i>	Uchul ché	10.2	5.8	5.8	21.7
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj	6.3	3.8	5.9	16.0
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	5.5	3.8	6.7	16.0
<i>Ficus pertusa</i>	Ju'um ch'iich'	3.9	5.8	5.5	15.2
<i>Nectandra coriacea</i>	Johocche	6.3	3.8	3.2	13.3
<i>Calypttranthes pallens</i>	Chaknii	4.7	5.8	2.6	13.0
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'anasin	3.1	3.8	5.1	12.1
<i>Hampea trilobata</i>	Mahagua	3.9	3.8	2.2	9.9
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'ts'ilché	3.1	3.8	1.9	8.9
<i>Zygia stevensonii</i>	Cacaoche	3.1	3.8	1.5	8.5

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN/CLAVE	DR	FR	DMR	VIR
<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi	1.6	1.9	4.7	8.2
<i>Coccoloba spicata</i>	Boob	2.3	3.8	1.9	8.1
<i>Ficus maxima</i>	Akum	2.3	1.9	3.7	8.0
<i>Diphysa yucatanensis</i>	Ts'u'ts'uk	2.3	1.9	3.6	7.8
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Chi' keej	1.6	3.8	0.9	6.3
<i>Lickaria pecki</i>	Pimientillo	1.6	3.8	0.6	6.0
<i>Guettarda combsii</i>	Tasta'ab	1.6	1.9	1.6	5.0
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Sak paj	1.6	1.9	1.2	4.7
<i>Critonia daleoides</i>		1.6	1.9	1.2	4.6
<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	1.6	1.9	1.1	4.5
<i>Laetia thamnina</i>	Ch'aw ché	1.6	1.9	1.0	4.5
<i>Mosannonna depressa</i>	Boox elemuy	1.6	1.9	0.7	4.2
<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	0.8	1.9	1.3	4.1
<i>Diospyros tetrasperma</i>	Siliil	0.8	1.9	0.9	3.6
<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	0.8	1.9	0.9	3.6
<i>Malpighia glabra</i>	Wayakté	0.8	1.9	0.5	3.2
<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote	0.8	1.9	0.5	3.2
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Uvero	0.8	1.9	0.4	3.1
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitinché	0.8	1.9	0.3	3.0
<i>Casimiroa tetrameria</i>	Yuy	0.8	1.9	0.3	3.0
		<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>300.0</b>

Entre las especies del estrato arbóreo encontramos, el Tsalam (*Lysiloma latisiliquum*), Chechem (*Metopium brownei*), Ya'axnik (*Vitex gaumeri*), son las especies con los valores densidad, frecuencia y valor de importancia relativa más altos en este grupo. En este grupo se identificaron 20 especies de forma de vida arbórea.

**Cuadro 31. Valor de Importancia Relativa (VIR) del Estrato arbóreo dentro del predio considerando los individuos con un DN de 10 cm en adelante.**

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN/CLAVE	DR	FR	DMR	VIR
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	14.1	6.5	35.5	56.0
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	25.4	9.7	19.2	54.2
<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik	11.3	9.7	9.9	30.9
<i>Ficus pertusa</i>	Ju'um ch'iich'	8.5	9.7	6.6	24.7
<i>Bursera simaruba</i>	Chakaj	8.5	6.5	4.6	19.5
<i>Ficus cotinifolia</i>	Álamo	5.6	6.5	4.5	16.6
<i>Ficus obtusifolia</i>	Sak' awaj	4.2	6.5	3.8	14.5
<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin	2.8	6.5	4.5	13.8
<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	2.8	3.2	1.6	7.6
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'anasin	2.8	3.2	1.4	7.5

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN/CLAVE	DR	FR	DMR	VIR
<i>Exothea diphylla</i>	Wayam kox	1.4	3.2	1.2	5.9
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'ts'ilché	1.4	3.2	1.2	5.8
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj	1.4	3.2	1.1	5.7
<i>Hampea trilobata</i>	Mahagua	1.4	3.2	0.8	5.5
<i>Swartzia cubensis</i>	K'atal oox	1.4	3.2	0.8	5.4
<i>Diphysa yucatanesis</i>	Ts'u'ts'uk	1.4	3.2	0.8	5.4
<i>Diospyros tetrasperma</i>	Siliil	1.4	3.2	0.7	5.3
<i>Casimiroa tetrameria</i>	Yuy	1.4	3.2	0.7	5.3
<i>Coccoloba spicata</i>	Boob	1.4	3.2	0.6	5.3
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	1.4	3.2	0.6	5.2
		<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>300.0</b>

En el estrato arbóreo los individuos de tsalam y de chechem negro destacan por su valor de importancia relativa con respecto a las demás especies ya que en conjunto contribuyen con poco más de 36% del total. En el estrato arbustivo el chechen y el chaka aportan el 22%, mientras que en el caso del estrato herbáceo son el chiit y el ts'i'ts'ilché aportan 41% del total del VIR en este estrato.

#### V.5.7 Resultados de los Valores de diversidad florística por estrato en el predio.

En los cuadros 32, 33 y 34, se presentan los valores de diversidad por estrato para la vegetación del predio. De esta forma, el índice de diversidad de Shannon Wiener se expresa como  $H'$  y contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). Este índice normalmente se refiere con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas). Entre mayor es el índice, mayor es la diversidad.

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

ESPECIES	D/MUESTRA	pi	-(pi)(log2pi)	(log2pi)
<i>Psychotria nervosa</i>	1	0.077	0.2846	-3.7004
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	1	0.077	0.2846	-3.7004
<i>Thrinax radiata</i>	4	0.308	0.5232	-1.7004
<i>Drypetes lateriflora</i>	1	0.077	0.2846	-3.7004
<i>Gymnopodium floribundum</i>	2	0.154	0.4155	-2.7004
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	1	0.077	0.2846	-3.7004
<i>Nectandra coriacea</i>	1	0.077	0.2846	-3.7004
<i>Zygia stevensonii</i>	1	0.077	0.2846	-3.7004
<i>Malpighia glabra</i>	1	0.077	0.2846	-3.7004
	13	1.000	2.9312	

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

ESPECIES	D/MUESTRA	pi	-(pi)(log2pi)	(log2pi)
		H=	2.9	
		Hmax=	3.2	
		Equitabilidad=	0.9	

**Cuadro 33. Diversidad (H') y Equitabilidad (E) de las especies del estrato arbustivo.**

ESPECIES	D/MUESTRA	pi	-(pi)(log2pi)	(log2pi)
<i>Cascabela gaumeri</i>	7	0.0547	0.2293	-4.1926
<i>Ficus maxima</i>	3	0.0234	0.1269	-5.4150
<i>Ficus cotinifolia</i>	1	0.0078	0.0547	-7.0000
<i>Coccoloba spicata</i>	3	0.0234	0.1269	-5.4150
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	2	0.0156	0.0938	-6.0000
<i>Bursera simaruba</i>	13	0.1016	0.3351	-3.2996
<i>Calyptranthes pallens</i>	6	0.0469	0.2070	-4.4150
<i>Metopium brownei</i>	16	0.1250	0.3750	-3.0000
<i>Coccoloba diversifolia</i>	1	0.0078	0.0547	-7.0000
<i>Dendropanax arboreus</i>	8	0.0625	0.2500	-4.0000
<i>Diospyros tetrasperma</i>	1	0.0078	0.0547	-7.0000
<i>Diospyros yucatanensis</i>	13	0.1016	0.3351	-3.2996
<i>Diphysa yucatanensis</i>	3	0.0234	0.1269	-5.4150
<i>Drypetes lateriflora</i>	2	0.0156	0.0938	-6.0000
<i>Mosannonna depressa</i>	2	0.0156	0.0938	-6.0000
<i>Critonia daleoides</i>	2	0.0156	0.0938	-6.0000
<i>Ficus pertusa</i>	5	0.0391	0.1827	-4.6781
<i>Gymnopodium floribundum</i>	4	0.0313	0.1563	-5.0000
<i>Cecropia peltata</i>	1	0.0078	0.0547	-7.0000
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	4	0.0313	0.1563	-5.0000
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	1	0.0078	0.0547	-7.0000
<i>Laetia thamnia</i>	2	0.0156	0.0938	-6.0000
<i>Hampea trilobata</i>	5	0.0391	0.1827	-4.6781
<i>Nectandra coriacea</i>	8	0.0625	0.2500	-4.0000
<i>Lickaria pecki</i>	2	0.0156	0.0938	-6.0000
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	2	0.0156	0.0938	-6.0000
<i>Cordia dodecandra</i>	1	0.0078	0.0547	-7.0000
<i>Zygia stevensonii</i>	4	0.0313	0.1563	-5.0000
<i>Guettarda combsii</i>	2	0.0156	0.0938	-6.0000
<i>Neea psychotrioides</i>	2	0.0156	0.0938	-6.0000
<i>Malpighia glabra</i>	1	0.0078	0.0547	-7.0000
<i>Casimiroa tetrameria</i>	1	0.0078	0.0547	-7.0000
	128	1.0000	4.4777	
		H=	4.5	
		Hmax=	5.0	
		Equitabilidad=	0.9	

**Cuadro 34. Diversidad (H') y Equitabilidad de las especies del estrato Arbóreo.**

ESPECIES	D/MUESTRA	pi	-(pi)(log2pi)	(log2pi)
<i>Cascabela gaumeri</i>	1	0.0141	0.0866	-6.1497
<i>Ficus cotinifolia</i>	4	0.0563	0.2338	-4.1497
<i>Coccoloba spicata</i>	1	0.0141	0.0866	-6.1497
<i>Bursera simaruba</i>	6	0.0845	0.3012	-3.5648
<i>Metopium brownei</i>	18	0.2535	0.5019	-1.9798
<i>Dendropanax arboreus</i>	1	0.0141	0.0866	-6.1497
<i>Diospyros tetrasperma</i>	1	0.0141	0.0866	-6.1497
<i>Diphysa yucatanensis</i>	1	0.0141	0.0866	-6.1497
<i>Gymnopodium floribundum</i>	1	0.0141	0.0866	-6.1497
<i>Ficus obtusifolia</i>	3	0.0423	0.1929	-4.5648
<i>Ficus pertusa</i>	6	0.0845	0.3012	-3.5648
<i>Platymiscium yucatanum</i>	2	0.0282	0.1451	-5.1497
<i>Piscidia piscipula</i>	2	0.0282	0.1451	-5.1497
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	2	0.0282	0.1451	-5.1497
<i>Swartzia cubensis</i>	1	0.0141	0.0866	-6.1497
<i>Hampea trilobata</i>	1	0.0141	0.0866	-6.1497
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	10	0.1408	0.3983	-2.8278
<i>Exothea diphylla</i>	1	0.0141	0.0866	-6.1497
<i>Vitex gaumeri</i>	8	0.1127	0.3549	-3.1497
<i>Casimiroa tetrameria</i>	1	0.0141	0.0866	-6.1497
	71	1.0000	0.0000	0.0000
			3.5856	
		<b>H=</b>	<b>3.6</b>	
		<b>Hmax=</b>	<b>4.3</b>	
		<b>Equitabilidad=</b>	<b>0.8</b>	

De acuerdo con los resultados, la diversidad florística de los diferentes estratos es muy similar, siendo el estrato arbustivo el que presenta la mayor diversidad de especies encontrada en el predio con un valor H de 4.5 y Hmax de 5.0, seguido del estrato arbóreo con H = 3.6 y una Hmax de 4.3, mientras que el estrato herbáceo con menos especies presenta un valor H de 2.9 y Hmax de 3.2; este valor es considerado como bajo, indicando que este estrato se encuentra con la menor diversidad de especies en esta comunidad.

La equitatividad (E) puede entenderse como que: tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies (Newman, 2003). Esto es, refleja la distribución de individuos entre especies (Clements y Newman, 2002). Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies. En cuanto a la equitatividad presente en el estrato herbáceo es de 0.8, mientras que en el caso de los estratos arbóreo y arbustivo este índice es de 0.9, esto es debido a la distribución de los individuos entre las especies.



## V.6. Fauna en el predio.

### V.6.1. Descripción del método de muestreo

La metodología empleada para el reconocimiento de los vertebrados terrestres se fundamenta en los trabajos de Acosta-Aburto (2001), Aranda-Sánchez (1981,2000), Day *et al.* (1980), Gaviño *et al.* (1979), Manzanilla y Péefaur (2000), donde se indican formas de captura, observación y análisis de información sobre vertebrados terrestres. En la corroboración de los individuos se recurrió a listados y guías especializadas, particularmente en los trabajos de Berlanga (1993), Campbell (1999), Howell and Webb (1995), Lee (2000), López-Ornat (1990), Mackinnon (1986), NGS (1995), Peterson and Chalif (1993), Reid (1997) y Navarro *et al.* (1990).

El trabajo de campo se llevó mediante recorridos realizados en las brechas localizadas en el predio. Los grupos de fauna sujetos a observación corresponden a herpetofauna, avifauna y mastofauna; sin que se haya realizado ningún tipo de reconocimiento de peces debido a que durante los recorridos no se observaron cuerpos de agua.

El reconocimiento de la herpetofauna se realizó mediante la observación directa aplicando la técnica de búsqueda intensiva, con la ayuda de ganchos y pinzas herpetológicas para remover piedras, troncos y otros objetos en el suelo. Los recorridos se realizaron considerando los diferentes hábitos y horas de actividad que muestran anfibios y reptiles.

En el caso de la avifauna los recorridos también se realizaron a temprana hora, aplicando las técnicas de registro auditivo y búsqueda intensiva con la ayuda de binoculares. No se empleó la técnica de captura con redes, ya que como lo señala Acosta-Aburto (2001) los registros que se obtienen con ella son menores que el de búsqueda intensiva debido a que no pueden capturarse individuos que habitan todos los estratos de la vegetación.

En el caso de los mamíferos se realizaron observaciones directas e indirectas por medio de la búsqueda de huellas y rastros.

### V.6.2. Caracterización

- **Registro de Vertebrados**

Los resultados obtenidos del trabajo de campo se presentan en el cuadro 35, se observa que el grupo mejor representado son las aves con 25 especies, seguido de los reptiles con 4 especies observadas Y mamíferos con 4 especies.

De acuerdo con el listado se observa la presencia de ciertas especies que se caracterizan por su tolerancia a hábitats perturbados, encontrándose comúnmente en los centros de población, siendo el caso del zanate (*Quiscalus mexicanus*), el ceniztle tropical (*Mimus gilvus*) y la iguana rayada (*Ctenosaura similis*).

Con respecto a los mamíferos la especie más abundante fue el coati (*Nasua narica*) con cuatro registros y uno del resto de las especies reportadas.

**Cuadro 35. Abundancia relativa de especies obtenida en el área del proyecto.**

No	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	REGISTRO DE CAMPO	Abundancia relativa	
				%	Clase
<b>Reptiles</b>					
1	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloke	1	25	Escasa
2	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris	4	100	Abundante
3	<i>Anolis rodriguezi</i>	toloquito	1	25	Escasa
4	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija rayada	2	50	Frecuente
<b>Aves</b>					
1	<i>Eupisttula nana</i>	Lorito	2	33	Frecuente
2	<i>Arremonops chloronatus</i>		1	17	Escasa
3	<i>Rupornis Magnirostris</i>	Aguililla caminera	1	17	Escasa
4	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	3	50	Frecuente
5	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	2	33	Frecuente
6	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	5	83	Común
7	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Urraca azul	6	100	Abundante
8	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón cejirrufo	1	17	Escasa
9	<i>Setophaga petechia</i>		1	17	Escasa
10	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	3	50	Frecuente
11	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	2	33	Frecuente
12	<i>Eucomettis penicillata</i>	Tángara cabecigrís	1	17	Escasa
13	<i>Euphonia affinis</i>	Chinchín bakal	1	17	Escasa
14	<i>Habia fusicauda</i>	Tangara hormiguero	1	17	Escasa
15	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero	5	83	Común
16	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero cuculador	4	67	Común
17	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle	6	100	Abundante
18	<i>Myarchus yucatanensis</i>	Copetón yucateco	4	67	Común
19	<i>Myozetetes similis</i>		3	50	Frecuente
20	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	3	50	Frecuente
21	<i>Piaya cayana</i>	Cuco	1	17	Escasa
22	<i>Pitangus sulphuratus</i>		5	83	Común
23	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	5	83	Común
24	<i>Turdus grayi</i>	Zorzal, X'kok	1	17	Escasa
25	<i>Vireo griseus</i>	Vireo	1	17	Escasa
<b>Mamíferos</b>					
1	<i>Dasyprocta punctata</i>	Cereque	1	25	Escasa
2	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache	1	25	Escasa
3	<i>Nasua narica</i>	Coatí	4	100	Frecuente
4	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla	1	25	Escasa

El escaso número de especies registradas en este estudio encuentra su explicación en dos aspectos fundamentales: el estado de deterioro de la vegetación debido a las perturbaciones meteorológicas y antropogénicas, por la presencia de asentamientos humanos debido a que la zona de estudio se encuentra muy próxima a sitios habitados.

En las siguientes imágenes se pueden observar algunas de las especies registradas durante el trabajo de campo.



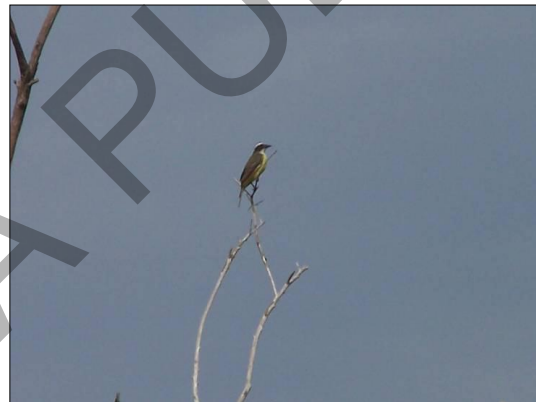
Lagartija rayada (*Sceloporus chrysostictus*)



Iguana rayada (*Ctenosaura similis*)



*Myiozetetes similis*



*Pitangus sulphuratus*

**Figura 25. Fauna registrada en el área donde se pretende desarrollar el proyecto**

- **Sitios o especies críticas**

De acuerdo con los resultados obtenidos, en el predio habita la Iguana gris (*Ctenosaura similis*) que cuenta con el estatus de especies Amenazada 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*) requiere 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.

En los cuadros 36, 37 y 38, se presentan los valores de diversidad para cada grupo de vertebrados registrados en el predio.

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

**Cuadro 36. Diversidad ( $H'$ ) y Equitabilidad ( $E$ ) de las especies del grupo de los reptiles.**

Reptiles			N	pi	$-(pi)(\log Npi)$	(LNpi)
1	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloke	1	0.125	0.260	-2.079
2	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris	4	0.500	0.347	-0.693
3	<i>Anolis rodriguezi</i>	toloquito	1	0.125	0.260	-2.079
4	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija rayada	2	0.250	0.347	-1.386
			8	1	1.21	0
				H=	1.21	
				Hmax=	1.39	
				Equitabilidad=	0.88	

**Cuadro 37. Diversidad ( $H'$ ) y Equitabilidad ( $E$ ) de las especies del grupo de las aves.**

Aves			N	pi	$-(pi)(\log Npi)$	(LNpi)
1	<i>Eupisttula nana</i>	Lorito	2	0.029	0.104	-3.526
2	<i>Arremonops chloronatus</i>		1	0.015	0.062	-4.220
3	<i>Rupornis Magnirostris</i>	Aguililla caminera	1	0.015	0.062	-4.220
4	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	3	0.044	0.138	-3.121
5	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	2	0.029	0.104	-3.526
6	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	5	0.074	0.192	-2.610
7	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Urraca azul	6	0.088	0.214	-2.428
8	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón cejirrufo	1	0.015	0.062	-4.220
9	<i>Setophaga petechia</i>		1	0.015	0.062	-4.220
10	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	3	0.044	0.138	-3.121
11	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	2	0.029	0.104	-3.526
12	<i>Eucomettis penicillata</i>	Tángara cabecigris	1	0.015	0.062	-4.220
13	<i>Euphonia affinis</i>	Chinchin bakal	1	0.015	0.062	-4.220
14	<i>Habia fusicauda</i>	Tangara hormiguero	1	0.015	0.062	-4.220
15	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero	5	0.074	0.192	-2.610
16	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero cuculador	4	0.059	0.167	-2.833
17	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle	6	0.088	0.214	-2.428

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

18	<i>Myarchus yucatanensis</i>	Copetón yucateco	4	0.059	0.167	-2.833
19	<i>Myozetes similis</i>		3	0.044	0.138	-3.121
20	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	3	0.044	0.138	-3.121
21	<i>Piaya cayana</i>	Cuco	1	0.015	0.062	-4.220
22	<i>Pitangus sulphuratus</i>		5	0.074	0.192	-2.610
23	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	5	0.074	0.192	-2.610
24	<i>Turdus grayi</i>	Zorzal, X'kok	1	0.015	0.062	-4.220
25	<i>Vireo griseus</i>	Vireo	1	0.015	0.062	-4.220
			68	1	3.01	0
				H=	3.01	
				Hmax=	3.22	
				Equitabilidad=	0.94	

**Cuadro 38. Diversidad ( $H'$ ) y Equitabilidad ( $E$ ) de las especies del grupo de los mamíferos.**

Mamíferos			N	pi	$-(pi)(\log Npi)$	$(LNpi)$
1	<i>Dasyprocta punctata</i>	Cereque	1	0.143	0.278	-1.946
2	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache	1	0.143	0.278	-1.946
3	<i>Nasua narica</i>	Coatí	4	0.571	0.320	-0.560
4	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla	1	0.143	0.278	-1.946
			7	1	1.15	0
				H=	1.15	
				Hmax=	1.39	
				Equitabilidad=	0.83	

De acuerdo con los resultados, la diversidad faunística de los diferentes grupos de vertebrados terrestre registrada en el predio es similar en el caso de los reptiles y mamíferos, con un valor H de 1.21 y 1.15 respectivamente, este valor se considera bajo. No así en el grupo de las aves con un valor H de 3.01 considerado ligeramente alto, indicando que este grupo se encuentra con la mayor diversidad de especies en esta comunidad.

En cuanto a la equitabilidad, los tres grupos obtuvieron valores muy similares cercanos a 1, lo que indica que no existen especies que sobresalgan por su abundancia.



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

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

Para obtener las existencias reales de volumen por hectárea y del área del cambio de uso de suelo se realizó un conteo directo registrando cada especie arbórea y arbustiva, como diámetro normal y altura total. El trabajo para levantar la información en campo se realizó en 2 visitas a las áreas del proyecto en estudio con apoyo de una brigada de 3 personas. (El levantamiento forestal se realizó en el mes de agosto del año 2016).

La caracterización dasométrica de la vegetación se llevó a cabo con base en un inventario forestal. 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.

Las coordenadas de las unidades de muestreo se distribuyeron en un plano y posteriormente en campo, con el apoyo del plano obtenido 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.

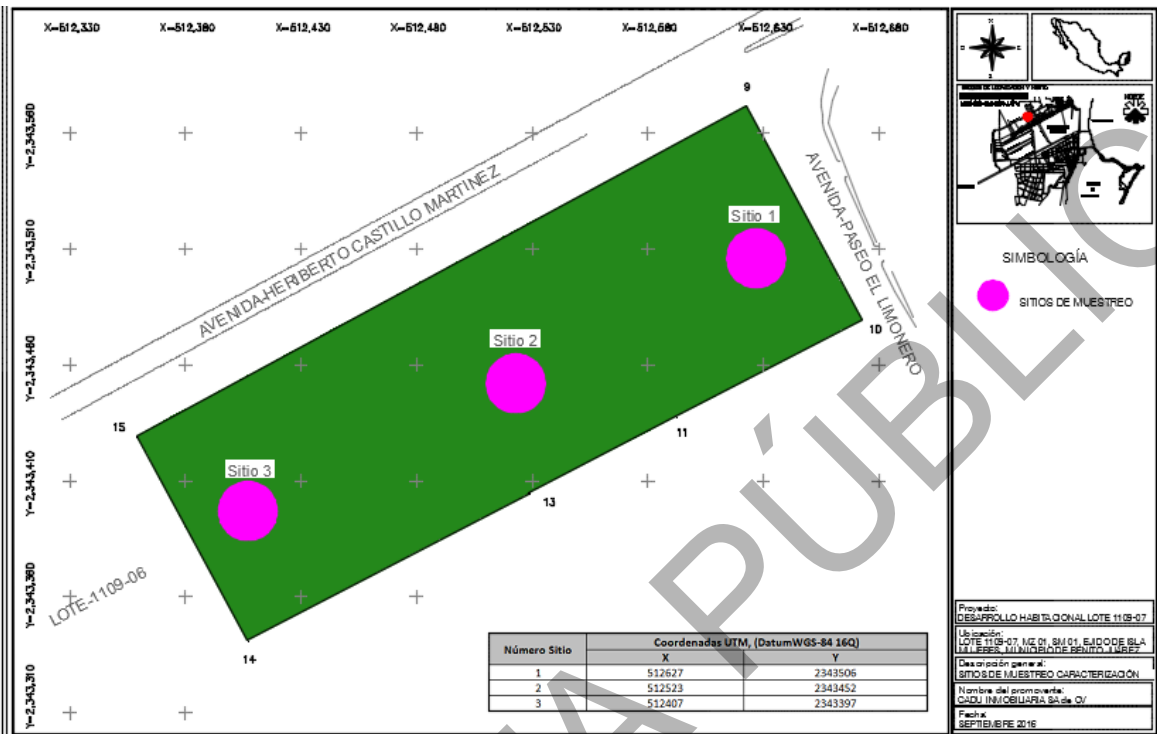
#### VI.1.1 Diseño de muestreo utilizado.

La poligonal que delimita el área propuesta para el desarrollo del proyecto, se optó por utilizar un diseño de muestreo sistemático, lo anterior con el objeto de obtener datos representativos de las áreas solicitadas en donde se pretende remover la vegetación forestal. La generación de las unidades de muestreo se determinó con base en los siguientes parámetros:

<i>Variable:</i>	VSA/SMQ
<i>Tipo de unidad:</i>	Sitio circular
<i>Tamaño de la unidad de muestreo:</i>	500m <sup>2</sup>
<i>Radio de la unidad de muestreo:</i>	12.6 m y 5.64m
<i>Intensidad de muestreo:</i>	4.8%
<i>Número de unidades de muestreo:</i>	3



Para el levantamiento forestal se utilizó un diseño de muestreo sistemático como queda esquematizado en la siguiente Figura 26.



**Figura 26. Distribución de las unidades de muestreo en el predio para obtener el Volumen Total Árbol (VTA).**

### VI.1.2 Esquema de muestreo.

Para llevar un buen registro y control de los individuos se propuso a marcar los arboles con marcador permanente y pintura en aerosol y posteriormente capturar los datos en una libreta de campo.

Para la cuantificación de los individuos se emplearon unidades de muestreo circulares, cada unidad consistió de 500 m<sup>2</sup>, (12.6 m de radio). En el círculo de 500 m<sup>2</sup>, se llevó a cabo el muestreo de todos los individuos arbóreos enraizados con diámetro del tallo o fuste medidos a 1.30 metros del suelo (DAP) mayor a 10 cm. En la unidad de 100 m<sup>2</sup>, se realizó el muestreo de todos los individuos arbustivos de 3 a 9.9 cm de diámetro. El registro de los individuos se obtuvo sin importar si se encontraban deformes, torcidos o inclinados, se tomó la altura total hasta el ápice de los individuos.

### VI.1.3 Intensidad de muestreo.

Las 3 unidades de muestreo de que se establecieron dentro del predio donde se pretende el proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07", se obtuvo una superficie total de muestreo

de 1,500 m<sup>2</sup> que representa el 4.8% 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(%) = Intensidad de muestreo (%).

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

Para las unidades de 500 m<sup>2</sup>:

$$IM (%) = \frac{1,500}{30,825.18} * 100 = 4.8\%$$

Dónde:

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

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

**Cuadro 39. Coordenadas en UTM de los sitios de muestreo empleados durante el levantamiento de datos en campo. Datum WGS-84 México.**

Número Sitio	Coordenadas UTM, (Datum WGS-84 16Q)	
	X	Y
1	512627	2343506
2	512523	2343452
3	512407	2343397

Una vez localizado en campo cada sitio de muestreo con ayuda de un GPS Marca Garmin GPSMAP 60CSx, se marcó el centro con cinta flagin y se determinó el borde de exterior de los círculos concéntricos o perímetro empleando una cuerda marcada.

#### 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.1.4 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:

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

Dónde:

AB = Área basal (m<sup>2</sup>).

DN = Diámetro normal (m).

DN = Diámetro a la altura del pecho (m<sup>2</sup>)

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

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

El cálculo del Volumen Total Árbol (VTA), se realizó en base los resultados del Inventario Nacional Forestal de 1960. Para determinar el Volumen Total de los Arboles existentes por hectárea y en la superficie del proyecto para el cambio de uso de suelo propuesto, se utilizaron las ecuaciones de volúmenes para 13 grupos de especies 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 40.

#### Modelos matemáticos para estimar Volumen Total Árbol (VTA):

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

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

Dónde:

Exp= base de los logaritmos neperianos.

Log= logaritmo natural.

**Cuadro 40. Ecuaciones utilizadas para volúmenes con corteza (Vcc), en m<sup>3</sup> para las especies localizadas en el predio.**

GRUPO	ECUACIÓN	NOMBRE CIENTÍFICO
V. Chacah	$V_{CC} = e^{[9.88284891+1.92178549LN(D)+1.04714889LN(A)]}$	<i>Bursera simaruba</i>
VIII. Chechem	$V_{CC} = e^{[8.81312542+1.56449274LN(D)+1.08361129LN(A)]}$	<i>Metopium brownei</i>
X. Tzalam Granadillo Katalox	$V_{CC} = e^{[9.56438150+1.82330416LN(D)+1.01741981LN(A)]}$	<i>Lysiloma latisiliquum</i> <i>Platymiscium yucatanum</i> <i>Swartzia cubensis</i>
XI. Akits	$V_{CC} = e^{[9.52774573+1.76329569LN(D)+1.08168791LN(A)]}$	<i>Cascabelagaumeri</i>

XIII. Otras	$V_{CC} = e^{9.41737421+1.76385327LN(D)+1.04067809LN(A)}$	<i>Ficus cotinifolia</i> <i>Ficus maxima</i> <i>Coccoloba spicata</i> <i>Drypetes lateriflora</i> <i>Cecropia peltata</i> <i>Piscidia piscipula</i> <i>Ficus pertusa</i> <i>Lonchocarpus rugosus</i> <i>Swartzia cubensis</i> <i>Hampea trilobata</i> <i>Dendropanax arboreus</i> <i>Ficus obtusifolia</i> <i>Diospyros tetrasperma</i> <i>Guettarda combsii</i> <i>Neea psychotrioides</i> <i>Diphysa yucatanesis</i> <i>Exothea diphylla</i> <i>Vitex gaumeri</i> <i>Casimiroa tetrameria</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 de 1.401 (Martin, 1988), que permite estimar el Volumen Total del Árbol, y para obtener el VFL, al VFT se multiplica por coeficiente mórfico (0.6), dicho factor se calculó para las especies registradas en el predio.

CONSULTA PÚBLICA

## VI.2 Cuantificación de la estimación del Volumen Total Árbol (VTA) por especie.

A continuación, en los cuadros siguientes 41 y 42, 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 desde los 5 cm DN.

Para el grupo arbóreo se estimó un Volumen Total Árbol (VTA) de 68.40m<sup>3</sup> con corteza por hectárea, el Volumen Total Árbol estimado que se puede encontrar en la superficie solicitada de cambio de uso de suelo en las 3.08 hectáreas es de 210.86 m<sup>3</sup> con corteza, las especies que contribuyen más en este volumen son las especies de *Lysiloma latisiliquum*, *Metopium brownei* y *Vitex gaumeri*.

**Cuadro 41. Concentrado del número total de individuos con DN ≥ 10 cm (IND/HA), área basal (AB/HA), Volumen Total Árbol m<sup>3</sup> (VTA) y por la superficie sujeta a CUSTF de las especies identificadas en el terreno forestal para el proyecto.**

Especie	Nombre común/clave	Por hectárea			Por 3.08 hectáreas		
		IND/HA	AB/HA (m <sup>2</sup> )	VTA/HA (m <sup>3</sup> )	IND/CUSTF	AB/CUSTF (m <sup>2</sup> )	VTA/CUSTF (m <sup>3</sup> )
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	7	0.052	0.399	21	0.161	1.230
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	40	0.401	2.637	123	1.237	8.130
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	120	1.677	16.372	370	5.169	50.468
<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	13	0.138	1.107	41	0.426	3.411
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	87	3.107	21.811	267	9.578	67.233
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	7	0.069	0.496	21	0.213	1.530
<i>Ficus cotinifolia</i>	Álamo	27	0.396	2.777	82	1.221	8.560
<i>Coccoloba spicata</i>	Boob	7	0.054	0.449	21	0.168	1.384
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sacchaca	7	0.093	0.758	21	0.286	2.338
<i>Diospyros tetrasperma</i>	Siliil	7	0.060	0.488	21	0.185	1.506
<i>Diphysa yucatanesis</i>	Ts'u'ts'uk	7	0.067	0.476	21	0.206	1.467
<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	7	0.106	0.482	21	0.325	1.486
<i>Ficus obtusifolia</i>	Sak'awaj	20	0.331	2.271	62	1.020	6.999
<i>Ficus pertusa</i>	Ju'um ch'iich'	40	0.576	4.652	123	1.777	14.339
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	13	0.395	3.352	41	1.217	10.332
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	13	0.123	0.976	41	0.381	3.007
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	7	0.069	0.523	21	0.213	1.611
<i>Hampea trilobata</i>	Majagua	7	0.073	0.447	21	0.225	1.378
<i>Exothea diphylla</i>	Wayancox	7	0.107	0.768	21	0.330	2.366

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnic	53	0.869	6.818	164	2.679	21.015
<i>Casimiroa tetrameria</i>	Yuy	7	0.060	0.348	21	0.185	1.073
<b>Total</b>		<b>500</b>	<b>8.825</b>	<b>68.406</b>	<b>1,541</b>	<b>27.203</b>	<b>210.863</b>

Asimismo, para el grupo arbustivo se estimó un Volumen Total de 4.76m<sup>3</sup> con corteza por hectárea, el Volumen Total Árbol estimado que se puede encontrar en la superficie solicitada de cambio de uso de suelo en las 3.08 hectáreas es de 105.49 m<sup>3</sup> con corteza, las especies que contribuyen más en este volumen son las especies de *Metopium brownei*, *Bursera simaruba* y *Lonchocarpus rugosus*.

**Cuadro 42. Concentrado del número total de individuos arbustivos con DN desde 5 cm y hasta 9.9 cm (IND/HA), área basal (AB/HA), 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/clave	Por hectárea			Por 3.08 hectáreas		
		IND/HA	AB/HA (m2)	VTA/HA (m3)	IND/CUSTF	AB/CUSTF (m2)	VTA/CUSTF (m3)
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	67	0.309	2.198	206	0.954	6.777
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	333	1.276	7.795	1028	3.932	24.030
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	267	0.983	9.420	822	3.029	29.036
<i>Ficus maxima</i>	Akum	33	0.222	1.655	103	0.683	5.103
<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	33	0.111	0.781	103	0.341	2.406
<i>Coccoloba spicata</i>	Boob	33	0.082	0.556	103	0.253	1.713
<i>Dendropanax arboreus</i>	Saccchaca	67	0.239	1.672	206	0.737	5.153
<i>Diospyros tetrasperma</i>	Siliil	33	0.074	0.504	103	0.227	1.554
<i>Diphysa yucatanesis</i>	Ts'u'ts'uk	67	0.236	1.276	206	0.726	3.932
<i>Ficus pertusa</i>	Ju'um ch'iich'	67	0.330	2.144	206	1.018	6.608
<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	33	0.071	0.449	103	0.218	1.383
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	67	0.349	3.013	206	1.075	9.288
<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	33	0.104	0.575	103	0.320	1.772
<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi	67	0.383	2.185	206	1.179	6.737
<b>Total</b>		<b>1,200</b>	<b>4.767</b>	<b>34.222</b>	<b>3,699</b>	<b>14.693</b>	<b>105.491</b>

Para este estudio se estimó un Volumen Total Árbol (VTA) de 102m<sup>3</sup>/ha con individuos medidos desde los 5 cm de diámetro. El Volumen Total Árbol estimado que se pudiera encontrar en la superficie solicitada de cambio de uso de suelo en las 3.08 hectáreas es de aproximadamente 316.3 m<sup>3</sup> con corteza, las especies que contribuyen más en este volumen son las especies de *Lysiloma latisiliquum*, *Bursera simaruba*, *Metopium brownei*, *Vitex gaumeri* y *Lonchocarpus rugosus*.



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

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

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

De acuerdo con el programa de obra del proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07" para el cambio de uso de suelo del terreno forestal, se requiere de un plazo de 24 meses para cumplir con las actividades implicadas en la fase de preparación del sitio para este proyecto. Este plazo se solicita de acuerdo con las expectativas del promovente, para el desarrollo y conclusión de la primera etapa de este proyecto que consiste en las actividades de cambio de uso de suelo, las cuales se llevarán a cabo de manera secuencial entre ellas.

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

Luego de la obtención de los permisos y autorizaciones correspondientes se dará inicio a las labores de cambio de uso del suelo de acuerdo con el siguiente programa de trabajo. Para la ejecución del cambio de uso de suelo en la etapa de preparación del sitio se consideran las siguientes actividades relacionadas con la remoción de la vegetación, las cuales se pretenden ajustar en tiempo conforme a los requerimientos y avances del proyecto de obra. Por lo que dentro de las actividades más relevantes se tiene lo siguiente:

#### 1.- Trazo topográfico para la delimitación del predio.

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

#### 2.- Trazo y delimitación física de las áreas de desmonte.

Esta actividad la realizará una cuadrilla de topografía. Se realizará la delimitación topográfica de la superficie autorizada, delimitando y colocando marcas visibles en las respectivas áreas de desmonte y despalme, con la utilización de estacas de 1.5 m a 1.80 m de alto pintadas de color llamativo (rojo o naranja), para garantizar que los trabajos de desmonte y despalme no excedan lo establecido en el proyecto. En cada frente de trabajo se delimitarán las áreas propuestas de desmonte y las áreas verdes correspondientes.

**Cuadro 43. Programa de trabajo para la implementación del cambio de uso del suelo del terreno forestal para el proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07.**

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

### 3.- Acondicionamiento del vivero.

El vivero será temporal por lo cual se considera de construcción rústica y no contará con ningún tipo de infraestructura permanente. En caso necesario, se aprovechará el dosel de los árboles para proporcionar sombra a los ejemplares rescatados por lo que únicamente se realizará una limpieza de la zona retirando ramas y vegetación herbácea que impidan la colocación y formación de las platabandas donde serán colocadas las plantas rescatadas sobre el terreno.

Se ha considerado su ubicación en un sitio de aproximadamente 500 m<sup>2</sup> con disponibilidad de agua dentro del predio, lo que permitirá realizar el riego adecuado de todos los ejemplares a través de la utilización de un tinaco, no enterrado, de tipo Rotoplas de 5,000 litros que será abastecido a través de pipas de agua.

Para mantener la humedad del suelo en la base de las plantas, se realizarán riegos abundantes durante los primeros cuatro días dejando de regar el quinto día. Posteriormente se realizarán riegos cada tercer día según el clima prevaleciente, procurando que la tierra se mantenga siempre húmeda desde la superficie hasta por lo menos 15 cm al fondo, pero con el cuidado que no sea excesivo para evitar que la raíz de las plantas se pudra o que se infeste con hongos.

A fin de contar con tierra vegetal como insumo para las plantas que serán rescatadas, se llevará a cabo la recuperación manual de tierra al interior de las áreas que serán aprovechadas utilizando para ello palas, picos, cubetas de plástico y un cernidor de metal, con la participación de una cuadrilla de tres trabajadores por espacio de una semana. Se estima la recuperación de aproximadamente 45 m<sup>3</sup> de tierra para el área de vivero.

### 4.- Rescate de vegetación.

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

### 5.- Rescate y ahuyentamiento de fauna.

Un aspecto importante antes de realizar las actividades de desmonte y despalme es implementar el Programa de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna. Dicho programa se presenta en la sección de anexos, en el cual se describen todas las actividades y metodologías a utilizar para llevarlo a cabo. Durante todo el periodo en el que se realice esta actividad, un especialista en manejo de fauna recorrerá las áreas previas al desmonte, con la finalidad de efectuar el

rescate de la fauna silvestre de poca movilidad y los cuales deben ser trasladados a las áreas que aún conserven vegetación. Considerando las condiciones del predio, no se espera que exista un número significativo de organismos a ser reubicados. Esta aseveración se base en el hecho de que las 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 hacia los predios aledaños.

#### **6.- 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 volumen del material triturado solo será una parte del volumen total árbol estimado que se pudiera encontrar en la superficie solicitada de cambio de uso de suelo al interior del predio y en función de los requerimientos del proyecto para cubrir las áreas verdes que resulten afectado.

#### **7.- 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.

#### **8.- 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. Con el uso de motosierras y una trituradora se procederá al picado y trituración del material vegetal leñoso producto del desmote a fin de obtener mulch.

#### **9.- 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.

## 10.- 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 de manera general en las áreas verdes que propone el proyecto.

## 11.- Mantenimiento, seguimiento y bitácoras.

Durante el desarrollo de todas las actividades se deberá mantener limpio de desechos el frente de trabajo. Así como todas las instalaciones que requiera el proyecto. Además de que todos los desechos que sean generados deberán ser trasladados al sitio que indique la autoridad competente. En este caso, se debe considerar que una parte de los residuos de origen vegetal deben ser triturados e integrados por medio de compostas al sustrato. Además de que se debe fomentar el reciclaje de aquellos productos como son plásticos, pedacería de metales, papel, cartón, producto de los trabajadores. Por lo tanto y de acuerdo con el programa de trabajo de este proyecto se concluye que las actividades preliminares para la remoción de la vegetación en su conjunto se pretenden ejecutar de manera escalonada y gradual, antes del inicio de la obra, y luego de obtener todos los permisos y autorizaciones, para llevar a cabo el cambio de uso del suelo en el terreno forestal que incluye un periodo de 24 meses para la remoción de la vegetación y el cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas.

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

Las obras y actividades provisionales previstas en el proyecto son:

- Instalación de servicios sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores.
- Construcción de una bodega de obra, la cual será edificada a base de estructuras de madera y lámina negra de cartón, y será destinada al almacenamiento de herramientas y materiales de construcción que requieren de protección ante las inclemencias del tiempo, asimismo, servirá como dormitorio del velador contratado para el cuidado de estos recursos, esta instalación se realizará dentro de la superficie sujeta a cambio de uso de suelo.
- Colocación de contenedores de residuos sólidos rotulados, distribuidos uniformemente en las diferentes áreas de trabajo.
- Se implementará un área (vivero provisional), destinada a la estancia temporal de las plantas que sean rescatadas previo a su trasplante.
- Colocación de un tinaco de plástico para almacenamiento del agua de riego en el vivero.

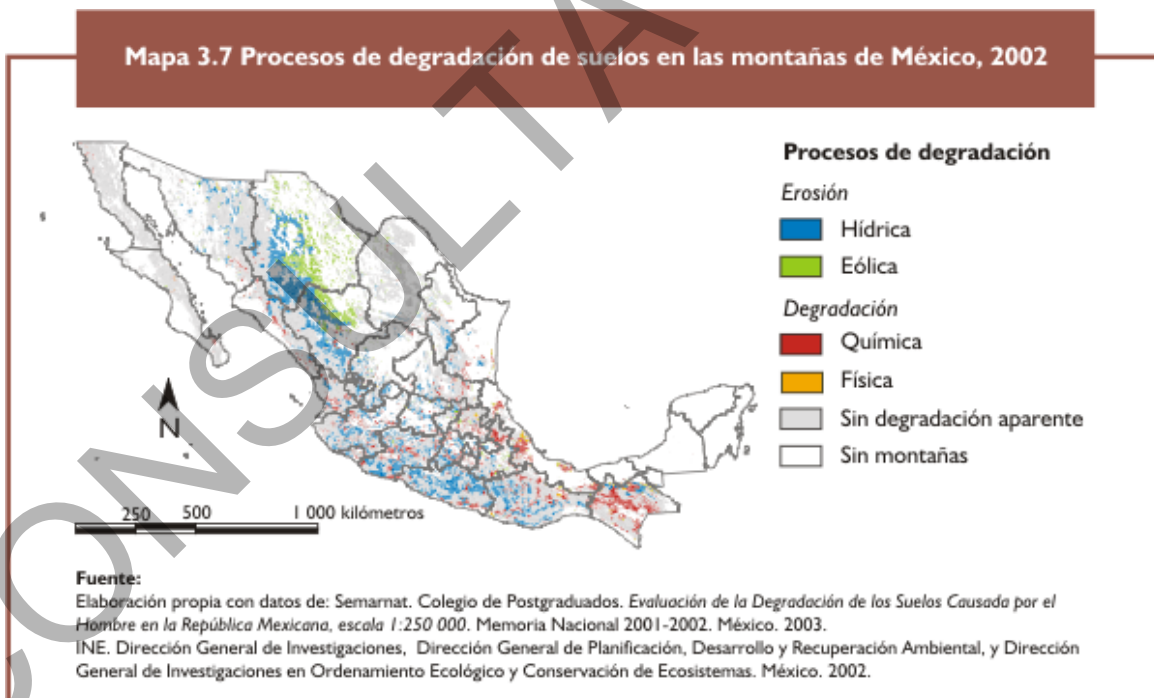
Todas estas obras y actividades provisionales del proyecto, serán retiradas al culminar la etapa de construcción del mismo y antes de su conclusión.

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

De acuerdo a la definición del artículo 2 Fracción XXXV del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable menciona Tierras frágiles;

*"Son aquellas 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 SEMARNAT en la Agenda 21, adoptada en la Cumbre de la Tierra de 1992, reconoce dos ecosistemas como sumamente frágiles. Se trata de las zonas secas y las de montaña. (SEMARNAT [http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/estadisticas\\_2000/informe\\_2000/03\\_Suelos/3.3\\_Fragiles/index.shtml](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/estadisticas_2000/informe_2000/03_Suelos/3.3_Fragiles/index.shtml)). Por otra parte también menciona que las montañas el 32% de las superficies presentan degradación ligera y moderada. Cerca del 67% de la erosión hídrica que ocurre en el país se presenta en las montañas (Mapa 3.7). Con respecto a la superficie de suelos degradados en las montañas, el 17% corresponde a erosión hídrica (con pérdida de suelo superficial, 15%; y con formación de cárcavas, 2%, el 12% a la degradación química y el 4% a la erosión eólica ([http://appl.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_04/03\\_suelos/cap3](http://appl.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/03_suelos/cap3)). La Península de Yucatán y en particular Quintana Roo se observa sin montañas y en consecuencia sin degradación.



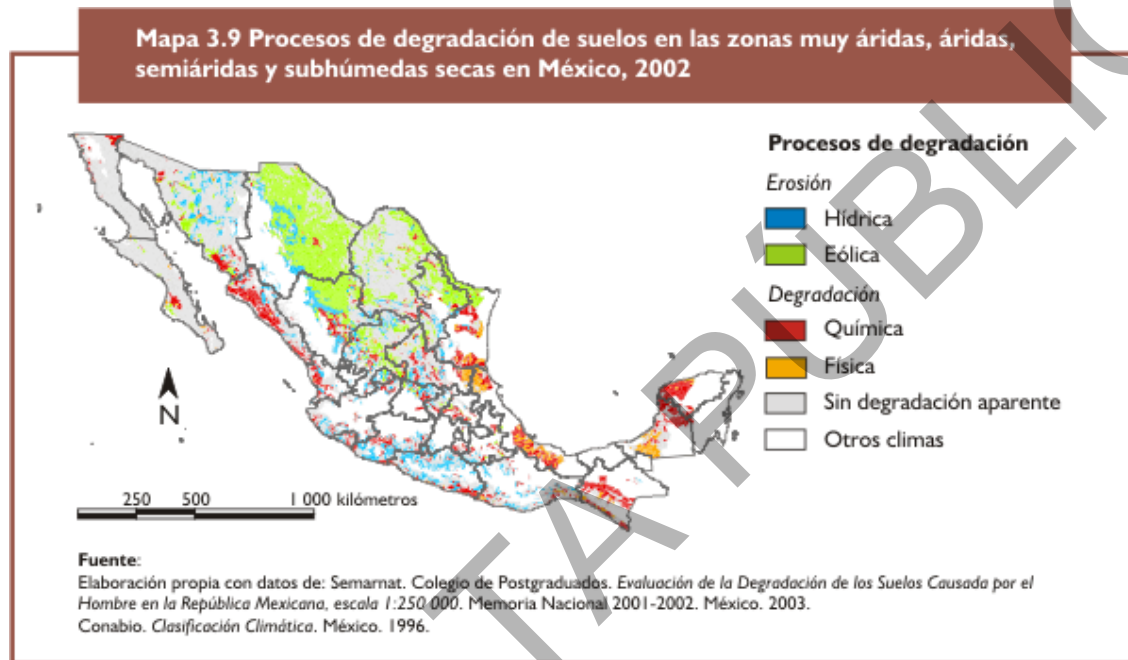
**Figura 27. Mapa de los procesos de degradación de suelos en las montañas de México.**

Así mismo de acuerdo a la página de SEMARNAT (informe 2008) en el capítulo de *suelos*, "tierras frágiles: el problema de la desertificación" mencionan que, *En México, el concepto de*



desertificación se ha ampliado hacia todos los ecosistemas, debido a que la degradación de la tierra no está restringida a las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas".

Sin embargo, se considera que éstas son las más vulnerables a la desertificación (Conaza-Sedesol, 1994). De esta manera puede decirse que las tierras frágiles están directamente ligadas a la degradación o a la erosión de los suelos. Para el caso de la Península de Yucatán se reporta degradación química en Yucatán y Campeche o Chiapas, pero no para Quintana Roo.



**Figura 28. Mapa de los procesos de degradación de suelos en las zonas áridas, muy áridas, semiáridas y subhúmedas secas en México.**

El escenario ambiental natural donde se plantea el proyecto, se considera en términos generales como el de un medio natural perturbado en cuanto a sus características biológicas, topográficas y paisajísticas, por los que los impactos ambientales son considerados en estos aspectos como mínimos y con un grado de mitigación y compensación algunos autónomos y otros con la ayuda del promovente del proyecto.

Además, que se considera que el sitio donde se ubica el predio, es un medio natural ya alterado y asociado a que la vocación para el uso del suelo está destinada para el fin que se persigue.

En la actualidad el predio se encuentra cubierto de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, presentando sus tres estratos, con una densidad de plantas por hectárea (arriba de las 473/ind/ha en su estrato arbóreo y 4,267/ind/ha en su estrato arbustivo), en el área del predio se presenta una capa de materia orgánica que cubre el suelo y el área en cuestión corresponde a una topografía plana, con suelos de tipo, Litosol y Rendzina, los cuales se caracterizan por estar poco desarrollados, con profundidades que rara vez sobrepasan los 10 cm y con una gran cantidad de rocas, siendo que en ocasiones prácticamente es la roca madre

la que está expuesta, además de que no se tienen escurrimientos que propicien el lavado de los suelos; por lo tanto no sería objeto de erosión.

A consecuencia de lo anterior a continuación se presenta el cálculo obtenido en el predio basado en la metodología de 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:

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

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

Aunado a lo anterior, para determinar el Índice de Riesgo de Erosión Actual (IREA), se calcula interpolando el índice de cubierta vegetal con el índice de riesgo de erosión potencial (cuadro 44) de la manera siguiente:

**Cuadro 44. 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 Benito Juárez de acuerdo a la clasificación climática de Koopen con una precipitación media anual para la zona de 1,012.87 mm, el sitio del proyecto presenta un valor de erosividad de 216 correspondiente a un Índice de Erosividad (FI) de Clase 5. (La precipitación es obtenida del DTU-A en apartado de climas Capítulo V).

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 X 2 X 1), lo que significa un riesgo potencial de erosión moderado (IREP = 2).

Aunado al resultado anterior, dentro del predio en estudio no existen tierras frágiles, lo anterior en base a que el predio se encuentra cubierto por vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia representada por sus tres estratos; arbóreo, arbustivo y herbáceo.

Asimismo se ha podido determinar que las tierras donde se realizara el proyecto no están catalogadas como zonas frágiles, en vista de que si se va eliminar la vegetación, sin embargo no existe una degradación hídrica o eólica y no presentan pendientes, ni condiciones climáticas

extremas (precipitación escasa y variable, temperaturas elevadas o muy bajas), y sus suelos son altamente permeables (lo anterior en base al plano temático de tipos de suelo de INEGI, que se presenta en el DTU-A y que se presenta al final de este apartado en donde se establece que el suelo corresponde a Litosoles y rendzina, cuya característica corresponde a suelo poco profundos.

Tal como se mencionó en otros capítulos se pretende realizar un programa de reforestación con las plantas producto del rescate en las áreas destinadas como áreas verdes, por lo que el proyecto mantendrá como mínimo el 10.71 % de la superficie del predio como áreas verdes (0.33has) la cual se enriquecerá y restaurará con especies producto del rescate.

De acuerdo a lo establecido en los ordenamientos tanto ecológico como del PDU en los cuales se indican las políticas de carácter ambiental y urbanísticas, el proyecto se ha diseñado cumpliendo con dichas disposiciones.

Debido a que el terreno es sensiblemente plano (menos del 2% de pendientes) el riesgo de erosión es prácticamente nulo, mientras que las áreas de aprovechamiento tanto en el cambio de uso del suelo, destinadas al proyecto serán trabajadas por etapas, lo que evitará un riesgo de erosión.

Con lo que respecta a la posible erosión del suelo (remoción del material superficial por acción del viento o del agua de lluvia no infiltrada que escurre superficialmente, el proyecto de instalación implica la modificación de la cubierta del suelo, para ser cubierta con otros tipos de materiales, por lo que se perderá su capacidad productiva, debido a esto, y a que la pendiente en la zona es menor a 1% la eliminación de la capa vegetal y la alteración del suelo no influirá en la pérdida del mismo que pudiera afectar a los predios aledaños o alguna zona baja que se pudiera presentar.

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

Medida 1. Se deberán respetar en todo momento las áreas aledañas al proyecto que no estén sujetas al cambio de uso del suelo de terrenos forestales, restringiendo toda actividad a la superficie que ocupará el desarrollo del proyecto y que son motivo del presente estudio para el Cambio de Uso en Terrenos Forestales.

Medida 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 el predio o fuera del mismo.

Medida 3. 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 (triturado del material vegetal).

Medida 4. 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.

Medida 5. 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.

Medida 6. 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.

Medida 7. Se deberán implementar atajos para facilitar el desplazamiento de la fauna silvestre a lo largo de las áreas de conservación, ya que algunas poblaciones, principalmente de vertebrados, requieren de una gran cantidad de hábitat para sobrevivir.

Medida 8. Que como parte de las medidas de mitigación que se proponen, se mantendrá un programa de limpieza periódica del sitio del proyecto.

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

Por lo tanto y de acuerdo con la perspectiva planteada en los instrumentos de planeación ambiental aplicables en el sitio, en este estudio se demuestra que la remoción de la vegetación en una superficie de 3.08 hectáreas para el desplante de este proyecto, permitirá la continuidad de los procesos de desarrollo de la vegetación, por lo que se considera que el proyecto no compromete la biodiversidad, no se provoca la erosión de los suelos, no se provoca el deterioro de la calidad del agua ni la disminución en su captación.

En la Figura 29, se representa la distribución espacial de la superficie que ocupan las áreas verdes del proyecto, que conjunto suman 0.33 has que representan el 10.71% de la superficie total del predio.

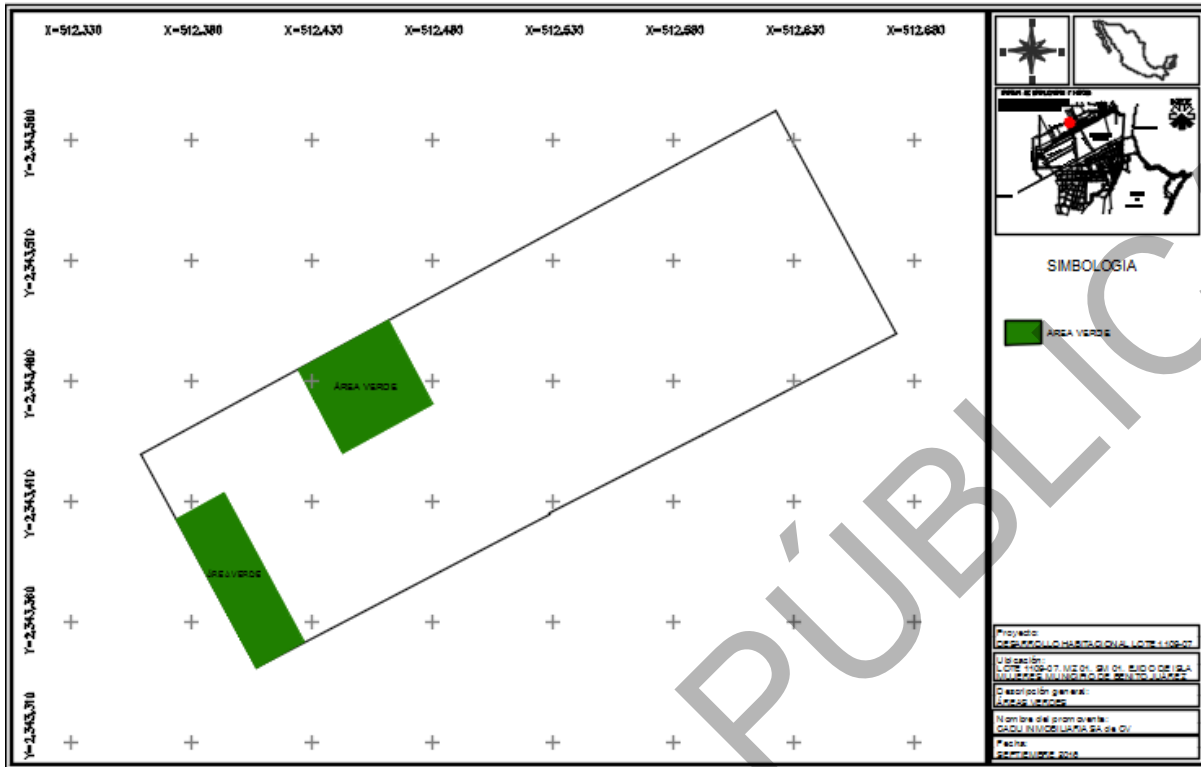


Figura 29. En color verde se representan las áreas verdes de uso común se enriquecerá y restaurará con especies procedentes del rescate.



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

La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente (LGEEPA Art. 28).

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

Este capítulo tiene como objetivo identificar, describir y evaluar los impactos ambientales producto de la implementación del cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07" sobre los servicios ambientales, que le permitan a la autoridad dictaminar el presente Documento Técnico Unificado en materia de impacto ambiental y forestal.

### IX. 1. Identificación de Impactos.

Los métodos y técnicas para la identificación de los impactos ambientales están destinados a medir tanto los impactos directos, que involucran pérdida parcial o total de un recurso o el deterioro de una variable ambiental, como la acumulación de impactos ambientales y la inducción de riesgos potenciales. Como es sabido, el análisis de los impactos incluye variables socioeconómicas, culturales, históricas, ecológicas, físicas, químicas y visuales, en la medida que ellas se generen en el territorio afectado por la acción y que representen las alteraciones ambientales prioritarias derivadas de una acción humana (Espinoza, 2001).

Por lo anterior, para la identificación de los impactos ambientales que serán generados por la implementación del presente proyecto, se implementó una metodología a través de la cual se pueden estimar los impactos provocados por la ejecución del proyecto y reducir la subjetividad en la detección y valoración de los mismos, la cual consiste en los siguientes pasos:

- Identificación de las **acciones del proyecto susceptibles de producir impactos**, las cuales se derivan de las obras y actividades que componen el proyecto;
- Identificación de los **factores ambientales y servicios ambientales susceptibles de recibir impactos** por parte de las acciones que componen el proyecto;

- **Identificación de los impactos ambientales** a través de listas de chequeo y matrices de interacción.

#### IX.1.1. Acciones del proyecto susceptibles de producir impactos.

Para efectos de la evaluación del impacto ambiental se entiende por acción a la parte activa que interviene en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental (Gómez-Orea, 2002), y para lo cual es clave la descripción de las obras y actividades del proyecto. Dado que el proyecto pretende llevar a cabo obras y actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07", las acciones del proyecto susceptibles de producir impactos se presentan en el Cuadro 45.

**Cuadro 45. Acciones del proyecto susceptible de producir impactos sobre el ambiente durante las actividades de CUSTF.**

ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDADES	CÓDIGO
CUSTF	Trazo y delimitación	1
	Acondicionamiento Vivero Provisional	2
	Rescate y Reubicación de Especies de la Vegetación Forestal	3
	Rescate y/o Ahuyentamiento de Fauna	4
	Desmonte y Despalle	5
	Clasificación y reutilización de material de desmonte	6
	Disposición de residuos vegetales	7
	Nivelación y compactación	8
	Acondicionamiento de las Áreas Verdes Comunes Abiertas	9
	Reforestación y Reubicación de plantas nativas	10
	Operación de Maquinaria	11
	Presencia de Trabajadores	12

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

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

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

- **Natural:** Los elementos físicos, químicos y biológicos que se presentan en un tiempo y espacio determinado sin la inducción del hombre (LGEEPA, Art. 3 Fracción XV).
- **Medio Conceptual:** El patrimonio paisajístico caracterizado por las unidades singulares de valor especial, que corresponden a atributos estéticos, o rasgos singularmente atractivos.

- **Medio Socio-económico:** Sistema constituido por las estructuras y condiciones sociales, histórico-culturales y económicas en general de las comunidades humanas o población que se localizan en el sitio del proyecto.

Por su parte, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable define a los servicios ambientales como los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros (Art. 7 Fracción XXXVII).

En el Cuadro 46, se presentan los factores ambientales del entorno susceptibles de recibir impactos identificados para el proyecto.

**Cuadro 46. Factores y servicios ambientales susceptibles de recibir impactos.**

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

### IX.1.3 Metodología para la Identificación de Impactos Ambientales.

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

En la literatura especializada se registran numerosas propuestas, algunas muy simples y otras sumamente estructuradas para la identificación de impactos. La metodología usada para

realizar la identificación y evaluación de los impactos ambientales producto de la construcción del presente proyecto, se basó en el documento denominado "Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental" (Espinoza, 2001), y fue a través Matrices de Interacción.

Las matrices son métodos cualitativos que permiten evaluar las relaciones directas causa-efecto y el grado de interacción que puede existir entre las acciones de un proyecto y los componentes ambientales involucrados en el mismo. Las matrices de interacción son herramientas valiosas para la evaluación de impacto ambiental, ya que permiten no sólo identificar y evaluar los impactos producidos por un proyecto, sino valorar cualitativamente varias alternativas de un mismo proyecto y determinar las necesidades de la información para la evaluación y la organización de la misma.

#### **IX.1.4 Identificación de Impactos.**

En la matriz de interacción de impactos ambientales (Cuadro 47), puede observarse que, del total de interacciones, 28 corresponden a impactos negativos (-), y 12 a impactos positivos (+).

La operación de maquinaria (11) y la presencia de trabajadores (12), a pesar de no ser actividades propias del cambio de uso de suelo en terrenos forestales del sitio del proyecto, forman parte integral de diversas actividades al requerir personal y maquinaria para poder ser ejecutadas.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

**Cuadro 47. Identificación de los impactos ambientales derivados de la implementación del CUSTF del proyecto.**

ETAPA	Medio		Medio Natural														Medio Conceptual		Medio Socio-Económico				TOTAL DE IMPACTOS NEGATIVOS	TOTAL DE IMPACTOS POSITIVOS	TOTAL DE IMPACTOS ACTIVIDAD									
	Factor Ambiental / Servicio Ambiental		Físico					Biológico									Servicios Ambientales				Recursos Humanos					Economía								
			Aire	Suelo			Agua	Flora				Fauna					Captura de carbono	Generación de oxígeno	Amortiguamiento de fenómenos naturales	Modulación climática	Paisaje (Estética)	Naturalidad				Calidad de vida		Salud y seguridad	Empleo	Economía local				
				Calidad	Protección y Recuperación			Protección Biodiversidad				Fragmentación de hábitats	Diversidad y abundancia	Fragmentación de hábitats	MRC	RHC										RHS	EM				EL			
AI	S			AG		FL				FA							FH	CC	GO	FN	MRC	PC	NC	RHC				RHS	EM	EL				
Impacto		Generación Sólidos Suspendidos y Emisiones	Generación de malos olores	Remoción Capa Fértil (Despalme)	Recuperación de Suelo	Modificación Puntual de la Topografía	Contaminación	Alteración de la infiltración del Acuífero	Contaminación	Eliminación de vegetación	Rescate de Vegetación	Eliminación Flora exótica o invasora	Recuperación de áreas con vegetación	Ahuyentamiento de Fauna	Pérdida de Individuos /Reducción Hábitat	Recuperación de Hábitat	Proliferación Fauna Nociva	Fragmentación de hábitats	Disminución en la captura de Carbono	Disminución en la generación de Oxígeno	Disminución en el amortiguamiento de fenómenos naturales	Disminución en la modulación climática	Dispersión residuos	Contemplación de áreas si vegetación y maquinaria	Prestaciones de Ley	Afectación por niveles sonoros	Movilidad Urbana	Transmisión de enfermedades y fauna nociva	Empleos Temporales	Reactivación				
1	Trazo y delimitación									(-)																						1	0	1
2	Acondicionamiento vivero																															0	2	2
3	Rescate de vegetación									(+)																						0	1	1
4	Ahuyentamiento de fauna																															0	1	1
5	Desmonte y despalme		(-)		(-)			(-)	(-)						(-)			(-)	(-)	(-)	(-)	(-)		(-)			(-)				12	0	12	
6	Clasificación y Reutilización					(+)																										0	1	1
7	Disposición residuos vegetales								(-)																							1	0	1
8	Nivelación y compactación		(-)				(-)																									2	0	2
9	Acondicionamiento Área Verde										(+)																					0	1	1
10	Reforestación plantas nativas					(+)						(+)			(+)																	0	3	3
11	Operación de Maquinaria		(-)				(-)	(-)				(-)												(-)		(-)						6	0	6
12	Presencia de Trabajadores			(-)			(-)	(-)						(-)									(-)		(+)		(-)	(+)	(+)			6	3	9
<b>IMPACTOS NEGATIVOS</b>		3	1	1	-	1	2	1	2	3	-	-	-	1	1	-	1	1	1	1	1	1	2	-	1	1	1	-	-					
<b>TOTAL DE IMPACTOS NEGATIVOS</b>		4				4			3						4					4			1	2			3				28			
<b>IMPACTOS POSITIVOS</b>		-	-	-	2	-	-	-	-	-	1	1	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2	1			
<b>TOTAL DE IMPACTOS POSITIVOS</b>		0			2				0						2					0			0	0			2			3		12		
<b>TOTAL DE IMPACTOS POR FACTOR</b>		4			6				3						6					4			1	2			5			3			40	

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

## IX.2. Caracterización de los impactos.

Una vez identificados los impactos potenciales que pueden producirse por la interacción de las actividades del proyecto sobre los factores ambientales, de acuerdo con la metodología seleccionada, corresponde la predicción de los impactos en función de las relaciones causa-efecto determinadas en la etapa de identificación (Cuadro 48).

**Cuadro 48. Descripción de los impactos potenciales derivados de la implementación del CUSTF del predio donde se lleva a cabo la construcción del proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07".**

ACTIVIDAD	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
<b>CALIDAD DEL AIRE</b>		
<b>Desmonte y Despalme</b>	<b>AI-5</b>	Durante las actividades de CUSTF (desmonte y despalme) de una superficie de 3.08 Has, se afectará temporalmente la calidad del aire por la generación de emisiones atmosféricas (sólidos suspendidos).
<b>Nivelación y Compactación</b>	<b>AI-8</b>	Durante las actividades de CUSTF (desmonte y despalme) de una superficie de 3.08 Has, se afectará temporalmente la calidad del aire por la generación de emisiones atmosféricas (sólidos suspendidos) por el movimiento de materiales pétreos (piedra, sascab, etc.).
<b>Operación de Maquinaria</b>	<b>AI-11</b>	Durante las actividades de desmonte y despalme de la superficie de CUSTF, se afectará temporalmente la calidad del aire por la generación de emisiones atmosféricas de combustión (ej. humos y gases de combustión por la operación de maquinaria pesada y vehículos que consumen gasolina o diesel para su funcionamiento) y ruido (operación de la maquinaria, equipo y tránsito vehicular). El aumento en los niveles sonoros se reflejará principalmente sobre la fauna y los trabajadores del proyecto durante los días y horas hábiles, así como, en los habitantes colindantes al sitio del proyecto.
<b>Presencia de Trabajadores</b>	<b>AI-12</b>	La disposición inadecuada de las aguas residuales sanitarias de los trabajadores de la construcción, derivada de la carencia de baños sanitarios portátiles suficientes y funcionales (buen estado, limpios y con un mantenimiento adecuado) y a la de falta de costumbre de los trabajadores en usarlos, puede afectar temporalmente la calidad del aire por la generación de malos olores.
<b>PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUELOS</b>		
<b>Desmonte y Despalme</b>	<b>S-5</b>	La calidad del suelo en las áreas sujetas a CUSTF, sufrirán afectación por la remoción de la vegetación (desmonte) y extracción y retiro de la capa fértil superficial (despalme).
<b>Clasificación y Reutilización Desmonte</b>	<b>S-6</b>	Una parte del material vegetal residual, como troncos, ramas, arbustos y hojas producto del desmonte del predio, será triturado y revuelto con la tierra negra del despalme para generar composta y ser utilizado en las áreas verdes del proyecto.
<b>Nivelación y Compactación</b>	<b>S-8</b>	Se afectará el suelo por excavaciones, relleno, nivelación y compactación, es decir, modificación puntual de la topografía (relieve).
<b>Reforestación Plantas Nativas</b>	<b>S-10</b>	La reforestación con plantas nativas generará que la calidad del suelo de las áreas verdes comunes abiertas, se mejoren considerablemente ya que las plantas rescatadas se trasplantarán en aquellos, evitando con ello la destrucción y erosión del suelo.
<b>Operación de</b>	<b>S-11</b>	Se contempla la contaminación del suelo por residuos peligrosos



**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: “Desarrollo Habitacional Lote 1109-07”**

ACTIVIDAD	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Maquinaria		derivada de posibles fugas de aceites, gasolina, aditivos, lubricantes, etc. Asimismo, por acciones de mantenimiento de la maquinaria y vehículos de transporte, son generados aceites, grasas y estopas que pueden afectar aún más la calidad del suelo.
Presencia de Trabajadores	S-12	Por la presencia de trabajadores en el sitio del proyecto, se generarán residuos sólidos orgánicos e inorgánicos provenientes principalmente del consumo de víveres del personal que labora en el sitio del proyecto los cuales estarán constituidos principalmente de restos de alimentos y su empaque (envolturas de celofán, plástico, cartón, recipientes), y bebidas (envases de cartón, cristal, aluminio, latas). El manejo inadecuado de la basura puede afectar de manera negativa la calidad del suelo por su dispersión. La defecación al aire libre en el área de trabajo y zonas aledañas al sitio del proyecto, se originaría por la carencia de baños sanitarios portátiles suficientes y funcionales (buen estado, limpios y con un mantenimiento adecuado) y a la de falta de costumbre de los trabajadores en usarlos. Dicho personal puede realizar sus necesidades fisiológicas al aire libre, afectando con esta acción a la calidad del suelo.
<b>PROVISIÓN DE AGUA EN CALIDAD Y CANTIDAD</b>		
Desmonte y Despalme	AG-5	La remoción de la vegetación inherente al cambio de uso de suelo forestal en una superficie de 3.08 Has, afectará la capacidad de captación de agua en la zona donde se ubica el predio de interés.
Operación de Maquinaria	AG-11	Se contempla la contaminación del suelo, y por filtraciones la contaminación del manto acuífero, derivado de posibles fugas de aceites, gasolina, aditivos, etc., asimismo, por acciones de mantenimiento de la maquinaria y vehículos de transporte, serán generados aceites, grasas y estopas que pueden afectar aún más la calidad del acuífero.
Presencia de Trabajadores	AG-12	La defecación al aire libre en el área de trabajo y zonas aledañas al sitio del proyecto, se originaría por la carencia de baños sanitarios portátiles suficientes y funcionales (buen estado, limpios y con un mantenimiento adecuado) y a la de falta de costumbre de los trabajadores en usarlos. Dicho personal puede realizar sus necesidades fisiológicas al aire libre, afectando con esta acción a la calidad del suelo, y por filtraciones la contaminación del manto acuífero.
<b>FLORA - PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD</b>		
Trazo y Delimitación	FL-1	Los trabajos de topografía y la apertura de brechas, afecta la vegetación presente en las mismas.
Rescate de Vegetación	FL-3	El proyecto “Desarrollo Habitacional Lote 1109-07”, previo a las actividades de CUSTF, implementará el Programa de Rescate y Reubicación de especies de la vegetación forestal, el cual tiene como fundamento legal el Artículo 123 Bis del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal sustentable.
Desmonte y Despalme	FL-5	En cuanto a los impactos sobre la biodiversidad, esta se verá impactada por la remoción de la vegetación de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo en terrenos forestales en una superficie de 3.08 Has. En este predio solo se registró la presencia de la palma chit <i>Thrinax radiata</i> incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección Ambiental Especies Nativas de México de Flora y Fauna

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

ACTIVIDAD	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
		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.
Disposición de residuos vegetales	FL-7	La disposición inadecuada de los residuos producto del desmonte de la vegetación, puede afectar la vegetación y biodiversidad de los predios colindantes.
Acondicionamiento o Área Verde	FL-9	Al término del CUSTF del proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07" de interés del presente DTU-A, se pretende mantener como áreas verdes y recreativas el 10.71% de la superficie total del predio (0.33 Has).
Reforestación Plantas Nativas	FL-10	La reforestación con plantas nativas pretende prevenir y mitigar los impactos ambientales generados por el desmonte de la vegetación de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo en terrenos forestales, así como, arborizar y ajardinar las áreas verdes del proyecto.
<b>CAPTURA DE CARBONO, CONTAMINANTES Y COMPONENTES NATURALES</b>		
Desmonte y Despalme	CC	Al igual que para la captación de agua, la captura de carbono se habrá de ver afectada y reducida, al remover la vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) presente en el sitio del proyecto, para dar lugar a las unidades habitacionales del proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07".
<b>GENERACIÓN DE OXÍGENO</b>		
Desmonte y Despalme	GO	Este servicio ambiental, al igual que la captura de carbono se habrá de ver afectado y reducido por la remoción de la vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) presente en el sitio del proyecto, para dar lugar a las unidades habitacionales del proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07".
<b>AMORTIGUAMIENTO DEL IMPACTO DE LOS FENÓMENOS NATURALES</b>		
Desmonte y Despalme	FN	Las zonas cubiertas de vegetación natural contribuyen a la disipación o pérdida de poder de los eventos meteorológicos que son comunes en la temporada de huracanes en el estado de Quintana Roo. La disminución de vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia afectará el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales en la zona.
<b>MODULACIÓN O REGULACIÓN CLIMÁTICA</b>		
Desmonte y Despalme	MRC	Los espacios que cuentan con una cobertura vegetal contribuyen de manera directa a la modulación o regulación climática. La disminución de vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia afectará el microclima del sitio del proyecto.
<b>FAUNA – PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD</b>		
Ahuyentamiento de Fauna	FA-4	El proyecto, previo a las actividades de cambio de uso de suelo, implementará un Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna, cuyo objetivo principal será minimizar los posibles impactos ambientales negativos hacia la fauna de vertebrados del predio donde se desarrollará el proyecto, con especial énfasis hacia los organismos de lento desplazamiento, crías en nidos o aquellos que ocupan hábitats muy particulares (cuevas y tronco huecos, principalmente) y especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 ( <i>Ctenosaura similis</i> ).
Desmonte y	FA-5	El desmonte y el despalme en el sitio del proyecto afectarán

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

ACTIVIDAD	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Despalme		principalmente el hábitat de la fauna, reduciéndolo para llevar a cabo la implementación del proyecto.
Reforestación Plantas Nativas	FA-10	La reforestación con plantas nativas, recuperará hábitat natural para la fauna presente en el predio. Al término del CUSTF del proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07" de interés del presente DTU-A, se pretende mantener como áreas verdes y recreativas el 10.71% de la superficie total del predio (0.33 Has).
Operación de Maquinaria	FA-11	La operación de la maquinaria en las actividades de trazo, nivelación y compactación, afectarán de manera negativa a la fauna, ya que será ahuyentada debido a los altos niveles sonoros.
Presencia de Trabajadores	FA-12	Por la mala disposición final de la basura orgánica e inorgánica, se puede generar la proliferación de fauna nociva (ratas) y feral (perros callejeros). Esto no solo representa una peligrosidad de los animales hacia los trabajadores del proyecto y predios colindantes, sino en la posibilidad de transmisión de enfermedades. La fauna nativa puede ser desplazada por la fauna feral, o en su defecto, por consumo de residuos sólidos se puede provocar mortandad.
<b>FAUNA – FRAGMENTACIÓN DE HÁBITATS</b>		
Desmonte y Despalme	FH-5	Fenómenos como urbanización, industrialización y crecimiento poblacional han sido los principales responsables por la disminución del número de especies del planeta y sus hábitats. La modificación de un suelo por efectos del aislamiento y fragmentación, dificulta las posibilidades de perpetuar especies tanto dentro del área como en las áreas cercanas, ya que se pierde la dispersión de los individuos por semillas (plantas), afectaciones a la migración de individuos para descanso, anidación o alimentación (animales).
<b>PAISAJE (ESTÉTICA) – PAISAJE Y RECREACIÓN</b>		
Presencia de Trabajadores	PC-12	Por la mala disposición final de la basura orgánica e inorgánica por parte de los trabajadores del proyecto, esta puede ser dispersada por vientos a las áreas colindantes al proyecto, con lo que se afectaría el paisaje. Asimismo, se puede presentar defecación al aire libre por la carencia de letrinas.
<b>NATURALIDAD - CALIDAD</b>		
Desmonte y Despalme	NC-5	Las actividades de CUSTF afectan la naturalidad de la zona, al remover la vegetación presente en el sitio.
Operación de Maquinaria	NC-11	Se afectará la naturalidad de la zona debido a la contemplación de maquinaria operando durante las presentes actividades.
<b>RECURSOS HUMANOS – CALIDAD DE VIDA</b>		
Acondicionamiento o Vivero	RHC-2	Las actividades de acondicionamiento del vivero generarán empleos temporales para las personas de la localidad, con las correspondientes prestaciones de ley.
Desmonte y Despalme	RHC-5	Movilidad Urbana Durante las actividades de desmonte y despalme de la superficie de CUSTF, se afectará la movilidad urbana del sitio del proyecto por la circulación de vehículos y maquinaria entrando y saliendo del sitio del proyecto. Este impacto se presentará principalmente sobre la circulación de la Av. Arco Norte, Av. Chac Mool y Av. Paseo El Limonero, así como, vialidades secundarias durante los días y horas hábiles, así

ACTIVIDAD	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
		como, en los habitantes colindantes al sitio del proyecto.
<b>Operación de Maquinaria</b>	<b>RHC-11</b>	La operación de la maquinaria y equipo, así como tránsito vehicular, traerá consigo el incremento de los niveles sonoros, afectando la calidad de vida de los trabajadores del proyecto y predios colindantes.
<b>Presencia de Trabajadores</b>	<b>RHC-12</b>	El personal contará con las prestaciones de ley entre los más importantes destaca el servicio de Seguro Social garantizando el bienestar y salud tanto de los trabajadores como de sus respectivas familias. Es importante señalar que se contará además con el equipo indispensable de primeros auxilios para eventuales accidentes laborales. Por otro lado, se cumplirá con las normas referentes a seguridad e higiene durante todas las etapas del proyecto, por lo tanto, los trabajadores contarán con equipo de protección personal (botas, guantes, cubrebocas, orejeras, cascos, etc.) de acuerdo con las actividades que desarrollen.
<b>RECURSOS HUMANOS – SALUD Y SEGURIDAD</b>		
<b>Presencia de Trabajadores</b>	<b>RHS-12</b>	Por la mala disposición final de la basura orgánica e inorgánica, se puede generar la proliferación de fauna nociva (ratas). Asimismo, 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.
<b>ECONOMÍA - EMPLEO</b>		
<b>Acondicionamiento o Vivero</b>	<b>EM-2</b>	El proyecto, durante las actividades de cambio de uso de suelo, generará empleos temporales para las personas de la localidad, debido al requerimiento de mano de obra.
<b>Presencia de Trabajadores</b>	<b>EM-12</b>	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.
<b>ECONOMÍA – ECONOMÍA LOCAL</b>		
<b>Presencia de Trabajadores</b>	<b>EL-12</b>	En cuanto a la economía local, está se reactiva provocando un beneficio localmente ya que el personal consume productos varios de los comerciales cercanos al proyecto (tiendas, tortillerías, puestos de comida, etc.). También se provoca el suministro de víveres y materiales diversos hacia el área del proyecto.

### IX.3 Valoración de los Impactos.

Para la valoración de los Impactos Ambientales identificados para el proyecto “Desarrollo Habitacional Lote 1109-07”, se utilizó la Guía Metodológica propuesta por Conesa (2010). El valor se establece en función de 11 características, siendo la primera de ellas la naturaleza del efecto (positivo o negativo) y las restantes la caracterización de incidencia del proyecto sobre los distintos factores y atributos ambientales. 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:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

donde:	<b>I</b> = Importancia del impacto	<b>RV</b> = Reversibilidad
	<b>±</b> = Signo	<b>SI</b> = Sinergia
	<b>IN</b> = Intensidad	<b>AC</b> = Acumulación
	<b>EX</b> = Extensión	<b>EF</b> = Efecto
	<b>MO</b> = Momento	<b>PR</b> = Periodicidad
	<b>PE</b> = Persistencia	<b>MC</b> = Recuperabilidad

La importancia del impacto se representa por un número que se deduce de dicha ecuación, en función del valor asignado a los símbolos considerados, según se muestra en el Cuadro 49.

**Cuadro 49. Criterios y puntuación empleados en la evaluación del impacto ambiental del proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07".**

CLAVE	DENOMINACIÓN O SIGNIFICADO DEL CRITERIO	VALOR	CLASIFICACIÓN
<b>Naturaleza</b>			
<b>N</b>	Hace referencia o alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.	+	Impacto beneficioso
		-	Impacto perjudicial
<b>Intensidad (Grado de Destrucción)</b>			
<b>IN</b>	Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en el que actúa. El espacio de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que doce expresará una destrucción total del factor en el área en que se produce el efecto, y el 1 una afección mínima. Los valores comprendidos entre estos dos términos reflejarán situaciones intermedias.	1	Baja
		2	Media
		4	Alta
		8	Muy alta
		12	Total
<b>Extensión (Área de Influencia)</b>			
<b>EX</b>	Representa el área de influencia esperada en relación con el entorno del proyecto, que puede ser expresada en términos porcentuales. Si el área está localizada, el impacto será puntual, mientras que si el área corresponde a todo el entorno el impacto será total. Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área, respecto al entorno en que se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedias, según su graduación, como impacto parcial (2) y extenso (4).	1	Puntual
		2	Parcial
		4	Extenso
		8	Total
		12	Crítica
<b>Momento (Plazo de Manifestación)</b>			
<b>MO</b>	El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato y si es inferior a un año, Corto Plazo, asignándole en	1	Largo plazo
		2	Medio plazo
		4	Inmediato
		8	Crítico

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

CLAVE	DENOMINACIÓN O SIGNIFICADO DEL CRITERIO	VALOR	CLASIFICACIÓN
	ambos casos un valor (4). Si es un período de tiempo que va de 1 a 5 años, Medio Plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, largo Plazo, con valor asignado (1).		
	<b>Persistencia (Permanencia del Efecto)</b>		
PE	Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a la condición inicial, previa a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras. Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de 1 un año, consideramos que la acción produce un efecto Fugaz, asignándole un valor (1). Si dura entre 1 y 10 años, Temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como Permanente asignándole un valor (4). La persistencia, es independiente de la reversibilidad.	1	Fugaz
		2	Temporal
		4	Permanente
	<b>Reversibilidad</b>		
RV	Se refiere a la posibilidad de reconstruir el factor afectado por medios naturales, y en caso de que sea posible, al intervalo de tiempo que se tardaría en lograrlo que si es de menos de un año se considera el Corto plazo; entre uno y diez años se considera el Medio plazo, y si se pudieran los diez años se considera Irreversible. Si es a Corto Plazo, se le asigna un valor (1), si es a Medio Plazo (2) y si el efecto es Irreversible le asignamos el valor (4).	1	Corto plazo
		2	Medio plazo
		4	Irreversible
	<b>Sinergia (Potenciación del Efecto)</b>		
SI	Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), y si presenta un sinergismo (2).	1	Sin sinergismo (simple)
		2	Sinérgico
	<b>Acumulación (Incremento Progresivo)</b>		
AC	Si la presencia continuada de la acción produce un efecto que crece con el tiempo, se dice que el efecto es acumulativo. Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (4).	1	Simple
		4	Acumulativo
	<b>Efecto (Relación Causa – Efecto)</b>		
EF	Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden.	1	Indirecto (secundario)
		4	Directo



**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

CLAVE	DENOMINACIÓN O SIGNIFICADO DEL CRITERIO	VALOR	CLASIFICACIÓN
	Este término toma el valor 1 en el caso de que el efecto sea secundario, valor 4 cuando sea directo.		
PR	<b>Periodicidad (Regularidad de la Manifestación)</b>		
	Se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, pudiendo ser periódico, continuo, o irregular. A los efectos continuos se les asigna un valor (4), a los periódicos (2) y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y a los discontinuos (1).	1	Regular o aperiódico y discontinuo
		2	Periódico
4		Continuo	
MC	<b>Recuperabilidad (Reconstrucción)</b>		
	Se refiere a la posibilidad de reconstruir el factor afectado por medio de la intervención humana (la reversibilidad se refiere a la construcción por medios naturales). Si el efecto es totalmente Recuperable, se le asigna un valor (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, y toma un valor (4). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) le asignamos el valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).	1	Recuperable de manera inmediata
		2	Recuperable a medio plazo
		4	Mitigable
8		Irrecuperable	

Fuente: **Conesa Fernández Vitoria, V. (2010)**. Guía metodológica para la evaluación de impactos ambientales, 4ª ed. Madrid, Mundi Prensa. 864 pp.

Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 se consideran irrelevantes, entre 25 y 50 moderados y entre 50 y 75 severos (Cuadro 50). Un impacto irrelevante se presenta como compatible.

**Cuadro 50. Tipos de impacto.**

Tipo de Impacto	Importancia ( I )
Irrelevante	< 25
Moderado	25 < I < 50
Severo	50 < I < 75

Los resultados de ponderación y valoración de los impactos se sintetizan en el Cuadro 51, permitió evaluar los impactos ambientales generados en términos de su importancia, y de este modo conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto.

**Cuadro 51. Matriz de valoración de los impactos ambientales potenciales siguiendo la metodología propuesta por Conesa (2010).**

ACCIÓN	FACTOR	CÓDIGO IMPACTO	IMPACTO	TIPOLOGÍA IMPACTOS											
				N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I
<b>CALIDAD DEL AIRE</b>															
5	AI	AI-5	Generación de Sólidos Suspendidos	(-)	1	1	4	1	1	1	1	4	4	1	-22
8	AI	AI-8	Generación de Sólidos Suspendidos	(-)	1	1	4	1	1	1	1	4	4	1	-22
11	AI	AI-11	Generación de emisiones atmosféricas	(-)	1	1	4	1	1	1	1	4	4	1	-22
12	AI	AI-12	Generación de malos olores por inadecuada disposición de aguas sanitarias	(-)	1	1	4	1	1	1	1	4	4	1	-22
<b>PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE LOS SUELOS</b>															
5	S	S-5	Remoción de la capa fértil (despalme)	(-)	2	1	4	4	1	1	4	4	2	4	-32

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

ACCIÓN	FACTOR	CÓDIGO IMPACTO	IMPACTO	TIPOLOGÍA IMPACTOS											
				N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I
6	S	S-6	Recuperación de suelo	(+)	1	1	2	4	1	1	1	4	2	1	21
8	S	S-8	Modificación Puntual de la Topografía	(-)	1	1	4	4	2	1	4	4	4	4	-32
10	S	S-10	Recuperación de suelo	(+)	1	1	2	4	1	1	1	4	2	1	21
11	S	S-11	Contaminación por derrames de hidrocarburos	(-)	1	1	4	2	1	1	1	4	2	4	-24
12	S	S-12	Contaminación del suelo por inadecuada disposición de aguas sanitarias	(-)	1	1	4	2	1	1	1	4	2	4	-24
<b>PROVISIÓN DE AGUA EN CALIDAD Y CANTIDAD</b>															
5	AG	AG-5	Alteración de la infiltración al acuífero	(-)	2	1	4	4	1	1	4	4	4	4	-34
11	AG	AG-11	Contaminación por filtración de derrames de hidrocarburos	(-)	1	1	4	2	1	1	1	4	2	4	-24
12	AG	AG-12	Contaminación del acuífero por filtración de aguas sanitarias	(-)	1	1	4	2	1	1	1	4	2	4	-24
<b>FLORA - PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD</b>															
1	FL	FL-1	Eliminación de vegetación por actividades de topografía	(-)	1	1	4	2	1	1	1	4	4	4	-26
3	FL	FL-3	Rescate de vegetación nativa con importancia ecológica o económica o protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010	(+)	2	1	4	4	1	1	1	4	2	1	26
5	FL	FL-5	Remoción de la vegetación (desmonte)	(-)	2	1	4	4	2	1	4	4	4	4	-35
7	FL	FL-7	Afectación de vegetación por mala disposición del almacenamiento de residuos vegetales	(-)	1	1	4	2	2	1	1	4	2	4	-25
9	FL	FL-9	Eliminación selectiva de flora exótica o invasora	(+)	1	1	4	4	1	1	1	4	2	1	23
10	FL	FL-10	Recuperación de áreas con vegetación nativa y especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010	(+)	1	1	2	4	2	1	1	4	2	1	22
<b>SERVICIOS AMBIENTALES</b>															
5	CC	CC-5	Disminución en la captura de carbono y contaminantes	(-)	1	1	1	4	2	2	4	1	4	4	-27
5	GO	GO-5	Disminución en la generación de oxígeno	(-)	1	1	1	4	2	2	4	1	4	4	-27
5	FN	FN-5	Disminución en el amortiguamiento de los fenómenos naturales	(-)	1	1	1	4	2	2	4	1	4	4	-27
5	MRC	MRC-5	Disminución en la modulación o regulación climática	(-)	1	1	1	4	2	2	4	1	4	4	-27
<b>FAUNA - PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD</b>															
4	FA	FA-4	Ahuyentamiento de Fauna silvestre o enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010	(+)	1	1	4	2	1	1	1	4	2	1	21
5	FA	FA-5	Pérdida de Individuos y Reducción de Hábitat	(-)	2	1	4	2	1	1	1	4	2	4	-27
10	FA	FA-10	Recuperación de hábitat para la fauna	(+)	1	1	2	4	2	1	1	4	2	1	22
11	FA	FA-11	Ahuyentamiento de fauna por generación de ruidos	(-)	1	1	4	2	1	1	1	4	2	4	-24
12	FA	FA-12	Proliferación de fauna nociva por inadecuada disposición de residuos sólidos	(-)	1	1	2	2	1	1	1	4	2	4	-22
<b>FAUNA - FRAGMENTACIÓN DE HÁBITATS</b>															
5	FH	FH-5	Fragmentación del Hábitat	(-)	1	1	4	4	2	1	4	4	4	4	-32
<b>PAISAJE (ESTÉTICA) - CALIDAD</b>															
12	PC	PC-12	Dispersión de residuos sólidos a predios colindantes	(-)	1	1	4	2	1	1	1	4	2	4	-24
<b>NATURALIDAD - CALIDAD</b>															
5	NC	NC-5	Contemplación de áreas sin vegetación	(-)	2	1	4	2	1	1	4	4	4	4	-32
11	NC	NC-11	Contemplación de Maquinaria	(-)	1	1	4	2	1	1	1	4	2	4	-24
<b>RECURSOS HUMANOS - CALIDAD DE VIDA</b>															
2	RHC	RHC-2	Prestaciones de Ley	(+)	1	1	4	2	1	1	1	4	2	1	21
5	RHC	RHC-5	Movilidad Urbana	(-)	1	1	4	2	1	1	1	4	2	4	-24
11	RHC	RHC-11	Afectación de la población por	(-)	1	1	4	2	1	1	1	4	2	4	-24

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

ACCIÓN	FACTOR	CÓDIGO IMPACTO	IMPACTO	TIPOLOGÍA IMPACTOS												
				N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	
			incremento en niveles sonoros													
12	RHC	RHC-12	Prestaciones de Ley	(+)	1	1	4	2	1	1	1	4	2	1	21	
<b>RECURSOS HUMANOS - SALUD Y SEGURIDAD</b>																
12	RHS	RHS-12	Transmisión de enfermedades y accidentes por fauna nociva	(-)	1	1	2	2	1	1	1	4	2	4	-22	
<b>EMPLEO Y ECONOMÍA</b>																
2	EM	EM-2	Empleos Temporales	(+)	1	1	4	2	1	1	1	4	2	1	21	
12	EM	EM-12	Empleos Temporales	(+)	1	1	4	2	1	1	1	4	2	1	21	
12	EL	EL-12	Reactivación local por venta de productos	(+)	1	1	4	2	1	1	1	4	2	1	21	

### IX.3.1. Valoración de los Impactos Positivos.

En el Cuadro 52, se presenta la valoración de los impactos positivos identificados para el proyecto.

**Cuadro 52. Impactos ambientales positivos identificados para el proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07".**

ACCIÓN	FACTOR	CÓDIGO IMPACTO	IMPACTO	TIPOLOGÍA IMPACTOS												
				N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	
<b>PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE LOS SUELOS</b>																
6	S	S-6	Recuperación de suelo	(+)	1	1	2	4	1	1	1	4	2	1	21	
10	S	S-10	Recuperación de suelo	(+)	1	1	2	4	1	1	1	4	2	1	21	
<b>FLORA - PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD</b>																
3	FL	FL-3	Rescate de vegetación nativa con importancia ecológica o económica o protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010	(+)	2	1	4	4	1	1	1	4	2	1	26	
9	FL	FL-9	Eliminación selectiva de flora exótica o invasora	(+)	1	1	4	4	1	1	1	4	2	1	23	
10	FL	FL-10	Recuperación de áreas con vegetación nativa y especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010	(+)	1	1	2	4	2	1	1	4	2	1	22	
<b>FAUNA - PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD</b>																
4	FA	FA-4	Ahuyentamiento de Fauna silvestre o enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010	(+)	1	1	4	2	1	1	1	4	2	1	21	
10	FA	FA-10	Recuperación de hábitat para la fauna	(+)	1	1	2	4	2	1	1	4	2	1	22	
<b>RECURSOS HUMANOS - CALIDAD DE VIDA</b>																
2	RHC	RHC-2	Prestaciones de Ley	(+)	1	1	4	2	1	1	1	4	2	1	21	
12	RHC	RHC-12	Prestaciones de Ley	(+)	1	1	4	2	1	1	1	4	2	1	21	
<b>EMPLEO Y ECONOMÍA</b>																
2	EM	EM-2	Empleos Temporales	(+)	1	1	4	2	1	1	1	4	2	1	21	
12	EM	EM-12	Empleos Temporales	(+)	1	1	4	2	1	1	1	4	2	1	21	
12	EL	EL-12	Reactivación local por venta de productos	(+)	1	1	4	2	1	1	1	4	2	1	21	

Los impactos positivos del Medio Natural están relacionados con la protección y recuperación de los suelos (**S-10**), así como, protección de la biodiversidad en flora (**FL-3**, **FL-9**, **FL-10**) y fauna (**FA-4**, **FA-10**).

Lo anterior se logrará mediante la implementación del Programa de Rescate y Reubicación de especies de la vegetación forestal del proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07", el cual tiene como fundamento legal el Artículo 123 Bis del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal sustentable (**FL-3**). La reforestación con plantas nativas pretende prevenir y mitigar los impactos ambientales generados por el desmonte de la vegetación de las áreas sujetas a cambio

de uso de suelo en terrenos forestales (3.08 Has), así como, arborizar y ajardinar las Áreas Verdes y Recreativas las cuales representan el 10.71% de la superficie total del predio (**FL-9, FL-10, S-10**). Se propone rescatar aproximadamente 1,710 plantas silvestres de cuando menos 35 especies nativas.

Por su parte, en relación con la fauna registrada durante este estudio y de acuerdo con el listado se observa la presencia de ciertas especies que se caracterizan por pertenecer a hábitats perturbados, encontrándose comúnmente en los centros de población, siendo el caso del zanate (*Quiscalus mexicanus*), el ceniztle tropical (*Mimus gilvus*) y la iguana rayada (*Ctenosaura similis*). Con respecto a los mamíferos sólo se observó un registro directo de ardilla (*Sciurus sp*) y coati (*Nasua narica*). Sin embargo, debido a las características de la vegetación del sitio se puede inferir la presencia de, tlacuache (*Didelphys marsupialis*) y sereque (*Dasyprocta punctata*) especies comunes en la región y que toleran la presencia de asentamientos humanos.

El proyecto, previo a las actividades de cambio de uso de suelo, implementará un Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna, cuyo objetivo principal será minimizar los posibles impactos ambientales negativos hacia la fauna de vertebrados del predio donde se desarrollará el proyecto, con especial énfasis hacia los organismos de lento desplazamiento, crías en nidos o aquellos que ocupan hábitats muy particulares (cuevas y tronco huecos, principalmente) y especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (**FA-4**). La reforestación con plantas nativas, recuperará hábitat natural para la fauna presente en el predio (**FA-10**).

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

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

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

### IX.3.2. Valoración de los Impactos Negativos.

Dentro de los 28 impactos que fueron identificados como negativos, mediante la aplicación de los criterios para la valoración cuantitativa de los impactos ambientales, se ponderó que ninguno es severo, 16 son irrelevantes, y 12 son moderados.

Los impactos ambientales irrelevantes, están relacionados principalmente con las afectaciones a los factores y servicios ambientales que se presentarán durante la etapa de preparación del sitio del proyecto, es decir, son principalmente de baja intensidad, de carácter puntual, se manifiestan de manera inmediata y su persistencia es fugaz o temporal, y son simples, como se puede observar a continuación:

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

De acuerdo con la metodología empleada, los impactos ambientales irrelevantes se presentan como compatibles.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

**Cuadro 53. Impactos ambientales negativos irrelevantes para el proyecto.**

ACCIÓN	FACTOR	CÓDIGO IMPACTO	IMPACTO	TIPOLOGÍA IMPACTOS												
				N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	
<b>CALIDAD DEL AIRE</b>																
5	AI	AI-5	Generación de Sólidos Suspendidos	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	4	4	1	-22
8	AI	AI-8	Generación de Sólidos Suspendidos	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	4	4	1	-22
11	AI	AI-11	Generación de emisiones atmosféricas	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	4	4	1	-22
12	AI	AI-12	Generación de malos olores por inadecuada disposición de aguas sanitarias	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	4	4	1	-22
<b>PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE LOS SUELOS</b>																
11	S	S-11	Contaminación por derrames de hidrocarburos	(-)	1	1	4	2	1	1	1	1	4	2	4	-24
12	S	S-12	Contaminación del suelo por inadecuada disposición de aguas sanitarias	(-)	1	1	4	2	1	1	1	1	4	2	4	-24
<b>PROVISIÓN DE AGUA EN CALIDAD Y CANTIDAD</b>																
11	AG	AG-11	Contaminación por filtración de derrames de hidrocarburos	(-)	1	1	4	2	1	1	1	1	4	2	4	-24
12	AG	AG-12	Contaminación del acuífero por filtración de aguas sanitarias	(-)	1	1	4	2	1	1	1	1	4	2	4	-24
<b>FLORA - PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD</b>																
7	FL	FL-7	Afectación de vegetación por mala disposición del almacenamiento de residuos vegetales	(-)	1	1	4	2	2	1	1	1	4	2	4	-25
<b>FAUNA - PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD</b>																
11	FA	FA-11	Ahuyentamiento de fauna por generación de ruidos	(-)	1	1	4	2	1	1	1	1	4	2	4	-24
12	FA	FA-12	Proliferación de fauna nociva por inadecuada disposición de residuos sólidos	(-)	1	1	2	2	1	1	1	1	4	2	4	-22
<b>PAISAJE (ESTÉTICA) - CALIDAD</b>																
12	PC	PC-12	Dispersión de residuos sólidos a predios colindantes	(-)	1	1	4	2	1	1	1	1	4	2	4	-24
<b>NATURALIDAD - CALIDAD</b>																
11	NC	NC-11	Contemplación de Maquinaria	(-)	1	1	4	2	1	1	1	1	4	2	4	-24
<b>RECURSOS HUMANOS - CALIDAD DE VIDA</b>																
11	RHC	RHC-11	Afectación de la población por incremento en niveles sonoros	(-)	1	1	4	2	1	1	1	1	4	2	4	-24
5	RHC	RHC-5	Movilidad Urbana	(-)	1	1	4	2	1	1	1	1	4	2	4	-24
<b>RECURSOS HUMANOS - SALUD Y SEGURIDAD</b>																
12	RHS	RHS-12	Transmisión de enfermedades y accidentes por fauna nociva	(-)	1	1	2	2	1	1	1	1	4	2	4	-22

Por su parte, los impactos ambientales moderados (Cuadro 54) están relacionados con la modificación del entorno, es decir, el CUSTF en una superficie de 3.08 Has de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia para llevar a cabo el desarrollo del proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07", así como, la nivelación y compactación del sitio para llevar a cabo la construcción de las viviendas. Estos impactos se presentarán durante toda la operación del proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07".

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



- Afectaciones a la biodiversidad de flora por trabajos de topografía (FL-1);
- Protección y Recuperación de los Suelos (S-5, S-8);
- Provisión de Agua en calidad y cantidad (AG-5);
- Protección de la Biodiversidad de Flora (FL-5);
- Protección de la Biodiversidad de Fauna (FA-5);
- Captura de Carbono, Contaminantes y Componentes Naturales (CC-5);
- Generación de Oxígeno (GO-5);
- Amortiguamiento del Impacto de los fenómenos naturales (FN-5);
- Modulación o regulación climática (MRC-5);
- Fragmentación de Hábitat (FH-5);
- Naturalidad (NC-5);

**Cuadro 54. Impactos ambientales negativos moderados para el proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07".**

ACCIÓN	FACTOR	CÓDIGO IMPACTO	IMPACTO	TIPOLOGÍA IMPACTOS											
				N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I
<b>PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE LOS SUELOS</b>															
5	S	S-5	Remoción de la capa fértil (despalme)	(-)	2	1	4	4	1	1	4	4	2	4	-32
8	S	S-8	Modificación Puntual de la Topografía	(-)	1	1	4	4	2	1	4	4	4	4	-32
<b>PROVISIÓN DE AGUA EN CALIDAD Y CANTIDAD</b>															
5	AG	AG-5	Alteración de la infiltración al acuífero	(-)	2	1	4	4	1	1	4	4	4	4	-34
<b>FLORA - PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD</b>															
1	FL	FL-1	Eliminación de vegetación por actividades de topografía	(-)	1	1	4	2	1	1	1	4	4	4	-26
5	FL	FL-5	Remoción de la vegetación (desmonte)	(-)	2	1	4	4	2	1	4	4	4	4	-35
<b>SERVICIOS AMBIENTALES</b>															
5	CC	CC-5	Disminución en la captura de carbono y contaminantes	(-)	1	1	1	4	2	2	4	1	4	4	-27
5	GO	GO-5	Disminución en la generación de oxígeno	(-)	1	1	1	4	2	2	4	1	4	4	-27
5	FN	FN-5	Disminución en el amortiguamiento de los fenómenos naturales	(-)	1	1	1	4	2	2	4	1	4	4	-27
5	MRC	MRC-5	Disminución en la modulación o regulación climática	(-)	1	1	1	4	2	2	4	1	4	4	-27
<b>FAUNA - PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD</b>															
5	FA	FA-5	Perdida de Individuos y Reducción de Hábitat	(-)	2	1	4	2	1	1	1	4	2	4	-27
<b>FAUNA - FRAGMENTACIÓN DE HÁBITATS</b>															
5	FH	FH-5	Fragmentación del Hábitat	(-)	1	1	4	4	2	1	4	4	4	4	-32
<b>NATURALIDAD - CALIDAD</b>															
5	NC	NC-5	Contemplación de áreas sin vegetación	(-)	2	1	4	2	1	1	4	4	4	4	-32

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

#### IX.4. Conclusión.

Las actividades que presentaron mayor número de impactos netos corresponden a las relacionadas con el desmonte y despalme (12), presencia de trabajadores (9) y operación de maquinaria (6), los cuales se reflejan principalmente sobre la flora y la fauna (Figura 30).

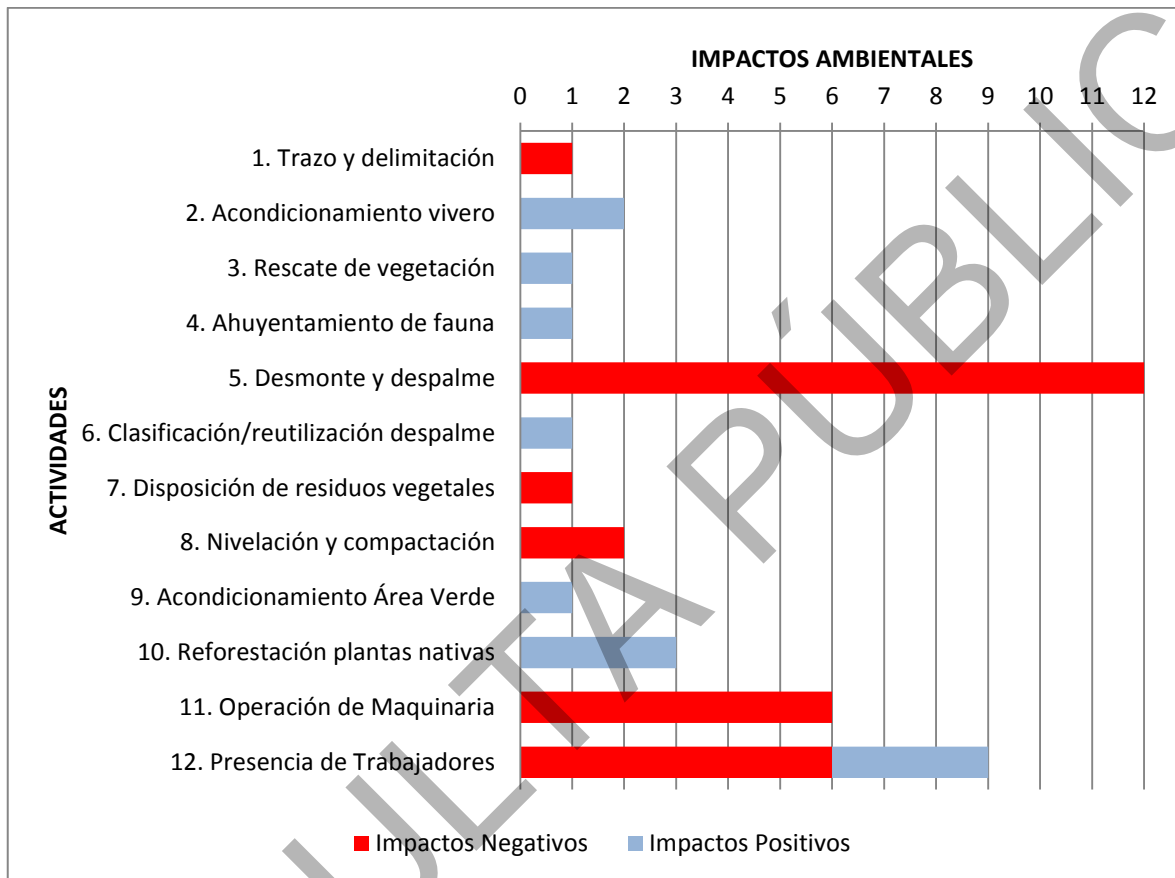


Figura 30. Total de impactos por actividad de CUSTF del proyecto.

A partir de la valoración de los impactos ambientales potenciales que serán generados por la implementación del CUSTF del proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07" y la descripción realizada previamente, se puede concluir categóricamente que el cambio de uso del suelo no producirá impactos ambientales severos, es decir, no provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, ni obstaculizará la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales; no representa riesgos a poblaciones de especies protegidas, no implica aislar un ecosistema, puesto que este ya se encuentra aislado en la actualidad, por el desarrollo urbano de la zona.

De este modo, y en términos de la LGDFS (Artículo 7 y 117), el CUSTF del proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07" se puede considerar como viable dado que:

- Cuantitativamente se mostró que el proyecto que se presenta es compatible con el sistema ambiental estudiado y programado en el PDU del Centro de Población de Cancún y el POELBJ. Los impactos se presentan como irrelevantes o moderados, los cuales son de baja intensidad o requieren medidas de prevención o mitigación simples.
- Cualitativamente, el ejercicio aporta que no se afectan ni se interfiere en procesos biológicos de especies de difícil regeneración, es decir aquellas que son vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.
- No representa riesgos a poblaciones de especies protegidas, puesto que se llevará a cabo el rescate de un porcentaje de la población de las especies de flora que fueron registradas en el predio, las cuales serán reubicadas en áreas verdes y recreativas del proyecto.
- No se determinó la posibilidad de que ocurra inminente daño ambiental a consecuencia del presente proyecto; y no se esperan daños graves al ecosistema o servicios ambientales, esto en virtud de que la zona se encuentra en la zona urbana de la Ciudad de Cancún, donde se presentan diferentes proyectos similares al planteado en el presente documento y que actualmente se encuentran en operación. Los impactos ambientales negativos que se predicen son, en la escala analizada que es a nivel de Sistema Ambiental y de predio, mitigables, prevenibles.
- La vegetación presente en el predio está inmersa en el conjunto urbano que conforma el primer cuadro de la ciudad de Cancún, y florísticamente no representa un ecosistema o parte de él en buen estado de conservación. Los impactos ambientales antiguos y actuales han degradado el sitio de manera importante.

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

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

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

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

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

En el presente capítulo, se describen las medidas de prevención y mitigación previstas para los impactos ambientales negativos irrelevantes y moderados producto del CUSTF del proyecto “Desarrollo Habitacional Lote 1109-07”, sobre los factores y servicios ambientales.

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

La descripción de las medidas de prevención y mitigación, se enfocan en el desahogo de los preceptos normativos de excepcionalidad que establece el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable con base en los factores y servicios ambientales (Artículo 7 LGDFS) que se verían afectados por la implementación del CUSTF del proyecto (Cuadro 55).

**Cuadro 55. Preceptos normativos de excepcionalidad y servicios ambientales utilizados para la descripción de las medidas de prevención y mitigación.**

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

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

**Cuadro 56. Medidas de prevención y mitigación para asegurar la protección y recuperación de los suelos.**

CÓDIGO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
<b>CALIDAD DEL AIRE</b>		
AI-5 S-5	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Descripción:</b> La superficie desmontada debe permanecer expuesta el menor tiempo posible, para evitar el transporte de polvos por el viento.</li> <li>• <b>Verificación:</b> El CUSTF se ajusta a lo establecido en el presente DTU.</li> <li>• <b>Cuantificación:</b> El CUSTF se ajusta a lo establecido en el Programa de Obra (Desmante y Despalme).</li> </ul>
	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Descripción:</b> Estará prohibida la quema de basura y material orgánico resultante de la limpieza, desyerbe y desmante.</li> <li>• <b>Verificación:</b> No hay evidencia de quema de basura o material orgánico.</li> <li>• <b>Cuantificación:</b> Evidencia de quema de basura o material orgánico.</li> </ul>
AI-8	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Descripción:</b> 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.</li> <li>• <b>Verificación:</b> Presencia de vehículos de transporte de materiales pétreos con lonas.</li> <li>• <b>Cuantificación:</b> Todos los vehículos de transporte de materiales pétreos deben contar con lonas.</li> </ul>
	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Descripción:</b> Durante las actividades de trazo, relleno y nivelación, se humedecerá el material para reducir el incremento de polvo en el aire y evitar afectaciones a la vegetación aledaña y erosión del suelo.</li> <li>• <b>Verificación:</b> Presencia de plataformas de trabajo húmedas.</li> <li>• <b>Cuantificación:</b> Las áreas niveladas y compactadas se encuentran húmedas.</li> </ul>
AI-11	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Descripción:</b> Las emisiones de los vehículos automotores y maquinaria estarán siendo vertidas directamente a la atmósfera, por lo que se utilizarán vehículos, maquinaria y equipo con el sistema de escape y silenciadores en buenas condiciones de operación, así como, adecuada afinación de los motores de combustión interna por lo que las emisiones estarán debajo de los niveles máximos permisibles establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas. Los gases resultantes serán dispersados en la atmósfera por la acción de los vientos dominantes.</li> <li>• <b>Verificación:</b> No hay evidencia de emisiones de gases por parte de la maquinaria.</li> <li>• <b>Cuantificación:</b> Maquinaria y vehículos en buen estado de operación con registros de mantenimiento preventivo (Bitácora de Mantenimiento Preventivo de la Maquinaria).</li> </ul>
<b>PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE LOS SUELOS</b>		
FL-7	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Descripción:</b> El material vegetal residual, como troncos, ramas, arbustos y hojas producto del desmante del predio, será triturado y revuelto con la tierra negra del despalme para generar composta y se utilizará en las áreas</li> </ul>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

CÓDIGO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
		<p>verdes del proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Verificación:</b> Evidencia de material vegetal triturado en el sitio del proyecto.</li> <li>• <b>Cuantificación:</b> Volumen de material triturado (Bitácora de trituración de material).</li> </ul>
S-8	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Descripción:</b> La modificación puntual de la topografía del sitio, requerirá de la adquisición de materias primas tales como sascab o polvo de piedra, grava o gravilla, etc., afectando el ecosistema del cual son extraídos, por lo cual tales materias primas serán adquiridas de fuentes que cuenten con los permisos de explotación correspondientes.</li> <li>• <b>Verificación:</b> Comprobantes de la adquisición de material pétreo en sitios autorizados.</li> <li>• <b>Cuantificación:</b> Volumen de material pétreo.</li> </ul>
S-11	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Descripción:</b> Para prevenir la contaminación del suelo, se establecerán sistemas de control de derrames de combustibles y lubricantes de la maquinaria pesada, y no se realizan reparaciones mayores en el área del proyecto. En el sitio donde se almacena combustible (aunque sea en mínimas cantidades), estará impermeabilizado y contará con los señalamientos respectivos.</li> <li>• <b>Verificación:</b> Área acondicionada para el almacenamiento de combustibles.</li> <li>• <b>Cuantificación:</b> Superficie impermeable y presencia de residuos en contenedores. Los aceites, grasas y estopas una vez utilizados, serán depositados en recipientes especiales para ser entregados a personal autorizado para su reciclamiento o disposición final (Bitácora de Manejo de Residuos Peligrosos).</li> </ul>
S-12	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Descripción:</b> Para evitar el impacto generado por la basura orgánica e inorgánica, durante la etapa de CUSTF se instalarán contenedores rotulados (basura orgánica e inorgánica) en lugares estratégicos dentro del predio para depositar la basura generada. Los contenedores serán vaciados periódicamente, trasladando los desechos, en camiones recolectores autorizados.</li> <li>• <b>Verificación:</b> Presencia de contenedores de basura.</li> <li>• <b>Cuantificación:</b> Volumen de residuos trasladados a sitios de disposición final autorizados (Bitácora de Manejo de Residuos Sólidos).</li> </ul>

**Cuadro 57. Medidas de prevención y mitigación para evitar el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.**

CÓDIGO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
<b>DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA O DISMINUCIÓN EN SU CAPTACIÓN</b>		
AG-5	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Descripción:</b> Como parte del proyecto se pretende mantener como áreas verdes y recreativas el 10.71% de la superficie total del predio, así como, áreas permeables el 48.30%.</li> <li>• <b>Verificación:</b> Presencia de las áreas verdes y permeables correspondientes.</li> <li>• <b>Cuantificación:</b> Presencia de 0.33 Has de áreas verdes comunes abiertas y 1.48 Has de áreas permeables.</li> <li>• <b>Descripción:</b> El agua de lluvia será infiltrada al subsuelo mediante el empleo</li> </ul>



**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

CÓDIGO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
		<p>de pozos de absorción, en la cantidad y ubicación que determine el proyecto, mismos que se deberán ubicar estratégicamente.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Verificación:</b> Cada pozo debe permitir desalojar el gasto pluvial de cada cuenca urbanizada. Los pozos que se construirán serán conforme a la normatividad de la CNA.</li> <li>• <b>Cuantificación:</b> Presencia del número de pozos autorizados por las autoridades competentes.</li> </ul>
AG-11	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Descripción:</b> Para prevenir la contaminación del acuífero, se establecerán sistemas de control de derrames de combustibles y lubricantes de la maquinaria pesada, y no se realizan reparaciones mayores en el área del proyecto. En el sitio donde se almacena combustible (aunque sea en mínimas cantidades), estará impermeabilizado y contará con los señalamientos respectivos.</li> <li>• <b>Verificación:</b> Área impermeable en el área de almacenamiento de combustibles y manifiestos de entrega de residuos peligrosos.</li> <li>• <b>Cuantificación:</b> Los aceites, grasas y estopas una vez utilizados, serán depositados en recipientes especiales para ser entregados a personal autorizado para su reciclamiento o disposición final (Bitácora de Manejo de Residuos Peligrosos).</li> </ul>
AG-12	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Descripción:</b> Para evitar el impacto generado por la basura orgánica e inorgánica y la consecuente contaminación del acuífero, durante la etapa de CUSTF se instalarán contenedores rotulados (basura orgánica e inorgánica) en lugares estratégicos dentro del predio para depositar la basura generada. Los contenedores serán vaciados periódicamente, trasladando los desechos, en camiones recolectores autorizados.</li> <li>• <b>Verificación:</b> Presencia de contenedores de basura.</li> <li>• <b>Cuantificación:</b> Volumen de residuos trasladados a sitios de disposición final autorizados (Bitácora de Manejo de Residuos Sólidos).</li> </ul>

**Cuadro 58. Medidas de prevención y mitigación para no comprometer la biodiversidad.**

CÓDIGO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
<b>FLORA Y FRAGMENTACIÓN DE HÁBITATS</b>		
FL-1 FL-5 FH-5	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Descripción:</b> El proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07", previo a las actividades de CUSTF, implementará el Programa de Rescate y Reubicación de especies de la vegetación forestal, el cual tiene como fundamento legal el Artículo 123 Bis del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal sustentable.</li> <li>• <b>Verificación:</b> Rescate de aproximadamente 2,027 plantas silvestres de cuando menos 19 especies nativas.</li> <li>• <b>Cuantificación:</b> Supervivencia de al menos un 80% de las especies rescatada (Bitácora de rescate de vegetación).</li> </ul>
	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Descripción:</b> Como parte del proyecto se pretende mantener como áreas verdes y recreativas el 10.71% de la superficie total del predio, así como, áreas permeables el 48.30%.</li> <li>• <b>Verificación:</b> Presencia de las áreas verdes y permeables correspondientes.</li> <li>• <b>Cuantificación:</b> Presencia de 0.33 Has de áreas verdes comunes abiertas y</li> </ul>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

CÓDIGO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
		1.48 Has de áreas permeables.
<b>FAUNA</b>		
FA-5 FA-11	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Descripción:</b> Previo a las actividades de cambio de uso de suelo, se implementará un Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna, cuyo objetivo principal será minimizar los posibles impactos ambientales negativos hacia la fauna de vertebrados del predio donde se desarrollará el proyecto, con especial énfasis hacia los organismos de lento desplazamiento, crías en nidos o aquellos que ocupan hábitats muy particulares (cuevas y tronco huecos, principalmente) y especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (<i>Ctenosaura similis</i>).</li> <li>• <b>Verificación:</b> Evidencia de la implementación de las actividades descritas en el Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna (Registro Fotográfico)</li> <li>• <b>Cuantificación:</b> Bitácora de Ahuyentamiento y/o Rescate de Fauna</li> </ul>
FA-12	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Descripción:</b> Se llevarán a cabo pláticas de educación ambiental con los trabajadores de la obra. Asimismo, se contará con contenedores rotulados (basura orgánica e inorgánica) en lugares estratégicos dentro del predio para depositar la basura generada. Los contenedores serán vaciados periódicamente, trasladando los desechos, en camiones recolectores autorizados.</li> <li>• <b>Verificación:</b> Pláticas de educación ambiental.</li> <li>• <b>Cuantificación:</b> Lista de asistencia a las pláticas de educación ambiental.</li> </ul>

**Cuadro 59. Medidas de prevención y mitigación para no comprometer los servicios ambientales.**

CÓDIGO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
<b>CAPTURA DE CARBONO, GENERACIÓN DE OXÍGENO, AMORTIGUAMIENTO FENÓMENOS NATURALES y REGULACIÓN CLIMÁTICA</b>		
CC-5 GO-5 FN-5 MCR-5	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Descripción:</b> Como parte del proyecto se pretende mantener como áreas verdes y recreativas el 10.71% de la superficie total del predio, así como, áreas permeables el 48.30%.</li> <li>• <b>Verificación:</b> Presencia de las áreas verdes y permeables correspondientes.</li> <li>• <b>Cuantificación:</b> Presencia de 0.33 Has de áreas verdes comunes abiertas y 1.48 Has de áreas permeables.</li> </ul>
<b>PAISAJE</b>		
AI-12 PC-12	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Descripción:</b> Se contará con sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores. Además, se hará del conocimiento de los empleados de la obra para evitar prácticas inadecuadas de micción y defecación a ras del suelo. Para evitar el impacto generado por la basura orgánica e inorgánica, durante el CUSTF se contará con contenedores rotulados (basura orgánica e inorgánica) en lugares estratégicos dentro del predio para depositar la basura generada. Los contenedores serán vaciados periódicamente, trasladando los desechos, en camiones recolectores autorizados.</li> <li>• <b>Verificación:</b> Presencia de contenedores de basura y sanitarios portátiles</li> <li>• <b>Cuantificación:</b> Volumen de residuos trasladados a sitios de disposición final autorizados y comprobantes del retiro de las aguas residuales por parte de un prestador de servicios autorizado (Bitácora de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos).</li> </ul>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: “Desarrollo Habitacional Lote 1109-07”**

CÓDIGO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
<b>NATURALIDAD - CALIDAD</b>		
NC-5 NC-11	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Descripción:</b> La superficie desmontada debe permanecer expuesta el menor tiempo posible, para evitar el transporte de polvos por el viento.</li> <li>• <b>Verificación:</b> El CUSTF se ajusta a lo establecido en el presente DTU</li> <li>• <b>Cuantificación:</b> El CUSTF se ajusta a lo establecido en el Programa de Obra (Desmonte y Despalme).</li> </ul>

**Cuadro 60. Medidas de prevención y mitigación relacionadas con aspectos socioeconómicos.**

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

### **X.2 Impactos Residuales.**

De acuerdo con el Reglamento de la LGEEPA en Materia del Impacto Ambiental, un impacto ambiental residual se define como aquel que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación (Artículo 3 Fracción X).

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

El criterio para identificar los impactos ambientales residuales fue desarrollar un nuevo análisis de los impactos considerando un escenario del Proyecto para el cual todas las medidas de prevención y mitigación, planteadas en la **Sección X.1**, fueron aplicadas de manera eficaz.

Los resultados de ponderación y valoración de los impactos ambientales residuales se sintetizan en el Cuadro 61.

**Cuadro 61. Valoración cuantitativa de los impactos ambientales residuales para el proyecto una vez implementadas las medidas de prevención y mitigación planteadas.**

ACCIÓN	FACTOR	CÓDIGO IMPACTO	IMPACTO	TIPOLOGÍA IMPACTOS											
				N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I
<b>CALIDAD DEL AIRE</b>															
5	AI	AI-5	Generación de Sólidos Suspendidos	(-)	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-19
8	AI	AI-8	Generación de Sólidos Suspendidos	(-)	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-19
11	AI	AI-11	Generación de emisiones atmosféricas	(-)	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-19
12	AI	AI-12	Generación de malos olores por inadecuada disposición de aguas sanitarias	(-)	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-19
<b>PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE LOS SUELOS</b>															
5	S	S-5	Remoción de la capa fértil (despalme)	(-)	1	1	4	2	1	1	1	4	2	1	-21
8	S	S-8	Modificación Puntual de la Topografía	(-)	1	1	4	2	2	1	1	4	4	1	-24
11	S	S-11	Contaminación por derrames de hidrocarburos	(-)	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-19
12	S	S-12	Contaminación del suelo por inadecuada disposición de aguas sanitarias	(-)	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-19
<b>PROVICIÓN DE AGUA EN CALIDAD Y CANTIDAD</b>															
5	AG	AG-5	Alteración de la infiltración al acuífero	(-)	1	1	4	2	1	1	1	4	1	1	-20
11	AG	AG-11	Contaminación por filtración de derrames de hidrocarburos	(-)	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-19
12	AG	AG-12	Contaminación del acuífero por filtración de aguas sanitarias	(-)	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-19
<b>FLORA - PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD</b>															
1	FL	FL-1	Eliminación de vegetación por actividades de topografía	(-)	1	1	4	1	1	1	1	4	4	1	-22
5	FL	FL-5	Remoción de la vegetación (desmante)	(-)	1	1	4	2	2	1	1	4	4	1	-24
7	FL	FL-7	Afectación de vegetación por mala disposición del almacenamiento de residuos vegetales	(-)	1	1	4	1	2	1	1	4	1	1	-20
<b>SERVICIOS AMBIENTALES</b>															
5	CC	CC-5	Disminución en la captura de carbono y contaminantes	(-)	1	1	1	2	2	2	1	1	4	1	-19
5	GO	GO-5	Disminución en la generación de oxígeno	(-)	1	1	1	2	2	2	1	1	4	1	-19
5	FN	FN-5	Disminución en el amortiguamiento de los fenómenos naturales	(-)	1	1	1	2	2	2	1	1	4	1	-19
5	MRC	MRC-5	Disminución en la modulación o regulación climática	(-)	1	1	1	2	2	2	1	1	4	1	-19
<b>FAUNA - PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD</b>															
5	FA	FA-5	Perdida de Individuos y Reducción de	(-)	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-19

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

ACCIÓN	FACTOR	CÓDIGO IMPACTO	IMPACTO	TIPOLOGÍA IMPACTOS												
				N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	
			Hábitat													
11	FA	FA-11	Ahuyentamiento de fauna por generación de ruidos	(-)	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1		-20
12	FA	FA-12	Proliferación de fauna nociva por inadecuada disposición de residuos sólidos	(-)	1	1	2	1	1	1	1	4	1	1		-17
<b>FAUNA - FRAGMENTACIÓN DE HÁBITATS</b>																
5	FH	FH-5	Fragmentación del Hábitat	(-)	1	1	4	2	2	1	1	4	4	1		-24
<b>PAISAJE (ESTÉTICA) - CALIDAD</b>																
12	PC	PC-12	Dispersión de residuos sólidos a predios colindantes	(-)	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1		-19
<b>NATURALIDAD - CALIDAD</b>																
5	NC	NC-5	Contemplación de áreas sin vegetación	(-)	1	1	4	1	1	1	4	4	4	1		-25
11	NC	NC-11	Contemplación de Maquinaria	(-)	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1		-20
<b>RECURSOS HUMANOS - CALIDAD DE VIDA</b>																
5	RHC	RHC-5	Movilidad Urbana	(-)	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1		-20
11	RHC	RHC-11	Afectación de la población por incremento en niveles sonoros	(-)	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1		-20
<b>RECURSOS HUMANOS - SALUD Y SEGURIDAD</b>																
12	RHS	RHS-12	Transmisión de enfermedades y accidentes por fauna nociva	(-)	1	1	2	1	1	1	1	4	2	1		-18

De acuerdo con el cuadro previamente citado, se concluye que una vez implementadas las medidas de mitigación planteadas por el proyecto, todos los impactos ambientales se consideran irrelevantes. Las afectaciones relacionadas con las actividades de Desmote y Despalme, presentan los valores más altos (-20 < -25).

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

Asimismo, y en términos de la LGDFS (Artículo 7 y 117), el CUSTF del proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07", la promovente implementará las acciones para evitar efectos previsibles de deterioro sobre los preceptos normativos de excepcionalidad así como sobre los servicios ambientales, además de acciones para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare por la implementación del CUSTF por lo que se puede considerar como viable.



### X.3 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

Por su ubicación, el sitio del proyecto colinda con las áreas de crecimiento urbano al norte de la Ciudad de Cancún en donde se localizan desarrollos habitacionales similares al planteado por el presente proyecto como son Galaxias del Sol, Vista Real, Villas del Mar, La Joya, etc. Asimismo, al estar dentro de una zona de crecimiento urbana, se presentan tiendas, gimnasios, gasolineras, escuelas, centros de culto religioso, en las colindancias del proyecto habitacional (Figura 31).



Figura 31. Panorámica del sitio en donde se llevará cabo el desarrollo habitacional.

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 arbustiva y arbórea derivada de una selva mediana subperennifolia.

En el área de influencia directa de este proyecto predomina la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, las áreas urbanizadas y los asentamientos humanos que en conjunto suman el 100% del área de influencia. En el área de influencia de este proyecto se identifican áreas sin vegetación aparente que representan fragmentos que permanecen actualmente sin



cobertura vegetal que están ocupadas por los asentamientos humanos, vialidades y avenidas, por lo que este sistema ambiental corresponde a un ecosistema fragmentado y en continua modificación, ya que considerando al PDU 2104-2030 hacia la zona norte es donde se extenderá la mancha urbana de la ciudad de Cancún (Figura 32).



**Figura 32. Panorámicas de las colindancias del sitio del proyecto.**

De acuerdo con los resultados obtenidos del trabajo de campo se identificó que el tipo de vegetación predominante en el predio corresponde a una vegetación secundaria arbórea derivada de una selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ), en proceso de recuperación.

Esta vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia es producto de afectaciones diversas que se relacionan con los efectos de fenómenos hidrometeorológicos recurrentes y actividades antropogénicas relacionadas con la expansión de la mancha urbana. Por las características de desarrollo registradas en estas comunidades corresponden a etapas intermedias de un proceso de regeneración, razón por lo que predominan árboles jóvenes de diámetros menores y arbustos, mezclándose con árboles maduros sobresalientes que se localizan en el interior del predio y que son provenientes de la vegetación previa.





**Figura 33. Afectaciones por actividad humana registradas al interior del lote 1109-07.**

La comunidad que integra la cobertura vegetal del predio, presenta una composición florística en etapas intermedias de regeneración, en donde el arbolado dominante es joven, aunque existen algunos árboles maduros dispersos, por lo que el dosel se aprecia de forma irregular. En el sotobosque de esta comunidad son comunes las plántulas y juveniles de las especies arbóreas, palmas, trepadoras y algunas gramíneas. A nivel del suelo es evidente la materia orgánica acumulada y en descomposición, originada por el proceso de regeneración vegetativa (ramas, hojas, etc.) de las distintas especies que se encuentran presentes.

En este predio solo registró una especie la palma Chit (*Thrinax radiata*) que está incluida con la categoría de Amenazada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección Ambiental Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión o cambio de lista de especies en riesgo publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2010. En relación con la fauna, solo se registró la presencia de una especie la iguana gris (*Ctenosaura similis*) la cual cuenta con estatus de amenazada.

El escaso número de especies de fauna registradas en este estudio encuentra su explicación en dos aspectos fundamentales: el estado de deterioro de la vegetación debido a las

perturbaciones meteorológicas y antropogénicas, por la presencia de asentamientos humanos debido a que la zona de estudio se encuentra muy próxima a sitios habitados.

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

Por su naturaleza, el proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07" se encuentra clasificado como un Desarrollo Habitacional Urbano con un uso de suelo habitacional en el cual se pretende llevar a cabo la construcción de 240 viviendas con una densidad habitacional de 77.9 viviendas/ha.

El desarrollo habitacional contará con usos de suelo principalmente habitacional (MX/80), áreas verdes y recreativas, área comercial y vialidades, la cual se encuentra acorde con la zonificación secundaria establecida por el PDU de Cancún y se contará con todos los servicios de energía eléctrica, agua potable y drenaje sanitario.

El sitio del proyecto, se encuentra debidamente regulado por los siguientes instrumentos de planeación, con lo que se anticipa un proyecto viable en el ámbito de sus competencias:

- De acuerdo con el POEL de Benito Juárez, se establece que el predio se encuentra inmerso dentro de la Unidad de Gestión Ambiental UGA 21 con una política ambiental de Aprovechamiento Sustentable.
- De acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030), el sitio del proyecto cuenta con un uso de suelo MX/80.

El sitio del proyecto ofrece facilidades de acceso (Av. Arco Norte) y características de ubicación apropiadas para el desarrollo del proyecto (regulación por PDU), ya que se encuentra dentro del área urbana de Cancún, con la factibilidad de dotación de servicios municipales, eléctricos, y de agua potable y alcantarillado.

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

#### **X.5 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.**

La puesta en marcha del proyecto, y la consecuente implementación de las medidas de prevención y mitigación que se ponen a consideración de la autoridad para su evaluación, permitirán controlar y mitigar los impactos ambientales adversos al predio y al ambiente. El proyecto cuenta con medidas de prevención y mitigación para evitar la afectación de los siguientes factores y servicios ambientales:

- provisión del agua en calidad y cantidad;
- captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales;

- generación de oxígeno;
- amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales;
- modulación o regulación climática;
- protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida;
- protección y recuperación de suelos;
- paisaje y la recreación;
- recursos humanos.

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

Asimismo, se puede concluir que las actividades de CUSTF del proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07", no comprometerán la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, ni el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, ya que se contará con medidas de prevención o mitigación para los impactos ambientales generados por el proyecto.

#### **X.6 Pronóstico Ambiental.**

En la actualidad en este sistema ambiental, se reconoce como predominante la ocupación urbana, la mayor parte de este polígono se encuentra habitada, estas áreas habitadas están urbanizadas y corresponden a fraccionamientos habitacionales diversos, centros comerciales, oficinas, gasolineras y colegios. En este sistema ambiental se aprecian numerosos fragmentos de vegetación secundaria derivada de la selva mediana subperennifolia en proceso de degradación, los cuales se encuentran separados por calles y avenidas.

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 y al sitio del proyecto, mediante la implementación de actividades, programas y medidas preventivas y/o correctivas. En el sotobosque de la comunidad vegetal del predio se aprecian evidencias de intervenciones humanas relacionadas con actividades de los predios colindantes. En las orillas del predio se observa con regularidad basura y desperdicios acumulados.

La puesta en marcha del cambio de uso del suelo del proyecto y una vez concluida la construcción del desarrollo habitacional, traerá consigo que se aumente la oferta habitacional, sin atentar contra el desarrollo de la zona y no pone en riesgo la diversidad de especies de flora y fauna en peligro de extinción, ni la contaminación del suelo y subsuelo ocasionado por la generación de residuos sólidos y defecación al aire libre ya que existirán medidas de prevención aplicables como se mencionan en los numerales anteriores. Finalmente, se generarán empleos temporales durante su construcción.

## X.7 Programa de Manejo Ambiental.

Aunando a las medidas de prevención y mitigación establecidas en la **Sección X.1** para los impactos ambientales que pueda generar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07", se requieren de medidas integrales de manejo que permitan su mitigación, prevención, atenuación o reducción, apegando el proyecto a la normatividad ambiental aplicable, para lo cual se presentan los siguientes programas que permitan la supervisión ambiental adecuada del proyecto:

- **Programa de Rescate y Reubicación de Especies de la Vegetación Forestal.**

El Artículo 123 Bis del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, establece que *para efectos de lo dispuesto en el párrafo cuarto del artículo 117 de la Ley, la Secretaría incluirá en su resolución de autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, mismo que estará obligado a cumplir el titular de la autorización.*

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

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

En la superficie de 3.08 Has donde se pretende el cambio de uso del suelo para el proyecto, se propone el rescate de aproximadamente 2,027 plantas silvestres de cuando menos 19 especies nativas, toda vez que este predio está destinado para la construcción de viviendas e infraestructura urbana. Para el adecuado manejo de las plantas rescatadas se acondicionará un vivero temporal con instalaciones para proporcionar los cuidados necesarios a las plantas rescatadas.

- **Programa de Ahuyentamiento y/o Rescate de Fauna.**

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



- **Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos.**

La implementación del cambio de uso del suelo en terrenos forestales dentro del sitio del proyecto, conllevará la generación de residuos líquidos y sólidos. Con la finalidad de disminuir al máximo los riesgos de contaminación al suelo y al manto freático y con el objetivo principal de que las medidas de mitigación sean implementadas de manera efectiva, se ha considerado conjuntarlas en un Programa de Manejo de Residuos cuyos componentes se presentan a continuación:

- Supervisión del uso de sanitarios portátiles en frentes de trabajo, los cuales serán instalados en proporción de un sanitario por cada 20 trabajadores.
- Supervisión del mantenimiento de la infraestructura sanitaria y la disposición final de residuos líquidos a cargo de empresas acreditadas para tal fin por las autoridades competentes.
- Supervisión de la colocación y adecuada ubicación de los contenedores de basura, rotulados (basura orgánica e inorgánica) y con tapa.
- Supervisión de que los residuos sólidos domésticos sean colocados en los contenedores específicos y que su contenido sea retirado y conducido hacia el relleno sanitario del Municipio.
- Supervisión del adecuado mantenimiento de la maquinaria para evitar la producción de ruidos, gases y derrames de líquidos.

#### **X.8 Seguimiento y control.**

Para garantizar el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación propuestas en el documento para los impactos ambientales producto del cambio de uso del suelo en terrenos forestales para el sitio de interés, se presenta el Programa de Seguimiento y Control el cual tiene como objetivos principales los siguientes:

- Vigilar el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación propuestas para cada uno de los impactos ambientales identificados.
- Vigilar el cumplimiento de los términos y condicionantes emitidos por la autoridad correspondiente posterior a su análisis del presente documento técnico unificado de cambio de uso de suelo.
- Vigilar que no se produzcan impactos ambientales adicionales a los ya identificados en el presente documento, y en su caso, aplicar medidas de prevención, mitigación y compensación para dichos impactos.

Lo anterior se pretende lograr mediante el recorrido de las áreas sujetas al cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por parte de personal capacitado, así como, la elaboración de informes de seguimiento que deberán ser presentados a los encargados de obra para que en su caso se apliquen las medidas preventivas, de mitigación o de compensación correspondientes.



Para el seguimiento del presente programa, se tendrán en consideración los indicadores del Cuadro 62.

**Cuadro 62. Identificadores de Impacto para el Programa de Monitoreo del Proyecto.**

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

### **X.9 Procedimiento para instrumentar medidas de mejora.**

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

En el Cuadro 63, se presenta una estimación de los costos de implementación de las medidas de mitigación propuestas, así como el cumplimiento del programa ambiental descrito con anterioridad. Por lo cual, se considera que este proyecto resulta ambientalmente responsable, si se respetan las restricciones de construcción previstas y se da cabal cumplimiento al programa de trabajo, a las medidas de mitigación propuestas y a los criterios y parámetros establecidos en los instrumentos de planeación vigentes.

**Cuadro 63. Costo total de la inversión para el Programa de Manejo Ambiental de este proyecto**

CONCEPTO	IMPORTE
Costo del rescate de plantas silvestres (2,027 plantas con un costo de rescate promedio de \$10.00 pesos).	\$20,700.00
Costo del mantenimiento de las plantas rescatadas por un periodo de cuando menos 12 meses (5,000 por mes).	\$60,000.00
Costo de las labores de reforestación y mantenimiento por un periodo de cuando menos 18 meses (40,000 por año).	\$60,000.00
Costo de las labores de ahuyentamiento de fauna (15,000 pesos para 30 días).	\$15,000.00
Costo de las labores de trituración de los residuos vegetales.	\$20,000.00
<b>COSTO TOTAL DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL</b>	<b>\$175,700.00</b>

Por lo tanto, se estima que la ejecución del Programa de Manejo Ambiental para este proyecto tiene un costo total de inversión de **\$175,700.00 pesos MN.**, para la ejecución de las labores contempladas como medidas de mitigación para el rescate de flora, ahuyentamiento de fauna, reforestación con plantas nativas, recuperación de materias primas forestales y triturado de residuos vegetales.

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

El artículo 7 fracción XXXVII de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable establece **Servicios ambientales**: Los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del **agua en calidad y cantidad**; la **captura de carbono, de contaminantes** y componentes naturales; la **generación de oxígeno**; el **amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales**; la **modulación o regulación climática**; la protección de la **biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida**; la protección y recuperación de **suelos**; el **paisaje** y la recreación, entre otros;

De acuerdo con la **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**, los **Servicios ambientales** son: *Los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros.*

EL predio donde se pretende realizar el proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07", se encuentra en un área con vegetación de selva mediana subperennifolia, la cual se encuentra parcialmente impactada por fenómenos meteorológicos presentando distintos estratos en diferentes partes del predio, por otra parte, el polígono donde se establecerá el proyecto se encuentra en una UGA 21 denominada Zona Urbana de Cancún.

Como se ha visto, sobre el territorio nacional se desarrolla un ensamble de ecosistemas naturales que producen bienes y servicios ambientales estratégicos y de alto valor, a través de una densa red de interconexiones de materiales y energía entre seres vivos que tiene una naturaleza dinámica y un equilibrio relativamente frágil. En el caso de la región donde se ubica el predio, se superponen complejas relaciones sociales de propiedad con los ecosistemas y los bienes y servicios vitales que estos generan, los cuales tienen características o funciones de tipo público.

Los servicios ambientales se pueden definir como el conjunto de condiciones y proceso naturales 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 conservación de germoplasma y la biodiversidad con uso potencial para el beneficio humano, la estabilidad climática, la contribución a ciclos básicos (agua, carbono y otros nutrientes) y la conservación de suelos, entre otros.

Un análisis general de lo que estaría sucediendo con el cambio de uso de suelo forestal, es la disminución de los servicios ambientales que ofrecen los ecosistemas en donde se encuentra el predio.

Los ecosistemas de una cuenca brindan numerosos servicios ambientales no sólo a la zona en la que se encuentran, sino también a regiones cercanas y, de manera indirecta, al resto del país. Entre estos servicios se cuentan la regulación de los ciclos biogeoquímicos (por ejemplo, por la captura de carbono y generación de oxígeno), el mantenimiento de los flujos hidrológicos, la recarga de los acuíferos, el mantenimiento de la productividad biológica y la biodiversidad, la regulación climática, la oferta de agua dulce, la protección y recuperación de suelos, el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales, el reciclaje de nutrientes y la generación de espacios habitables para las poblaciones humanas.

La SEMARNAT señala que los servicios ambientales o ecosistémicos, son los beneficios intangibles que los diferentes ecosistemas ponen a disposición de la sociedad, ya sea de manera natural o por medio de su manejo sustentable. En consecuencia, la base de los servicios ambientales se encuentre en los componentes y procesos que integran los ecosistemas.

Por lo anterior de los servicios ambientales se destacan los siguientes:

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

Podemos entender los servicios ambientales como los procesos y las funciones de los ecosistemas que, además de influir directamente en el mantenimiento de la vida, generan beneficios y bienestar para las personas y las comunidades.

Cada una de nuestras acciones enfocadas a obtener bienes y servicios del medio natural, así como los fenómenos naturales, pueden tener la capacidad de vencer la resiliencia de los ecosistemas y suspender de manera temporal o permanente la capacidad de generar servicios ambientales.

En relación a lo solicitado en el presente apartado solo se van a analizar y determinar la afectación puntual que se generara por el cambio de uso del suelo en terrenos forestales del predio en cuestión, indicando marco de referencia; para aquellos servicios ambientales que puedan ser cuantificables y que brinda la superficie forestal actual del predio y que pudiese ponerse en riesgo con la implementación del Cambio de Uso de Suelo para el desarrollo del proyecto.

Por otro lado como se ha mencionado en el capítulo V, de acuerdo con lo establecido por INEGI, el predio se localiza en una zona de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia lo

cual coincide con lo observado a nivel de campo mediante la realización de un muestreo forestal mediante el cual se definieron los parámetros cuantitativos de la masa forestal presentes en el predio; ratificándose la existencia de un solo tipo de vegetación: Selva mediana subperennifolia con diversos niveles de impacto con afectaciones por actividades antropogénicas diversas y por fenómenos hidrometeoro lógicos .

Bajo las condiciones actuales de cómo se encuentra la actual vegetación que se desarrolla en el predio, es de notarse que aún prevalece la generación de algunos servicios ambientales importantes.

A continuación, se hace una revisión de los servicios ambientales que pudieron verse afectados y su impacto.

### **1). 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.

El subsuelo de la Península de Yucatán está conformado por roca calcárea; es decir, porosa, lo que lo hace sumamente permeable; asimismo, la zona carece de cuerpos de agua superficiales, pues la mayoría corren de forma subterránea entrelazándose a manera de intrincadas redes de ríos localizados a niveles de poca profundidad.

Por lo que la presencia de una cubierta vegetal le sirve como receptor y purificador del agua proveniente de la lluvia misma que es conducida hacia el subsuelo; a nivel local la demanda de agua de la ciudad de Chetumal crece de manera exponencial, lo que confirma la relevancia en este servicio que muchas veces pasa inadvertido.

De acuerdo a la CONABIO, la hidrología de la península es del cretácico medio e inferior, terciario, con rocas sedimentarias marinas predominantemente calcáreas (calizas y areniscas), con alta permeabilidad.

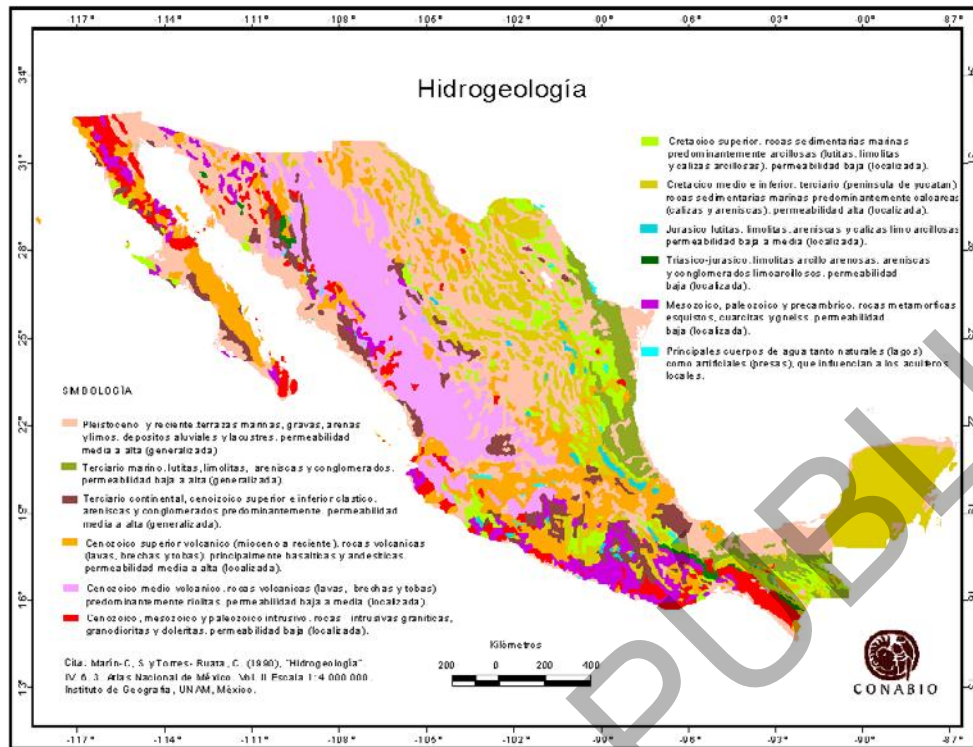


Figura 34. Plano de hidrología a nivel nacional

Es importante resaltar el servicio ambiental hídrico, sus características en el Estado, en la cuenca y en la zona del predio. Quintana Roo dispone en promedio de 6,187.2 hectómetros cúbicos (hm<sup>3</sup>) de agua al año. El volumen de agua concesionada es de aproximadamente 459.8 hm<sup>3</sup>, de los cuales casi el 20% se destinan para abastecimiento público. Las aguas superficiales para éste uso son poco significativas 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 (32A). 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 superficial 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).

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 1,012.87 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 3.08 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 0.0002 % 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, 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.

En virtud de lo anterior, se pretende mantener dentro del proyecto 0.33 has de áreas verdes que representa el 10.71% de la superficie total del predio, así como el mantener el 48.30% de áreas permeables, que permitirán conservar los procesos naturales en la captación del agua pluvial 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.

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 proporcionarán suficientes instalaciones de baños portátiles para el personal que labore en el predio, con el objeto de no afectar el manto freático por la defecación y micción al aire libre en los sitios aledaños a las áreas de 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 colocarán depósitos temporales para residuos domésticos (cartón, papel, unicel, plásticos, aluminio etc.), para evitar el esparcimiento de basura en el predio.

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

## **2). La protección y recuperación de suelos.**

En definitiva, una de las debilidades de los suelos que conforma la península de Yucatán, es que son de una casi inexistente capa de materia orgánica y pedregosos, por lo que la presencia de la vegetación así como las características de las mismas, que en época de lluvias cuentan con abundante follaje y que éste follaje cae al suelo (proceso de Abscisión) durante los meses de sequía, el suelo se enriquece por la descomposición convirtiéndose en materia orgánica; de la misma manera, el sistema radicular vegetativo ayuda a evitar la erosión producida por el agua o el viento.

En la degradación de suelos se reconocen dos procesos: **1) el que implica el desplazamiento del material del suelo, que tiene como agente causal a la erosión hídrica y la eólica y 2) el que se refleja en un detrimento de la calidad del suelo, tal como la degradación química y la biológica (física).** y sus características son las siguientes:

**Erosión Hídrica:** Es el desprendimiento de las partículas del suelo bajo la acción del agua dejándolo desprotegido y alterando su capacidad de infiltración, lo que propicia el escurrimiento superficial.

**Erosión eólica:** Corresponde a la provocada por el viento.

**Erosión Química:** Está muy asociada a la intensificación de la agricultura, ésta se debe a la reducción de su fertilidad por pérdida de nutrientes

**Erosión Física:** Se refiere principalmente a la pérdida de la capacidad del sustrato para absorber y almacenar agua, esto ocurre cuando el suelo se compacta, se endurece o es recubierto.

De acuerdo a los planos elaborados por la SEMARNAT y el Colegio de posgraduados (2003), establece que para el estado de Quintana Roo la **degradación de los suelos por causas hídricas o eólicas** corresponde a ceros o no existe erosión.

El cambio de uso de suelo forestal en una superficie de 3.08 hectáreas de selva mediana con vegetación secundaria, pudiera afectar la capacidad de amortiguamiento a la erosión por efectos de la precipitación pluvial en la zona del predio, y por consecuencia, en el área de influencia del mismo. Sin embargo, este efecto no será significativo ya que en la superficie que se solicita como cambio de uso de suelo estos corresponden con el tipo corresponde a Litosol con Rendzina de clase textural media (I+E/2) y aunque se cubrirán con material permeable éste contará con drenes a base de tubos de dimensiones suficientes para permitir el adecuado flujo superficial en la época de lluvias.

Como se podrá explicar 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 de la vegetación forestal correspondiente a vegetación secundaria de Selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ), se realizará en el 100% de la superficie total del terreno, por lo que el proyecto implementará el rescate y reubicación de especies de flora y fauna.

Si bien, la eliminación de la vegetación forestal afectará a este servicio ambiental, se puede determinar que el proyecto solo creará un impacto de carácter moderado, sin embargo, esta afectación solo corresponde al área del predio, por lo que no se pondrá en riesgo este servicio ambiental. Por lo que, en términos de erosión, la remoción de la vegetación de 3.08 hectáreas,

originará una erosión no significativa con un valor menor al 0.00003% con respecto al total de erosión baja que se reconoce para la Península (44,875 km<sup>2</sup>). Además, la erosión será mucho inferior a la erosión máxima permisible, incluso en otras regiones de México.

Las características del proyecto que se pretende implementar, el cual corresponde a un área de crecimiento de la Ciudad de Cancún y por lo anterior de la mancha urbana, se puede determinar que la afectación se considerada como un proceso de degradación de los suelos; ya que generaran pérdida de suelo, consideradas dentro del PDU gesta designando dicha área como áreas urbanizadas.

Como medida se realizará el triturado y composta del material producto del desmonte de la vegetación solicitado, una vez 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, tal y como lo establece la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

### **3). La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida.**

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 todo el sistema ambiental.

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 parcial y total respectivamente.

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.

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:

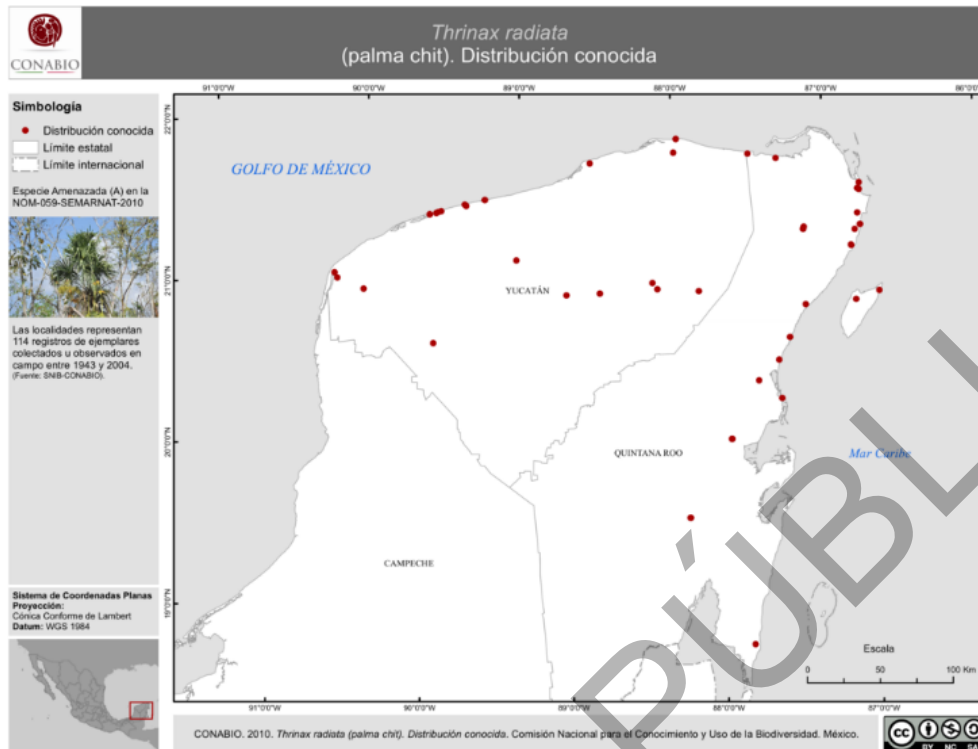
- 1) Existen pocas especies endémicas; no se presentan especies restringidas; todas las especies tienen intervalos de distribución amplios; las especies registradas también están presentes en muchos otros sitios de la Península y del Estado de Quintana Roo, los cuales incluyen diferentes tipos de vegetación e incluso hábitats naturales e inducidos.
- 2) La superficie que será sometida a cambio de uso del suelo (3.08 has del total), representa únicamente el 0.0001% de las selvas altas y medianas subperennifolia del Estado (2'891,578.75 hectáreas). Fuente *Inventario Forestal Estatal de Quintana Roo*.

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 95 especies de flora que representan el 4.1% del total registrado para la Península de Yucatán con 2,300 especies de flora y el 5.2 % 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 4 especies de mamíferos, 4 especies de reptiles y 25 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 algunas en construcción, presenta vegetación secundaria y severas afectaciones antropogénicas que han mermado su calidad ambiental. Empero, 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.

Con la información recopilada en este predio, se reporta una sola especie como Amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la palma Chit (*Thrinax radiata*) misma encabeza la lista de las especies que serán rescatadas y reubicadas, 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.

La palma Chit (*Thrinax radiata*) esta ampliamente representada en el sistema ambiental y en la Península de Yucatán, como se evidencia en las cartas de distribución conocida reportadas por la CONABIO. Además, para esta especie en particular se han considerado acciones preventivas y de mitigación para reducir aún más una posible afectación.



**Figura 35. Distribución conocida de la palma *Thrinax radiata* (chit), de acuerdo con la CONABIO. Fuente: Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2010.**

Con la información recopilada en este predio, 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.

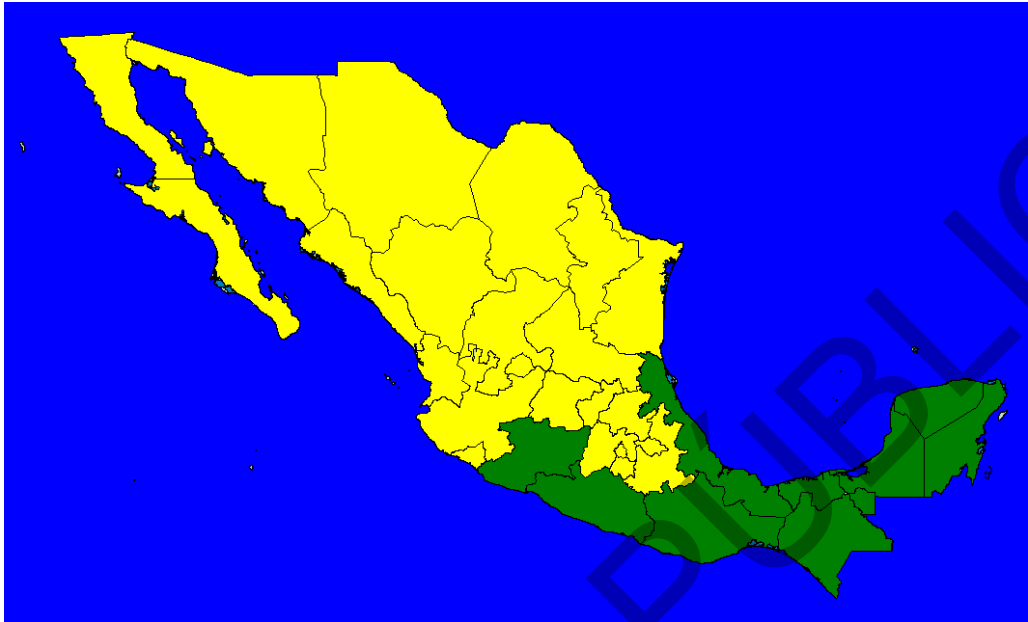
Más aún, *Thrinax radiata* ha sido privilegiada en el Programa permanente de reforestación para el mejoramiento ambiental de escuelas y áreas públicas que implementa la Dirección General de Ecología del Ayuntamiento Benito Juárez y son relativamente comunes dentro de la zona urbana de Cancún y en su zona hotelera.

En lo que se refiere a las especies de fauna 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 la ciudad de Cancún. 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 36. Área de distribución de la iguana rayada (*Ctenosaura similis*) en México. Fuente: Ramírez Bautista y Arizmendi, 2004.**

Como resultado del análisis de las características de las especies de flora y fauna silvestres y su distribución, así como de la extensión y ubicación del predio del proyecto, se concluye que la ejecución del cambio de uso del suelo que se solicita no tendrá implicaciones perceptibles sobre la biodiversidad de la Subcuenca "a" que incluye al predio, o en el sistema ambiental definido para el proyecto.

Por lo tanto, el germoplasma y la biodiversidad quedan garantizados. Asimismo, con la implementación de los Programas de Rescate de Flora y Fauna Silvestre, se establecerán lineamientos que evitarán el deterioro total del sitio. El hecho de rescatar especies con estatus incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, le permite al proyecto ofrecer la garantía de que la biodiversidad se habrá de mantener.

Además y de acuerdo con los datos del inventario forestal, para el predio de interés se registra una escasa diversidad forestal, el proyecto no compromete la diversidad local, o del sistema ambiental donde se localiza el predio, dado el estado actual del ecosistema, considerando que tanto en el predio del área sujeta a cambio de uso de suelo como en el ecosistema del sistema ambiental se presenta una composición florística similar, ya que la vegetación está compuesta principalmente de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia 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 0.33 has como áreas verdes naturales modificadas que se mantendrán con su cobertura en su estrato arbustivo y arbóreo.

#### 4). Captura de Carbono de contaminantes y componentes naturales

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

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

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

Para Quintana Roo, se ha estimado la captura de carbono para las selvas presentes en la entidad, en una magnitud de 1'858,724 toneladas de CO<sub>2</sub> por año (Torres y Guevara 2002). Considerando que el Estado tiene una superficie de 50,843 km<sup>2</sup> de los cuales 67.44% es ocupada por selvas (alta y mediana subperennifolia; mediana caducifolia y subcaducifolia; baja caducifolia y subcaducifolia y baja subperennifolia) (Thomassiny y Chan 2011), es posible que se capture aproximadamente 54.20 toneladas de CO<sub>2</sub> por año/km<sup>2</sup>.

Para determinar la cantidad de carbono secuestrado en la superficie forestal del proyecto, este se realizó mediante el método IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático), (Ordoñez, 2001), que considera los siguientes supuestos:

Para la estimación de la masa vegetal que se acumula en bosques y selvas se han desarrollado diversas metodologías, las principales se basan en inventarios de árboles en pie, inventarios de la vegetación rastrera (mantillo), medición de biomasa muerta (necromasa) y medición de biomasa en raíces y suelo (Husch, 2001).

Las técnicas de estimación de la biomasa viva están basadas en estadísticas sobre la densidad de la vegetación y peso por especie. La estimación de biomasa en raíces es más compleja, ya que requiere del muestreo por especie y tipo de suelo además de no tener factores estadísticos aplicables. La estimación de carbono en suelos es la parte más difícil, ya que, dependiendo del

tipo de suelo, se requiere de análisis químicos de mayor o menor sensibilidad. Las técnicas más reconocidas son muestras tubulares de suelos, calicatas o excavación (Husch, 2001).

La precisión de las estimaciones de biomasa es de crítica importancia, porque los modelos determinan la cantidad de carbono que llega a la atmósfera 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 m<sup>3</sup>), se calculó por el método de IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático) como se indica a continuación:

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

Dónde:

CCC= Coeficiente de captura de carbono

Vr= Volumen real en m<sup>3</sup>

Fd= Factor densidad

FCC= Factor de captura de carbono

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

- Cálculo del volumen total en metros cúbicos
- Estimación de la superficie total de aprovechamiento (ha)
- Multiplicación del factor de densidad (para coníferas 0,48 y 0,60 para latifoliadas) por el volumen calculado (Ordoñez, 2001)
- Multiplicación del resultado anterior por el factor de contenido de carbono 0,45 (toneladas de carbono/toneladas de materia seca) (Ordoñez, 2001)
- Multiplicación del resultado de esta última estimación por la superficie total, para obtener el indicador en toneladas por hectárea.

Los valores obtenidos siguiendo el método anterior se presentan en el siguiente cuadro. En dicha estimación se están considerando todos los individuos con DAP de 3 cm en adelante.

**Cuadro 64. Cálculo de captura de Carbono**

<b>Clasificación</b>	<b>Volumen Total Árbol (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Factor de densidad</b>	<b>Factor CO<sub>2</sub></b>	<b>Captura de CO<sub>2</sub> (t)</b>
Latifoliadas	102.62	0.60	0.45	27.7

El resultado total de 27.7 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 3.08 hectáreas que se solicita el CUSTF se perderá 85.3 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.

#### **5). 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 CO<sub>2</sub> y liberan O<sub>2</sub> y lo que se produce es glucosa, almidón y demás sustancias necesarias para las plantas, y de noche, no pueden "producir ni desechar" CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>, por lo que también son fuente de liberación de CO<sub>2</sub> en la noche. Aunque parezca un poco contradictorio un árbol maduro se considera que tiene tasa cero en la captura y liberación de CO<sub>2</sub> 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.

#### **6). El amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales.**

Durante el verano, en el Caribe y el Golfo de México se generan fenómenos relacionados con la inestabilidad atmosférica y que se favorece la presencia de bajas presiones; lo cual a su vez que da lugar a la formación de tormentas tropicales. Estas dependiendo de la energía acumulada pueden evolucionar para formar un ciclón o un huracán. Además de que Quintana Roo es el estado de la República Mexicana con mayor incidencia de huracanes, por lo que temporada de estos fenómenos meteorológicos abarca desde junio a noviembre y ocasionalmente pueden presentarse fuera de temporada.

De acuerdo con los registros, septiembre es el mes en que se manifiesta la mayor actividad de este tipo de fenómenos. Así entre los meses de agosto a octubre se origina el 80% de los huracanes de la temporada, y en septiembre tiene lugar el 40% de los que alcanzan las más altas categorías y con efectos más destructivos (Morales, 1993). La intensidad de los vientos durante un huracán varía según las condiciones climáticas que se presenten, por lo van desde los 120 a los 300 km/h, con ráfagas incluso superiores a ésta última.

En lo particular, para el estado existe la posibilidad de que estos fenómenos climáticos generados principalmente en el Mar Caribe afecten la zona costera y de manera directa a todo el municipio de Benito Juárez, ya que éste se encuentra en su radio de acción y aun cuando la mayoría de estos no tocan tierra y pasan por el canal de Yucatán, el efecto de sus vientos y oleaje llegan a provocar intensos procesos de erosión en las costas del estado.

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

Algunos de estos fenómenos se presentan al finalizar la temporada de huracanes (noviembre), por lo que su trayectoria puede verse afectada por la incidencia de los Nortes o frentes fríos. Lo que ha ocasionado que se desvíen hacia el sur como fue el caso del huracán Mitch (1998), por lo que en su recorrido impactó a los países centroamericanos. No obstante, en el Estado se tuvo la incidencia directa sobre la franja costera cuyos efectos fueron fuertemente significativos, debido al oleaje de tormenta que se generó.

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

Para el caso del proyecto "*Desarrollo habitacional lote 1109-07*", se considera que la remoción de vegetación forestal en una superficie de 3.08 hectáreas de selva mediana con vegetación secundaria es poco significativa.

Además de que el proyecto contempla destinar 0.33 has como áreas verdes naturales modificadas que se mantendrán con su cobertura en su estrato arbustivo y arbóreo. Por otra parte, se debe esperar que la vegetación forestal o de selva sea remplazada por el componente urbano, el cual de igual manera contribuye a la mitigación de los eventos meteóricos.

## 7). La modulación o regulación climática.

Los espacios que cuentan con una cobertura vegetal contribuyen de manera directa a la regulación de los factores climáticos extremos. Para la zona de la ciudad Cancún, los registros refieren que se ubica dentro de una zona de clima  $Aw_0$  misma que se define como cálido subhúmedo (el más seco de los subhúmedos que se distribuyen en Quintana Roo). Dentro de este régimen y durante los meses de verano se llegan a alcanzar temperaturas extremas de hasta los 40°C, razón por la cual las áreas naturales juegan un papel preponderante para minimizar los efectos de las altas temperaturas.

Debido a que se requiere la remoción de vegetación forestal o de selva en una superficie de 3.08 hectáreas para el establecimiento del proyecto, sin embargo se ha de mencionar que dentro de esta superficie solicitada se encuentran incluidos áreas verdes naturales que serán modificadas en su estrato herbáceo y permanecerá la vegetación arbórea, además se contempla áreas ajardinadas lo que incrementa una mayor cobertura de áreas verdes y que ayuda a la reducción las altas temperaturas que se dan continuamente en la región, el microclima de una zona de cubierta por selva mediana con vegetación secundaria promoverá la modificación de varios factores, como son:

- Incremento en la radiación solar. En las selvas tropicales la densidad de la cubierta vegetal reduce el paso de la luz y el calor, situación que será modificada por el cambio de uso del suelo. Sin embargo, estos eventos tendrán menor impacto y repercusión de lo que podría esperarse debido a que la vegetación del inmueble del proyecto es de baja altura con árboles por debajo de los 8 m. Además de que el proyecto contempla la permanencia de más de 0.33 has de áreas verdes, que se mantendrán con su vegetación natural eliminando el estrato herbáceo.
- Disminución de las temperaturas máximas en verano: En los ecosistemas mejor conservados, la cubierta vegetal representada por un dosel arbóreo intercepta el paso de los rayos solares, atenúa la fuerza del viento y retarda la irradiación del calor del suelo. La transpiración de las plantas también resta calor al medio. Como en el caso anterior, se debería esperar que esta situación sea modificada por el cambio de uso del suelo para el desarrollo del proyecto. No obstante, de nueva cuenta estos eventos tendrán un bajo impacto, debido precisamente a que la vegetación del inmueble del proyecto que se cubren de una vegetación de baja altura. Además de que el proyecto contempla la permanencia de más de 0.33 has de áreas verdes, que se mantendrá con elementos arbóreos y arbustivos que permanecerán en su estado natural.
- La vegetación selvática reduce la fuerza del viento y, por lo tanto, disminuye la evaporación y su efecto desecador debido a los vientos secos. En estos ambientes, los árboles enfrentan unidos las inclemencias del clima, actuando en conjunto. Al igual que en los puntos arriba descritos, los elementos para evitar la evaporación se encuentran modificados, debido al escaso grado de desarrollo de la cobertura vegetal y que se extiende debido el carácter urbano de zona de interés.



Con base en las consideraciones anteriores, se observa que aun y cuando dentro de la zona urbana de la ciudad de Cancún se cuenta con algunos sectores cubiertos de vegetación de características selváticas, la modulación o regulación climática se encuentra fuertemente modificada, ya que los espacios paulatinamente se han ido transformando en vialidades cubiertas de asfalto y edificaciones de muy distintas características. Sin embargo, también señalamos que el aprovechamiento que propone el proyecto no pone en riesgo las condiciones climáticas puesto que la infraestructura por establecer es la mínima necesaria.

### **8). Paisaje y Recreación.**

El cambio de uso de suelo tendrá afectaciones en la belleza escénica en la zona del proyecto. Los impactos se verán de manifiesto en la fragmentación y modificación de la vegetación natural existente dentro del predio, en la disminución de las existencias arbóreas, en algunas áreas se impedirá la sucesión ecológica, cambiará el entorno por estructuras constructivas y se incrementará la presencia humana. Si bien este servicio ambiental se modificará, no se pondrá en riesgo el valor paisajístico de la cuenca, ya que la vegetación existente en el predio corresponde a una vegetación secundaria sujeta a una fuerte presión por la expansión urbana, la pendiente topográfica no será afectada y la transparencia atmosférica se mantendrá. El desmonte adicional, no provocará afectaciones significativas con relación a las que ya se presentan actualmente en el predio. Sin embargo, a continuación, se presenta una breve descripción del concepto de paisaje.

El concepto de paisaje –extensión de terreno que se ve desde un sitio<sup>6</sup>- 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).

---

<sup>6</sup> Definición del Diccionario de la lengua española, RAE, 2001.

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 del paisaje como la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él y se denomina como fragilidad estética del paisaje (FEsP).

La fragilidad ecológica del paisaje permite una evaluación del impacto visual y se emplea para establecer áreas donde es necesario mantener lo más posible la estética paisajística de la zona, que desde los lugares transitados conserva un aspecto lo menos perturbado posible, y al mismo tiempo conservar las áreas de mayor interés ecológico, tanto las que se deben de mantener como tales para respetar la legislación vigente, como 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 (cuena 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 Cancún, en donde los elementos antrópicos predominan sobre los naturales siendo, estos los fraccionamientos habitacionales y su equipamiento; aunado a lo anterior recordemos que, de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, el predio del proyecto se ubica dentro de las Unidades de Gestión Ambiental 21. En este orden de ideas, la belleza escénica a nivel natural, ya se encuentra reducida o planeada para su reducción por el desarrollo urbano de la zona.

### **XI.1 Diagnóstico ambiental.**

El desplante de este proyecto, en donde se pretende llevar a cabo el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, es de 3.08 has que corresponden al 100% de la superficie total del terreno para la realización del proyecto con todos los servicios básicos y equipamiento necesario en un predio privado que se localiza dentro de la reserva de crecimiento de la ciudad de Cancún. 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.

Este predio se encuentra en un Sistema ambiental que se caracteriza por la presencia de una zona urbana, áreas de reserva de crecimiento. El área de influencia de este proyecto corresponde a un polígono que tiene una superficie total de 1,333.17 ha, dentro de la unidad de gestión ambiental 21 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez. Este polígono rodea el predio y corresponde al área donde se prevén los efectos directos de este proyecto.

La vegetación presente como se ha mencionado y que rodea al predio corresponde a vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia producto de la perturbación en la vegetación primaria, debido principalmente a actividades antropogénicas y fenómenos meteorológicos como son los recientes huracanes que se han presentado en la zona. El estado de deterioro

antropogénico de la vegetación es probable se deba a desmontes clandestinos, saqueo de tierra vegetal y de madera, tiraderos clandestinos de basura, circulación vehicular por las vialidades presentes. Dentro de este polígono existen en la actualidad áreas urbanizadas, parches afectados por intervención humana, vialidades, asentamientos humanos y áreas con vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia que corresponden a las reservas de crecimiento de la ciudad de Cancún, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

El área de estudio forma parte de la Reserva de crecimiento urbano de la ciudad de Cancún, se encuentra sometida a una presión humana sobre los recursos naturales y de ocupación originada por la expansión de la mancha urbana de la ciudad de Cancún, por lo que corresponde en la actualidad a un ecosistema fraccionado por caminos y carreteras entre los que se observan fraccionamientos, como desarrollos habitacionales en expansión como son Galaxias del Sol, Vista Real, Villas del Mar, La Joya, entre otros, entre otros,. 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. Arco Norte. 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 Cancún.



**Figura 37. Localización del predio respecto a la expansión de la mancha urbana de la ciudad de Cancún.**

Las características geológicas que prevalecen en este sistema ambiental lo definen como una estructura relativamente joven, de origen sedimentario con formaciones rocosas sobre las cuales se han depositado arenas y estructuras de origen orgánico marino que han dado forma a una losa caliza consolidada con fracciones en proceso de consolidación. La porción norte de Quintana Roo donde se ubica este sistema ambiental queda comprendida dentro de la Provincia Fisiográfica Plataforma de Yucatán, por lo que presenta un relieve de planicies ligeramente onduladas, con numerosas cavidades de disolución, lo que favorece el drenaje subterráneo.

Para prevenir y controlar los impactos irreversibles y/o acumulativos, que genere este proyecto por la remoción de la vegetación, se deberán respetar las disposiciones que se señalan en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Benito Juárez, así como los parámetros establecidos por el Programa de Desarrollo Urbano vigente.

Si no se aplican las medidas de prevención y mitigación planteadas en este proyecto los servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo son: la protección y recuperación de suelos, la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales y la provisión del agua en calidad y cantidad. En cuanto a los servicios ambientales relacionados con la generación de oxígeno, el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática y el paisaje y la recreación; se considera que no se verán afectados porque como se ha mencionado, este proyecto contempla diferentes mecanismos preventivos que favorecerán el mantenimiento integral de los servicios ambientales, entre los que se encuentran:

- Establecimiento a perpetuidad de una superficie de 0.33 has de áreas verdes, que se mantendrá con elementos arbóreos y arbustivos que permanecerán en su estado natural
- Ejecución de un programa de rescate y reubicación de especies de flora silvestre que favorece la disponibilidad de refugio y alimento para la vida silvestre.
- Aplicación de un programa de desmonte direccionado que favorece la movilidad y escape de ejemplares de fauna silvestre.
- Ejecución de un programa de rescate y reubicación de especies de fauna silvestre asegurando la permanencia del germoplasma de los individuos presentes en el predio.
- Realización de un Programa de Manejo Integral de Residuos (incluye composta).
- Establecimiento de un sistema de recolección y conducción de aguas residuales.

De esta manera, mediante el cumplimiento ambiental se garantiza que el proyecto no pone en riesgo los servicios ambientales, no compromete la biodiversidad, ni ocasionará la erosión de los suelos del área de estudio. Por las tendencias del crecimiento urbano en el área de estudio y la necesidad de dotar de servicios públicos a la población, se considera que la construcción y operación de este proyecto es una alternativa que genera mayores beneficios a la sociedad que los que proporciona este predio baldío en la actualidad.

Las presiones previstas por la expansión de la mancha urbana nos señalan que a corto plazo se presente una tendencia de incremento en el cambio de uso del suelo dentro de este sistema ambiental hacia los usos urbanos como lo prevén los instrumentos de planeación vigentes, por lo que se espera en el corto y mediano plazo no existan las condiciones adecuadas para el desarrollo de poblaciones de flora y fauna silvestres que son sensibles a la presencia humana. Además de que por su incorporación al desarrollo urbano se contribuye al impulso del desarrollo socioeconómico sostenido de la ciudad de Cancún y se garantiza la dotación de servicios públicos. Finalmente podemos decir que la puesta en marcha del proyecto y una vez concluida la construcción del desarrollo habitacional, traerá consigo que en esta zona y sus alrededores se complemente la oferta de casas requerida para la creciente población de esta ciudad.



## 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 el Lote 1109-07, Mz 01, SM 01, Ejido de Isla Mujeres, Municipio de Benito Juárez, 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 en 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 recuperación, desde el punto de vista de la riqueza de especies no se puede catalogar como una selva mediana subperennifolia en buen estado de conservación, ya que si tomamos en cuenta estos parámetros encontramos que tanto en el predio como en el sistema ambiental se reporta la presencia de 95 y 138 especies respectivamente, siendo que algunos investigadores han reportado que una selva mediana presenta más de 400 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 95 especies. Estas se encuentran agrupadas en 42 familias, de la cual la Fabaceae es la más abundante con 13 especies identificadas. Las especies identificadas presentan las siguientes formas de vida, arbórea, arbustivas, herbáceas, epifitas y palmas.

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 al menos 138 especies de vegetación de selva mediana, compuesta de árboles, especies arbustivas, herbáceas, rastreras y trepadoras, epifitas y palmas. Estas especies se encuentran agrupadas en 54 familias, de la cual la Fabaceae es la más abundante con 19 especies identificadas.

Por tanto, sustituyendo en la fórmula se tiene que el índice de similitud es:

$$QS = \frac{2(95)}{(138 + 95)} \times 100 = 0.81 \times 100 = 81.5 \%$$

El análisis indica que la similitud de la composición florística en ambos sitios es de 81.5% de similitud, por lo que no se compromete la riqueza de las especies, ya prácticamente todas las especies registradas en el predio se encuentran en abundancia fuera de éste, y en caso que tenga lugar el desmonte en el sitio del proyecto, la representatividad específica está garantizada en el sistema ambiental, al conservarse 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.

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 o distribución de las especies en el ecosistema.

Respecto con este último parámetro, la flora del sistema ambiental presente en los estratos – herbáceo, arbustivo- se estimó muy cercana a 1 (0.9), para ambos casos, lo cual significa que la distribución de las especies es homogénea. Sin embargo, en el caso del estrato arbóreo se presenta un poco más baja la distribución de las especies con el 0.8. Sin embargo, existe buena homogeneidad entre estratos.

En cuanto a la diversidad del predio, la equitatividad presente en los estratos herbáceo y arbustivo también 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, y del mismo modo en el caso del estrato arbóreo que presenta un índice un poco más bajo de 0.8, esto podría ser por la dominancia de dos especies, *Lysiloma latisiliquum* y *Metopium brownei*.

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 65).

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 arbóreo. 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. Se ha de indicar que existe baja diversidad tanto en el sitio del proyecto como en el sistema ambiental esto es consecuencia del pasado y del efecto del desarrollo en sus inmediaciones.

En cuanto a la riqueza de las especies se puede observar que el estrato arbustivo en ambos casos es el que tiene la mayor riqueza de las especies y la de menor riqueza la podemos encontrar en el estrato herbáceo, típicos de los ambientes con alta perturbación al interior de zonas urbanas.

Es importante resaltar que los valores obtenidos para el sistema ambiental son prácticamente iguales con relación a los valores del predio, por lo tanto, las especies se encuentran bien representadas.

**Cuadro 65. Resultados del índice de diversidad de Shannon-Wiener por estratos.**

SITIO	ESTRATO	RIQUEZA	H	H max.	EQUITABILIDAD
Área sujeta a CUSTF	Herbáceo	9	2.9	3.2	0.9
	Arbustivo	32	4.5	5.0	0.9
	Arbóreo	20	3.6	4.3	0.8
Sistema ambiental	Herbáceo	8	2.8	3.0	0.9
	Arbustivo	35	4.6	5.1	0.9
	Arbóreo	15	3.1	3.9	0.8

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 herbáceo se registró el mismo número de especies, aunque sólo hubo 4 coincidencias, lo anterior no representa riesgo alguno pues todas las especies presentes en ambos sitios se encuentran bien representadas en los ecosistemas selváticos de la región.

**Cuadro 66. Comparativo de los valores de importancia relativa del estrato herbáceo del predio (CUSTF) y del sistema ambiental.**

Nombre científico	Nombre común/clave	CUSTF VIR	SA VIR	Estrato arbóreo (SA)	Estrato arbustivo (SA)
<i>Thrinax radiata</i>	Chiit	80.1	38.1		
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'ts'ilché	44.8	15.48		
<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	33.7			
<i>Zygia stevensonii</i>	Cacaoche	33.7			X
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Chak yá	23.6			
<i>Malpighia glabra</i>	Wayakté	23.6			
<i>Psychotria nervosa</i>	X-k'anan	20.2	15.48		
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'anasin	20.2		X	X
<i>Nectandra coriacea</i>	Jochoche	20.2	46.43		
<i>Coccoloba spicata</i>	Boob		15.48		
<i>Eugenia axillaris</i>	Eugenia		38.1		
<i>Paspalum sp.</i>	Paspalum		15.48		
<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipán		15.48		

En cuanto al estrato arbustivo la riqueza también es muy similar y al comparar los valores de importancia se puede observar que las especies con los valores de importancia más alto son prácticamente las mismas en ambos sitios, esta situación es entendible considerando que se trata de la misma vegetación, por lo tanto, las especies dominantes son prácticamente las mismas en ambos casos. Ninguna de las especies registradas en el área de cambio de uso del suelo se distingue como especie en riesgo y todas presentan una distribución muy amplia en la Península.

**Cuadro 67. Comparativo de los valores de importancia relativa del estrato arbustivo del predio (CUSTF) y del sistema ambiental.**

Nombre científico	Nombre común/clave	CUSTF VIR	SA VIR	Estrato arbóreo (SA)	Estrato herbáceo (SA)
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	34	11.69		
<i>Bursera simaruba</i>	Chakaj	32.8	29.08		
<i>Diospyros yucatanensis</i>	Uchul ché	21.7	12.31		
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj	16	22.07		
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	16	4.54		
<i>Ficus pertusa</i>	Ju'um ch'iich'	15.2	9.08		
<i>Nectandra coriacea</i>	Jochocche	13.3	6.89		
<i>Calyptanthus pallens</i>	Chaknii	13	9.95		
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'anasin	12.1	3.49		
<i>Hampea trilobata</i>	Mahagua	9.9	19.76		
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'ts'ilché	8.9	9.67		
<i>Zygia stevensonii</i>	Cacaoche	8.5	4.43		
<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi	8.2	3.33		
<i>Coccoloba spicata</i>	Boob	8.1	13.45		
<i>Ficus maxima</i>	Akum	8		X	
<i>Diphysa yucatanensis</i>	Ts'u'ts'uk	7.8			
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Chi' keej	6.3			
<i>Lickaria pecki</i>	Pimientillo	6			
<i>Guettarda combsii</i>	Tasta'ab	5	17.73		
<i>Byrsonima bucidifolia</i>	Sak paj	4.7			
<i>Critonia daleoides</i>		4.6	3.18		
<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	4.5			
<i>Laetia thamnina</i>	Ch'aw ché	4.5	3.24		
<i>Mosannonna depressa</i>	Boox elemuy	4.2			
<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	4.1	12.47		
<i>Diospyros tetrasperma</i>	Siliil	3.6	6.06		
<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	3.6			
<i>Malpighia glabra</i>	Wayakté	3.2			
<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote	3.2	3.18		
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Uvero	3.1	4.15		
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitinché	3	14.67		
<i>Casimiroa tetrameria</i>	Yuy	3			
<i>Thrinax radiata</i>	Chit		4.4		
<i>Colubrina greggii</i>	Colubrina		7.69		
<i>Croton niveus</i>	Crotón		6.02		
<i>Cupania dentata</i>	Cude		4.32		
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Espe		6.92		
<i>Eugenia axilaris</i>	Eugenia		3.24		
<i>Tohuinia paucidentata</i>	Kanchunup		3.49		
<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste		8.25		
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox		12.16		
<i>Randia aculeata</i>	Randia		3.12		
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam		8.59		
<i>Casearia corymbosa</i>	Ximche		3.41		
<i>Manilkara sapota</i>	Zapote		3.96		

Para el estrato arbóreo sucede un caso parecido pues la riqueza en ambos sitios es igual y las especies dominantes son las mismas en ambos casos, destacando *Lysiloma latisiliquum*, *Metopium brownei*, *Vitex gaumeri*, *Ficus pertusa* y *Bursera simaruba* como las más conspicuas, el resto de las especies se encuentran con valores más bajos. Éstas especies se distinguen por su tolerancia al disturbio y su rápido crecimiento ante las alteraciones, condición que prevalece en la zona propuesta para cambio de uso del suelo, sujeta a la presión antropogénica por actividades inherentes al desarrollo urbano y a los fenómenos naturales como huracanes e incendios forestales comunes durante la temporada de sequía.

**Cuadro 68. Comparativo de los valores de importancia relativa del estrato arbóreo del predio (CUSTF) y del sistema ambiental.**

Nombre científico	Nombre común/clave	CUSTF VIR	SA VIR	Estrato arbustivo (SA)	Estrato herbáceo (SA)
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	56	93.16		
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	54.2	18.22		
<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik	30.9	35.17		
<i>Ficus pertusa</i>	Ju'um ch'iich'	24.7	21.14		
<i>Bursera simaruba</i>	Chakaj	19.5	29.51		
<i>Ficus cotinifolia</i>	Álamo	16.6	24.72		
<i>Ficus obtusifolia</i>	Sak' awaj	14.5	5.13		
<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin	13.8	17.38		
<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	7.6			
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'anasin	7.5	10.74		
<i>Exothea diphylla</i>	Wayam kox	5.9			
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'ts'ilché	5.8		X	X
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj	5.7		X	
<i>Hampea trilobata</i>	Mahagua	5.5		X	
<i>Swartzia cubensis</i>	K'atal oox	5.4	5.36		
<i>Diphyssa yucatanesis</i>	Ts'u'ts'uk	5.4			
<i>Diospyros tetrasperma</i>	Siliiil	5.3		X	
<i>Casimiroa tetrameria</i>	Yuy	5.3			
<i>Coccoloba spicata</i>	Boob	5.3	5.14		
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	5.2			
<i>Mariosousa dolichostachia</i>	Acdo		10.31		
<i>Ficus maxima</i>	Akum		7.2		
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitinche		10.82		
<i>Manilkara sapota</i>	Zapote		6.03		

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 95 especies de flora que representan el 4.1% y el 5.2% 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*, *Ficus maxima*, *Manilkara*

zapota, *Bursera simaruba*, *Cascabela gaumeri*, *Metopium brownei*, *Piscidia piscipula*, *Vitex gaumeri*, 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. Sólo se encontró una especie de flora que sería afectadas por el CUSTF que enlista en la NOM-059-SEMARNAT-2010, esta especie se encuentran bajo la categoría de amenazada: *Thrinax radiata* (Chit), que está incluida en el programa de rescate y reubicación de flora, la cual se reubicará 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 arbustivo 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 destinará más del 10.71% de la superficie total del predio como áreas verdes.

En cuanto a la fauna silvestre, la diversidad de los diferentes grupos de vertebrados registrados en el predio, según el índice de Shannon obtenido es muy parecida con respecto a sus comparaciones. El grupo de las aves resultó por razones obvias el grupo más diverso registrando un índice H de 3.01 y 3.8 para el predio y para el sistema ambiental que se considera alto, 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 1.21 y 1.90 respectivamente que se considera bajo, índices muy parecidos para el grupo de los mamíferos de 1.1 y 2.0, el número de especies para ambos grupos faunísticos, sin duda puede aumentar si se incrementa el número de muestreos a lo largo del año. Los anfibios obtuvieron un índice de 0.6 en el Sistema ambiental y en el predio no se consideró por no encontrarse, este resultado es considerado muy bajo.

La equitatividad resultó muy similar en todos los grupos. 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 Péefaur, 2000).

Respecto a la diversidad de fauna silvestre tampoco se esperan modificaciones sustanciales y aunque se reporta la distribución en el predio de 33 especies de las cuales 25 son aves, 4 son



reptiles y 4 son mamíferos. Los organismos no se verán afectados de manera extraordinaria debido a que dentro del sistema ambiental se logra detectar 79 especies de las cuales, 57 son aves, 11 son reptiles, 9 son mamíferos y 2 son anfibios y además porque:

- Las Aves presentan hábitos voladores y pueden desplazarse libremente fuera de la zona de aprovechamiento, sin que se vean afectadas de manera alguna.
- En el caso de Anfibios 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 reporta una especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la iguana gris (*Ctenosaura similis*), a la cual 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 69. Comparativo de riqueza por grupos de vertebrados.**

Parámetro	Área sujeta a CUSTF				Sistema Ambiental			
	Grupo				Grupo			
	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos
Riqueza	0	4	25	4	2	11	57	9
Índice H	-	1.21	3.01	1.15	0.60	1.90	3.80	2.0
Equitabilidad	-	0.9	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	0.9

Es importante considerar 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 que contienen en gran parte vegetación de característica 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 33 especies que representan entre 4.3% reconocido para la Península y hasta 5.0% 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 70).

**Cuadro 70. Número de especies de vertebrados terrestres reconocida para la Península y Estado de Quintana Roo. Entre paréntesis se indica el porcentaje que representa la riqueza específica presente en el predio del proyecto.**

Grupo	Península de Yucatán	Estado de Quintana Roo
Anfibios	43 (0%)	22 (0%)
Reptiles	139 (2.8%)	106 (3.7%)
Aves	528 (4.7%)	483 (5.1%)
Mamíferos terrestres	45 (8.8%)	40 (10%)

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 sólo se motiva con el bajo número de especies protegidas registrado, sino fundamentalmente en los siguientes hechos:

- 3) Existen pocas especies endémicas; no se presentan especies restringidas; todas las especies tienen intervalos de distribución amplios; las especies registradas también están presentes en muchos otros sitios de la Península y el Estado de Quintana Roo, los cuales incluyen diferentes tipos de vegetación algunas incluso se establecen en hábitats naturales e inducidos.
- 4) La superficie que eventualmente será sometida a cambio de uso del suelo para este proyecto, representa una fracción insignificante del total de las selvas altas y medianas subperennifolias del Estado (estimadas en 2,898,051 hectáreas).
- 5) Las cifras muestran, junto con los mapas de distribución de los tipos de vegetación de Quintana Roo, que el cambio de uso de suelo tampoco se realizará sobre una comunidad vegetal única, en riesgo o relictos y que tampoco se trata de vegetación poco representada en el Estado como el popal, manglar y la sabana con pino caribeño (Ek-Díaz 2011; Thomassiny y Chan 2011).

**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 lote 1109-07" es de 3.08 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.

Para 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 3.08 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 1,012.87 mm que multiplicado por las ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia en el estado de Quintana Roo de acuerdo al mapa y tabla proporcionada por el autor donde existen 14 regiones. La región bajo estudio se asocia bajo un número de la región y se consulta una ecuación cuadrática donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el valor de R.

Región	Ecuación	R <sup>2</sup>
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 1,012.87 mm, sustituyendo estos valores en la ecuación obtenemos los siguientes resultados:

$$R = 3.7745 (1,012.87) + 0.004540 (1,012.87)^2$$
$$R = 8,480.68 \text{Mj/ha mm/hr}$$

La erosionabilidad del suelo (K) se estima a partir de la textura de los suelos presentes y la cantidad de materia orgánica.

Con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estima el valor de erosionabilidad (K). (Morgan 1986).

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)

De 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 11 msnm  
La altura de la parte baja del terreno es de 9 msnm  
La longitud del terreno analizada es de 300 m (equivalente a la parte más larga del proyecto).



Figura 38. Perfil de elevación del predio.

Entonces tenemos:

$$S = \frac{11-9}{300}$$
$$S = \frac{2}{300}$$
$$S = 0.006 \text{ (100)}$$
$$S = 0.6 \%$$

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

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

$\lambda$  = Longitud de la pendiente

S= Pendiente media del terreno



M= Parámetro cuyo valor es 0.5

De acuerdo con los resultados obtenidos y sustituyendo los valores en la fórmula tenemos:

$$LS = (300)^{0.5} (0.0138 + 0.00965 (0.6) + 0.00138 (0.6)^2)$$

$$LS = (17.3) (0.2)$$

$$LS = 0.34$$

Por consiguiente, la erosión potencial es:

$$E = R * K * LS$$

$$E = 8480.68 * 0.019 * 0.34$$

E= 54.78 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 5.47 mm, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo.

Que multiplicado por un factor de vegetación C de 0.001, (bosque con cobertura vegetal).

$$E = 54.78 * \text{factor de vegetación}$$

$$E = 54.78 * 0.001$$

$$E = 0.054 \text{ toneladas/ha/año.}$$

De acuerdo con los cálculos realizados en los apartados anteriores, la erosión neta para el predio con vegetación es de 0.05 toneladas/ha/año, lo que significa que anualmente se pierde una lámina de suelo de 0.005mm.

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 54.78 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 5.2 ton/ha/año ( $54.78 * 35 / 365$ ), lo cual se considera poco significativo ya que esta medida reduce la erosión del suelo, inferior a la erosión máxima permisible que en algunas regiones de México es de 10 ton/ha año.

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 silvestres incluyendo de manera particular las especies protegidas y aquellas especies útiles con fines ornamentales que se encuentren en este predio 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 realizará la colecta de tierra vegetal para utilizarla en el embolsado de las plantas en el vivero temporal y la demás resultante será incorporada a las áreas verdes del proyecto como parte de proceso de enriquecimiento del suelo.
8. En las áreas verdes del proyecto, se realizará la distribución de una capa del material triturado proveniente de los residuos vegetales del desmonte para prevenir efectos erosivos del suelo en las porciones descubiertas y propiciar la reforestación.

En conclusión, el CUSTF en 3.08 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 agregar argumentos que demuestran que no se provocará la erosión de los suelos debido al cambio de uso del suelo propuesto para el proyecto *Desarrollo Habitacional lote 1109-07* a continuación se presentan resultados sustentados en fuentes bibliográficas que demuestran que en la zona del proyecto no existen efectos erosivos hídricos y eólicos y que la degradación química y física es limitada, debido a la naturaleza, composición y estructura de los suelos.

En 2002, la SEMARNAT comisionó la realización de una Evaluación de la Pérdida de Suelo por Erosión Hídrica y Eólica en la República Mexicana (escala 1:1 000 000), con objeto de identificar los riesgos de erosión, y su magnitud, en el país. Para estimar la erosión potencial se utilizaron dos ecuaciones propuestas por la FAO: la ecuación universal de pérdida de suelo RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation, por sus siglas en inglés) para la erosión hídrica y la ecuación de erosión eólica WEE (Wind Erosion Equation, por sus siglas en inglés) para el otro caso.

Los conceptos que definen los procesos estudiados son los siguientes:

- Degradación de suelo: procesos inducidos por las actividades humanas que provocan la disminución de su productividad biológica o de su biodiversidad, así como la capacidad actual y/o futura para sostener la vida humana (Oldeman, 1998).
- Degradación química: alteración de las propiedades químicas del suelo por modificaciones en la concentración original de elementos, sustancias o iones, derivadas de procesos de acumulación, lixiviación y arrastre (Derici, 2006).
- Degradación física: deterioro de las propiedades físicas como densidad aparente, textura, estructura, estabilidad de los agregados y porosidad (Zoebisch y Dexter, 2006).
- Erosión eólica: remoción de la masa superficial del suelo originada por la acción del viento, la cual se acelera por la pérdida de la capa protectora de la vegetación (SSSA, 2008).
- Erosión hídrica: proceso de desagregación, transporte y sedimentación de las partículas del suelo por las gotas de lluvia y el escurrimiento superficial (SSSA, 2008).

De acuerdo con esta evaluación, a nivel nacional la superficie con riesgos de pérdida de suelo por erosión potencial hídrica es del 42%. A nivel estatal, 15 estados de la República presentan más del 50% de su superficie sin riesgo aparente de erosión hídrica, siendo los menos afectados Yucatán, Quintana Roo, Campeche, Tabasco y Baja California Sur. Finalmente, riesgos de erosión ligera (entre 5 y 10 ton/ha/año) se presentan en los estados de Tlaxcala (28.3%), Quintana Roo (26.0%), Nayarit (23%), México (21.4%) y Yucatán (16.4%).

De acuerdo con el Informe sobre la Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre (Semarnat y CP, 2003). En el cual se sustentan, a partir de un amplio muestreo en campo, los cuatro procesos de degradación del suelo: erosión hídrica y eólica y degradación física y química, así como sus causas, tipos específicos y niveles de afectación. Con base en los resultados de dicho estudio, en el estado de Quintana Roo los procesos de degradación son prácticamente inexistentes debido a sus características orográficas y edafológicas, según se puede observar en el resumen del cuadro 71 y en las siguientes imágenes.

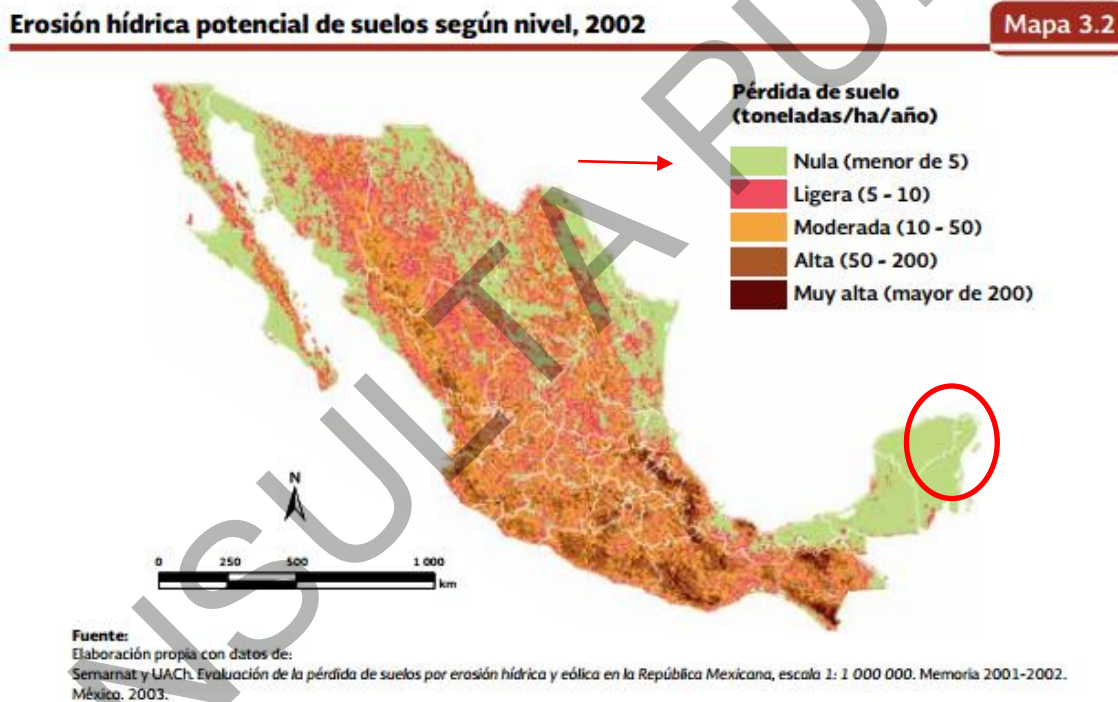
Únicamente la degradación química debida a pérdida de fertilidad es la que más afecta a más de la mitad de los suelos de la península de Yucatán. Por su parte la degradación física de los suelos debida a la pérdida de función productiva y la compactación han afectado más de 184 mil hectáreas, siendo la segunda causa en importancia de afectación de suelos en el estado

mientras que la erosión hídrica y eólica es nula para la península de Yucatán y por lo tanto también para el estado de Quintana Roo.

**Cuadro 71. Degradación de suelos en Quintana Roo: extraída de la superficie afectada por procesos, por entidad federativa, según niveles de degradación, 2002 (hectáreas).**

Quintana Roo	Ligera	Moderada	Severa	Extrema	Total
Degradación física	104,098.22	0	11,420.66	68,649.60	184,168.48
Degradación química	1,011,924.43	8,177.51	0	0	1,020,101.94
Erosión eólica	0	0	0	0	0
Erosión hídrica	0	0	0	0	0

Dirección General de Estadística e Información Ambiental, con base en: Semarnat-Colegio de Postgraduados, Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana. Escala 1:250,000. Memoria Nacional 2001-2002, Semarnat-Colegio de Postgraduados, México, 2003.



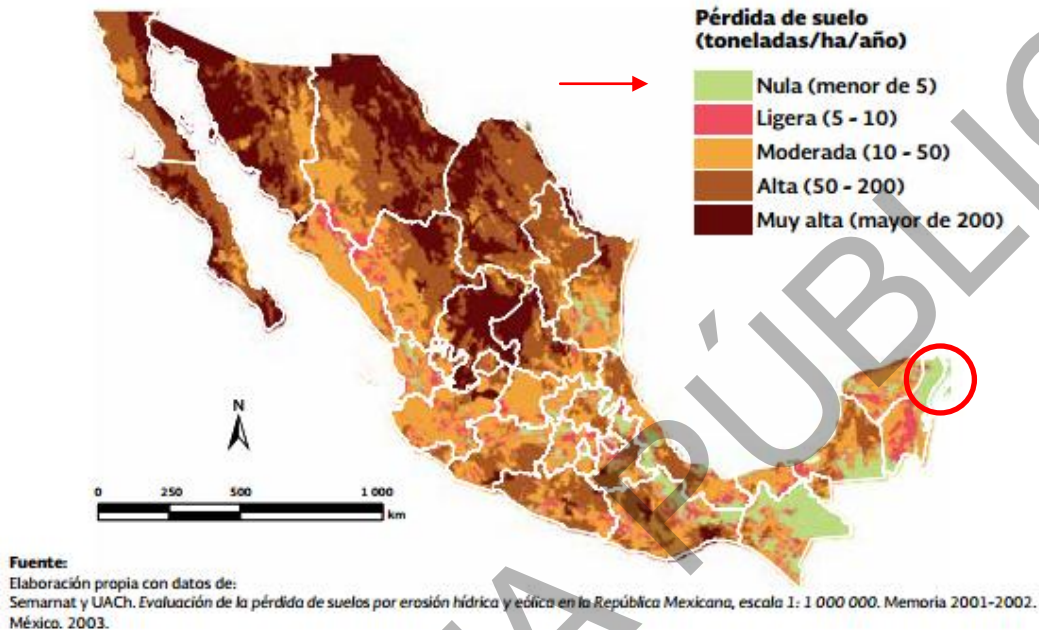
**Figura 39. Erosión Hídrica Potencial de suelos.**

La erosión hídrica es el desprendimiento de las partículas del suelo bajo la acción del agua, dejándolo desprotegido y alterando su capacidad de infiltración, lo que propicia el escurrimiento superficial. Las zonas afectadas por erosión hídrica alcanzan el 11.8% del territorio nacional. Este tipo de erosión tiene lugar sobre todo en las zonas montañosas. En contraste, los estados que no mostraron efectos de la erosión hídrica son: Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

Cuando el viento es el agente que provoca la erosión, ésta se conoce como erosión eólica y afecta poco más del 9% del territorio nacional (17.6 millones de hectáreas). Los estados que no registran este tipo de erosión son: Campeche, Chiapas, Quintana Roo y Tabasco (Figura 40).

**Erosión eólica potencial de suelos según nivel, 2002**

Mapa 3.3



**Figura 40. Erosión eólica Potencial de suelos.**

Como parte del Inventario Nacional Forestal y de Suelos, se realizó un estudio para evaluar la degradación de los suelos causada por el hombre en el que se demuestra que el 45.2% de la superficie del país presenta degradación inducida por el hombre. El nivel de degradación predominante era de ligero a moderado, mientras que los procesos más importantes de degradación fueron la química (principalmente por la pérdida de fertilidad), la erosión hídrica y la erosión eólica.

Estos tres procesos fueron responsables del 87% de los suelos degradados en el país. Entre las principales causas de degradación se identificaron el cambio de uso del suelo para fines agrícolas y el sobrepastoreo (17.5% en ambos casos). La deforestación (7.4%) ocupa el tercer lugar, seguida de la urbanización (1.5%). Todas estas causas tienen una importante relación con la afectación de la cubierta vegetal, responsable de la conservación del suelo.

En conclusión, el CUSTF en 3.08 hectáreas no aumentará la erosión del suelo, debido a que de forma natural es muy baja en todo el Sistema Ambiental, ya que no existen pendientes continuas mayores al 1% tanto en el predio como en el sistema ambiental y en la zona norte de la entidad; donde por las características de un terreno ondulado los escurrimientos son de muy corto recorrido. Asimismo, conforme se avance en las siguientes etapas del proyecto



(desmante, despalle y construcción) se contará con una serie de medidas de prevención y mitigación de los procesos erosivos.

A continuación, se plantean las medidas de prevención y mitigación propuestas para atenuar los posibles impactos que pudieran provocar la erosión del suelo entre los que se encuentran:

Medida 1.- Se realizará el rescate de la tierra vegetal para evitar la extracción de este material en otros sitios y la recuperación del material de despalle.

Medida 2.- El desmante 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.

Medida 3.- Se protegerá el suelo a través de humedecimiento constante según se requiera, dentro de las áreas desmontadas para evitar la suspensión de sedimentos (polvos).

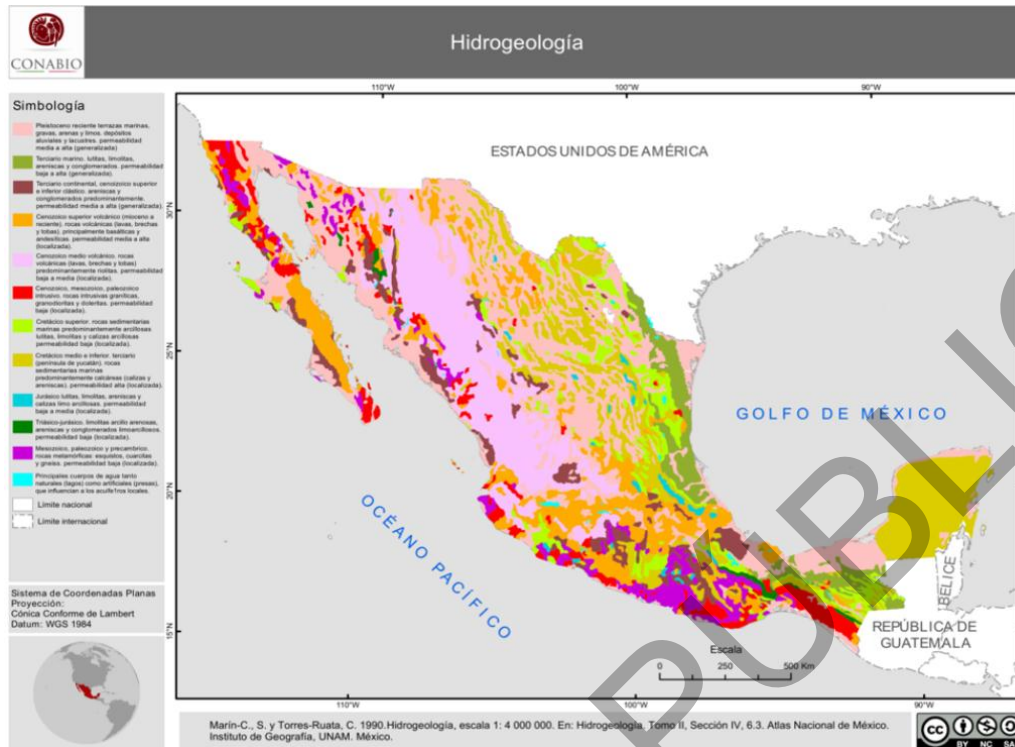
Medida 4.- Se utilizará la tierra vegetal en el embolsado de las plantas en el vivero temporal y la restante será incorporada en las áreas verdes del proyecto como parte de proceso de acondicionamiento del suelo.

Medida 5.- En las áreas verdes del proyecto, se realizará la distribución de una capa del material triturado proveniente de los residuos vegetales del desmante para prevenir efectos erosivos del suelo en las porciones descubiertas y propiciar la reforestación.

**Para demostrar que no se provocará el deterioro de la calidad del agua y la disminución en su captación.** La calidad del agua no es una característica absoluta, sino que es más un atributo definido socialmente en función del uso que se le piense dar al líquido (WRI, 2000); cada uso requiere un determinado estándar de calidad. Por esta razón, para evaluar la calidad del agua es necesario considerar el contexto del uso probable que tendrá.

Las estimaciones de disponibilidad del agua no reflejan por completo el problema de las necesidades de este recurso, ya que en la mayor parte del mundo la calidad del agua está lejos de ser la adecuada. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), 1 100 millones de personas no tienen acceso a una fuente de agua potable mejorada (WHO, 2005), particularmente en áreas rurales donde no existe posibilidad de que el agua tenga un tratamiento previo que mejore su calidad y posibilite su uso general.





**Figura 41. Mapa de las unidades hidrogeológicas de México.**

La calidad del agua está afectada por diversos factores como los usos del suelo, la producción industrial y agrícola, el tratamiento que se le da antes de ser vertida nuevamente a los cuerpos de agua, y la cantidad misma en ríos y lagos, ya que de ésta depende su capacidad de purificación.

El estado de Quintana Roo recibe un volumen medio anual de lluvia del orden de 60,000 Mm<sup>3</sup>, que en su mayor parte precipitan durante los meses de mayo a octubre. Debido a la gran capacidad de infiltración y a la mínima pendiente topográfica del terreno, alrededor del 80% de la precipitación pluvial se infiltra, el 20% restante se distribuye entre la interceptación de la densa cobertura vegetal, el escurrimiento superficial y la captación directa de los cuerpos de agua (áreas de inundación, lagunas y cenotes).

“Estadísticas del Agua en México. Edición 2010”, indica que las aguas de la región Península de Yucatán tienen los siguientes atributos: Considerar que en los estados de la Península de Yucatán se cuenta con 7,294m<sup>3</sup>/hab/año de “agua renovable” en tanto que a nivel nacional la media es de 4,263 m<sup>3</sup>/hab/año y de ocupar el primer lugar a nivel nacional en la recarga de acuíferos (entre los tres estados) al contabilizar un total de 25,316 Hm<sup>3</sup>/año, parámetros que indican la cantidad de agua disponible para la región.

**Cuadro 72. Regiones Hidrológicas Administrativas. Fuente: Conagua. Subdirección General de Programación. 2010. Elaborado a partir de: Conagua. Subdirección General Técnica. CONAPO. Proyecciones de la Población de México 2005-2050. México, 2008.**

**T2.2 Agua renovable per cápita, por RHA**

RHA	Agua renovable (hm <sup>3</sup> /año)	Población a diciembre de 2009 (Mill. Hab)	Agua renovable per cápita 2009 (m <sup>3</sup> /hab/año)	Escorrentamiento natural medio superficial total <sup>a</sup> (hm <sup>3</sup> /año)	Recarga media total de acuíferos (hm <sup>3</sup> /año)
I Península de Baja California	4 667	3.78	1 234	3 367	1 300
II Noroeste	8 499	2.62	3 250	5 074	3 426
III Pacífico Norte	25 630	3.96	6 473	22 364	3 267
IV Balsas	21 680	10.62	2 040	17 057	4 623
V Pacífico Sur	32 824	4.13	7 952	30 800	2 024
VI Río Bravo	12 163	10.98	1 107	6 857	5 306
VII Cuencas Centrales del Norte	7 898	4.19	1 887	5 506	2 392
VIII Lerma-Santiago-Pacífico	34 533	20.97	1 646	26 431	8 102
IX Golfo Norte	25 564	4.97	5 145	24 227	1 338
X Golfo Centro	95 866	9.65	9 937	91 606	4 260
XI Frontera Sur	157 754	6.62	23 835	139 739	18 015
XII Península de Yucatán	29 645	4.06	7 294	4 330	25 316
XIII Aguas del Valle de México	3 513	21.42	164	1 174 <sup>b</sup>	2 339
<b>Total nacional</b>	<b>460 237</b>	<b>107.97</b>	<b>4 263</b>	<b>378 530</b>	<b>81 707</b>

El agua que recibe la entidad es descargada principalmente por evaporación de agua superficial subterránea en los citados cuerpos de agua, y por la transpiración de la vegetación que extrae del subsuelo la mayor parte del volumen infiltrado. Generalmente formado por calizas de características variadas y depósitos de litoral, el acuífero de Quintana Roo tiene un espesor máximo del orden de 400 m.

La porosidad y la permeabilidad primarias del acuífero dependen de su litología, sus valores son altos en los estratos constituidos por conchas de esqueletos y organismos, mientras que son bajos en los estratos de caliza masiva. A escala estatal, se trata de un acuífero de tipo libre o freático, con marcada heterogeneidad respecto a sus características hidráulicas. En la llanura, el acuífero presenta un notable desarrollo cárstico al que se debe su gran permeabilidad secundaria, con espectaculares manifestaciones en la superficie (cenotes de gran tamaño); en tanto que en el área de lomeríos, la red de drenaje subterráneo está menos desarrollada que en la llanura y no tiene manifestaciones importantes en la superficie del terreno. El agua renovable se calcula como el escurrimiento natural medio superficial interno anual, más la recarga total anual de los acuíferos, más las importaciones de agua de otras regiones o países, menos las exportaciones de agua a otras regiones o países.

En el caso de México, para el escurrimiento natural medio superficial interno anual y la recarga de los acuíferos se utilizan los valores medios determinados a partir de los estudios que se hayan hecho en la región. La cantidad de agua renovable anual dividida por el número de habitantes en la región o país da como resultado el agua renovable per cápita. Se considera que un país o región vive en estado de estrés hídrico si su agua renovable es de 1700 m<sup>3</sup>/hab/año o menos (FUENTE: Gleick, P. The World's Water 2002-2003. The biennial report on freshwater resources 2002-2003. 2002 citado por CNA, 2010). Para el caso de los acuíferos de la Región

Península de Yucatán la CNA (2010) establece que existen 4 grandes acuíferos de los cuales ninguno está sobreexplotado y uno de ellos tiene aguas subterráneas salobres (corresponde al acuífero de Xpujil, en Campeche).

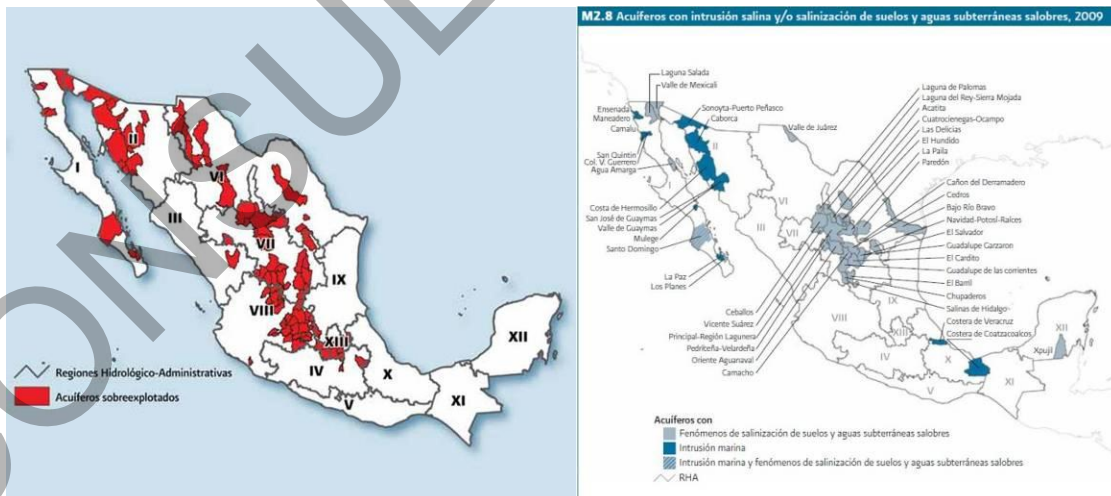
**Cuadro 73. Acuíferos en las Regiones Hidrológicas Administrativas. Fuente: Conagua. Subdirección General Técnica, 2010.**

**T2.11 Acuíferos del país, por RHA, 2009**

RHA	Número de acuíferos				Recarga media (hm <sup>3</sup> )
	Total	Sobreexplotado	Con intrusión marina	Bajo el fenómeno de salinización de suelos y aguas subterráneas salobres	
I Península de Baja California	87	8	9	5	1 300
II Noroeste	63	13	5	0	3 426
III Pacífico Norte	24	2	0	0	3 267
IV Balsas	46	2	0	0	4 623
V Pacífico Sur	35	0	0	0	2 024
VI Río Bravo	100	15	0	7	5 306
VII Cuencas Centrales del Norte	68	24	0	19	2 392
VIII Lerma-Santiago-Pacífico	127	30	0	0	8 102
IX Golfo Norte	40	2	0	0	1 338
X Golfo Centro	22	0	2	0	4 260
XI Frontera Sur	23	0	0	0	18 015
XII Península de Yucatán	4	0	0	1	25 316
XIII Aguas del Valle de México	14	4	0	0	2 339
<b>Total nacional</b>	<b>653</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>81 707</b>

Fuente: Conagua. Subdirección General Técnica. 2010.

En las siguientes figuras se identifican los acuíferos sobreexplotados y los acuíferos con intrusión salina o con aguas salobres.



**Figura 42. Acuíferos sobreexplotados y acuíferos con problemas de aguas salobres o intrusión salina. Fuente: Conagua. Subdirección General de Programación. 2010.**

Finalmente, en el tema de la calidad del agua, la misma CONAGUA reporta que las aguas de la Península de Yucatán, tienen altos niveles de calidad y que cumplen con la mayoría de los estándares requeridos por las Normas Oficiales aplicables en este tema.

La evaluación de la calidad del agua se lleva a cabo utilizando tres indicadores: la Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días (DBO5), la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y los Sólidos Suspendidos Totales (SST). La DBO5 y la DQO se utilizan para determinar la cantidad de materia orgánica presente en los cuerpos de agua provenientes principalmente de las descargas de aguas residuales de origen municipal y no municipal.

La primera determina la cantidad de materia orgánica biodegradable y la segunda mide la cantidad total de materia orgánica. El incremento de la concentración de estos parámetros incide en la disminución del contenido de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua con la consecuente afectación a los ecosistemas acuáticos. Por otro lado, el aumento de la DQO indica presencia de sustancias provenientes de descargas no municipales.

En relación a la calidad del agua se ha de señalar que durante el proceso de cambio de uso de suelo para el proyecto, se realizarán distintas actividades que ayudaran a evitar que se pudiera causar el deterioro de la calidad de la misma, en referencia a lo señalado en el capítulo X del apartado de las medidas de prevención y mitigación, se tendrá especial cuidado en evitar la contaminación de las aguas subterráneas que se pudiera causar a través de aguas residuales generadas por los trabajadores de obra para lo cual se establecerán:

1. Se instalarán baños portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores evitando con ello la micción y defecación al aire libre, así como la descarga directa de agua residuales al suelo.
2. Se realizará el mantenimiento de los equipos y vehículos para evitar el derrame de hidrocarburos al suelo.
3. Se instalarán contenedores de plástico para la recolección de residuos (botellas de plástico, papeles, latas etc.).

Con todas estas medidas el proyecto garantiza evitar la contaminación del agua. La información generada permite concluir que la ejecución del proyecto no comprometerá la calidad y cantidad del agua con respecto al predio y del sistema ambiental.

Para medir la calidad del agua se indican los estándares previstos en los monitoreos realizados por la CONAGUA en el cuadro siguiente.



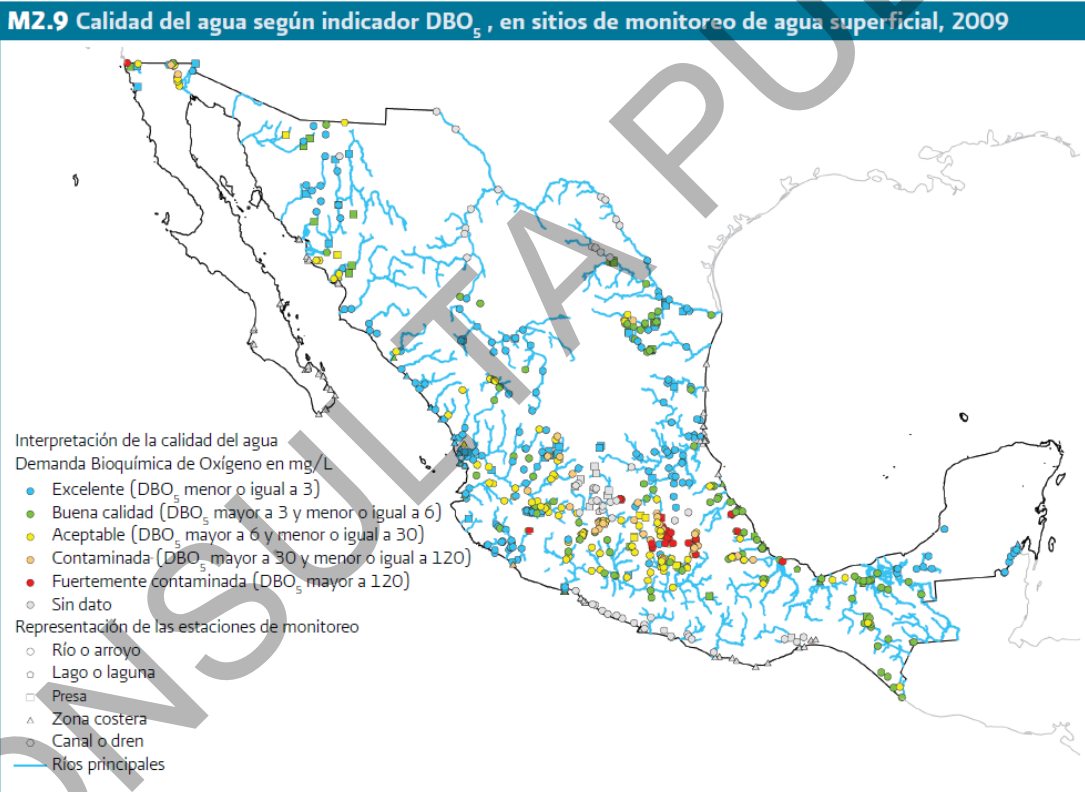
**Cuadro 74. Escala de la clasificación de la calidad del Agua.**

<b>T2.17 Escalas de clasificación de la calidad del agua</b>		
<b>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)</b>		
<b>Criterio (mg/l)</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Color</b>
DBO <sub>5</sub> ≤ 3	<b>EXCELENTE.</b> No contaminada.	<b>AZUL</b>
3 < DBO <sub>5</sub> ≤ 6	<b>BUENA CALIDAD.</b> Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable.	<b>VERDE</b>
6 < DBO <sub>5</sub> ≤ 30	<b>ACEPTABLE.</b> Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente.	<b>AMARILLO</b>
30 < DBO <sub>5</sub> ≤ 120	<b>CONTAMINADA.</b> Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal.	<b>NARANJA</b>
DBO <sub>5</sub> > 120	<b>FUERTEMENTE CONTAMINADA.</b> Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales.	<b>ROJO</b>
<b>Demanda Química de Oxígeno (DQO)</b>		
DQO ≤ 10	<b>EXCELENTE.</b> No contaminada.	<b>AZUL</b>
10 < DQO ≤ 20	<b>BUENA CALIDAD.</b> Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable y no biodegradable.	<b>VERDE</b>
20 < DQO ≤ 40	<b>ACEPTABLE.</b> Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente.	<b>AMARILLO</b>
40 < DQO ≤ 200	<b>CONTAMINADA.</b> Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal.	<b>NARANJA</b>
DQO > 200	<b>FUERTEMENTE CONTAMINADA.</b> Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales.	<b>ROJO</b>
<b>Sólidos Suspendidos Totales (SST)</b>		
SST ≤ 25	<b>EXCELENTE.</b> Clase de excepción, muy buena calidad.	<b>AZUL</b>
25 < SST ≤ 75	<b>BUENA CALIDAD.</b> Aguas superficiales con bajo contenido de sólidos suspendidos, generalmente condiciones naturales. Favorece la conservación de comunidades acuáticas y el riego agrícola irrestricto.	<b>VERDE</b>
75 < SST ≤ 150	<b>ACEPTABLE.</b> Aguas superficiales con indicio de contaminación. Con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente. Condición regular para peces. Riego agrícola restringido.	<b>AMARILLO</b>
150 < SST ≤ 400	<b>CONTAMINADA.</b> Aguas superficiales de mala calidad con descargas de aguas residuales crudas. Agua con alto contenido de material suspendido.	<b>NARANJA</b>
SST > 400	<b>FUERTEMENTE CONTAMINADA.</b> Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales con alta carga contaminante. Mala condición para peces.	<b>ROJO</b>

Los resultados emitidos por la CONAGUA 2010 en base a los muestreos realizados para los principales parámetros utilizados en la calidad del agua se muestran en el cuadro siguiente, en el que se destaca que las aguas muestreadas para la Península de Yucatán, y en particular para la zona sur del estado de Quintana Roo (puesto que es en esta zona donde se llevaron a cabo los muestreos), la calidad del agua está dentro del rango de excelente o de buena calidad para los tres parámetros en comento.

**T2.15 Distribución porcentual de sitios de monitoreo en cuerpos de agua superficiales por RHA de acuerdo al indicador DBO<sub>5</sub>, 2009**

RHA	Excelente	Buena calidad	Aceptable	Contaminada	Fuertemente contaminada
I Península de Baja California	27.3	9.1	45.5	13.6	4.5
II Noroeste	50.0	26.5	23.5	0.0	0.0
III Pacífico Norte	70.7	12.2	17.1	0.0	0.0
IV Balsas	16.6	23.8	41.7	13.1	4.8
V Pacífico Sur	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
VI Río Bravo	48.6	46.2	2.6	2.6	0.0
VII Cuencas Centrales del Norte	90.0	10.0	0.0	0.0	0.0
VIII Lerma-Santiago-Pacífico	48.7	9.3	24.0	12.7	5.3
IX Golfo Norte	80.9	11.9	4.8	2.4	0.0
X Golfo Centro	0.0	70.3	13.0	11.1	5.6
XI Frontera Sur	0.0	86.1	13.9	0.0	0.0
XII Península de Yucatán	90.0	0.0	10.0	0.0	0.0
XIII Aguas del Valle de México	4.2	0.0	20.8	25.0	50.0
<b>Total nacional</b>	<b>41.0</b>	<b>26.8</b>	<b>19.7</b>	<b>7.9</b>	<b>4.6</b>



**Figura 43. Demanda Bioquímica de Oxígeno (CONAGUA, 2010). Fuente: Conagua. Subdirección General Técnica. 2010.**

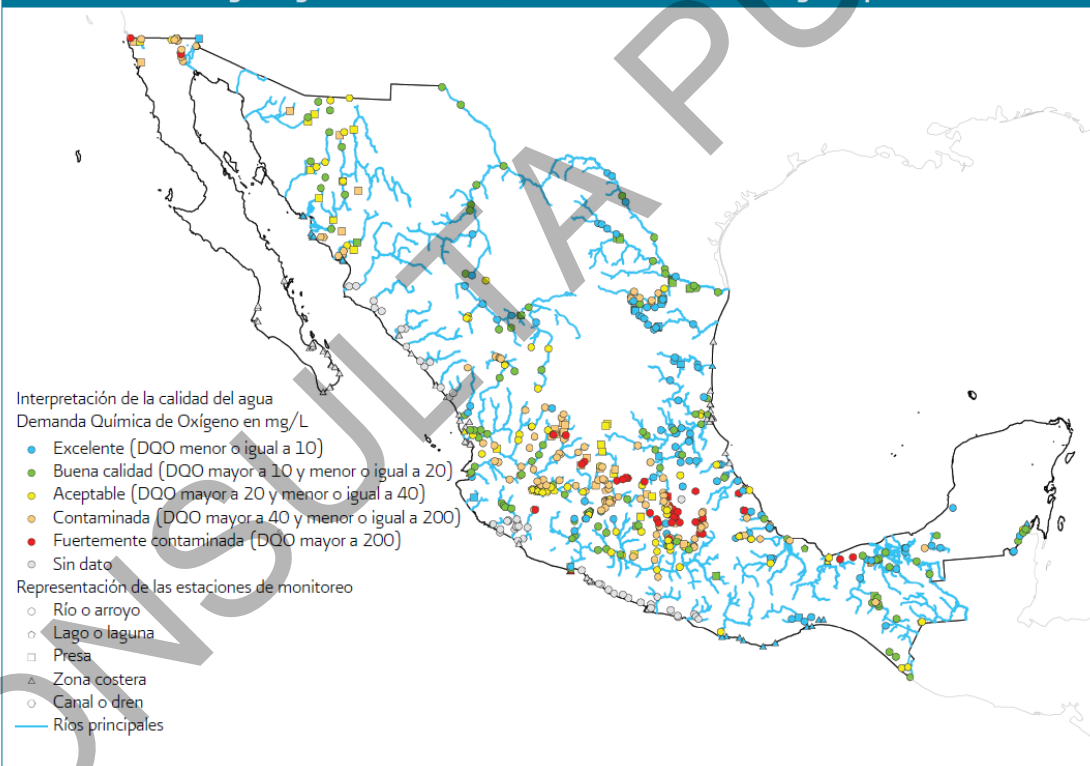


**T2.16 Distribución porcentual de sitios de monitoreo en cuerpos de agua superficiales por RHA de acuerdo al indicador DQO, 2009**

RHA	Excelente	Buena calidad	Aceptable	Contaminada	Fuertemente contaminada
I Península de Baja California	4.5	0.0	13.6	68.2	13.7
II Noroeste	43.5	17.7	24.2	14.5	0.1
III Pacífico Norte	11.7	41.2	11.8	35.3	0.0
IV Balsas	9.5	21.4	27.4	28.6	13.1
V Pacífico Sur	96.0	0.0	4.0	0.0	0.0
VI Río Bravo	51.6	39.8	1.1	7.5	0.0
VII Cuencas Centrales del Norte	25.0	30.0	45.0	0.0	0.0
VIII Lerma-Santiago-Pacífico	4.0	17.3	26.7	42.0	10.0
IX Golfo Norte	55.6	22.2	11.1	6.7	4.4
X Golfo Centro	39.6	8.3	22.9	25.0	4.2
XI Frontera Sur	16.6	50.0	13.9	13.9	5.6
XII Península de Yucatán	55.0	30.0	10.0	5.0	0.0
XIII Aguas del Valle de México	4.1	0.0	12.5	29.2	54.2
<b>Total nacional</b>	<b>28.3</b>	<b>22.1</b>	<b>18.6</b>	<b>23.5</b>	<b>7.5</b>

Fuente: Conagua. Subdirección General Técnica. 2010.

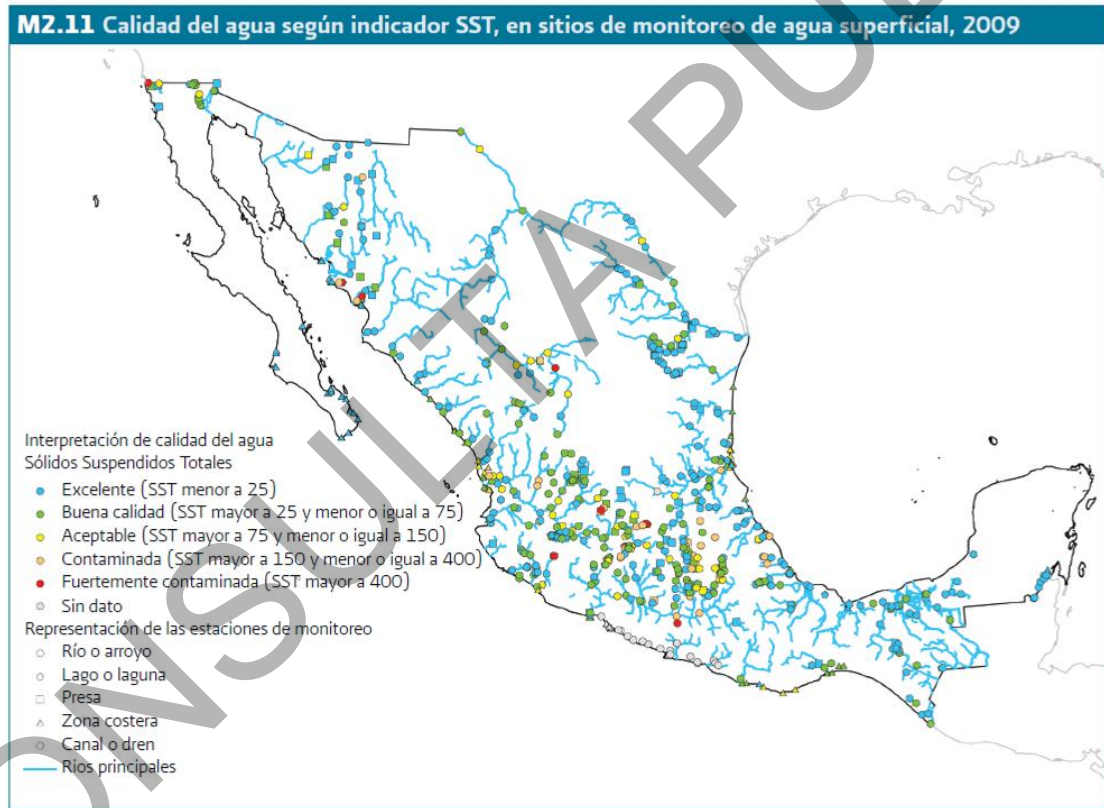
**M2.10 Calidad del agua según indicador DQO, en sitios de monitoreo de agua superficial, 2009**



**Figura 44. Demanda Química de Oxígeno (CONAGUA, 2010). Fuente: Conagua. Subdirección General Técnica. 2010.**

**T2.17 Distribución porcentual de sitios de monitoreo en cuerpos de agua superficiales por RHA de acuerdo al indicador SST, 2009**

RHA	Excelente	Buena calidad	Aceptable	Contaminada	Fuertemente contaminada
I Península de Baja California	68.4	18.5	5.6	5.6	1.9
II Noroeste	69.4	17.7	4.8	4.8	3.3
III Pacífico Norte	41.4	36.6	17.1	4.9	0.0
IV Balsas	35.6	42.9	14.3	6.0	1.2
V Pacífico Sur	32.0	52.0	12.0	4.0	0.0
VI Río Bravo	82.8	12.9	4.3	0.0	0.0
VII Cuencas Centrales del Norte	30.0	40.0	20.0	5.0	5.0
VIII Lerma-Santiago-Pacífico	35.4	38.4	15.1	7.6	3.5
IX Golfo Norte	51.7	31.0	12.1	5.2	0.0
X Golfo Centro	72.1	14.8	1.9	9.3	1.9
XI Frontera Sur	69.4	30.6	0.0	0.0	0.0
XII Península de Yucatán	95.0	5.0	0.0	0.0	0.0
XIII Aguas del Valle de México	24.0	24.0	20.0	32.0	0.0
<b>Total nacional</b>	<b>53.5</b>	<b>28.9</b>	<b>10.1</b>	<b>5.9</b>	<b>1.6</b>



**Figura 45. Sólidos disueltos Totales (SST), (CONAGUA, 2010). Fuente: Conagua. Subdirección General Técnica. 2010.**

Que en base a lo descrito anteriormente, a los mapas hidrológicos elaborados por la CONABIO y al plano de suelos presentado dentro del DTU-A, podemos determinar que los suelos en el sitio del proyecto no obstante que se han modificado por los procesos de crecimiento de la urbanización que se han desarrollado en el Municipio de Benito Juárez y las localidades aledañas al mismo, siguen manteniendo su característica de ser suelos altamente permeables.

Asimismo, aprovechando la topografía del terreno donde se localiza el proyecto se pretende que el agua captada sobre la superficie construida (vialidades y casas), estas se podrán dirigir estratégicamente sobre las áreas verdes y pozos de absorción que servirán como captadores de agua aumentando la recarga de agua de lluvia al subsuelo. Considerando la superficie a drenar, será necesario contar como mínimo con 3 pozos de 30 metros de profundidad y diámetro de perforación de 12 pulgadas, con ademe liso y ranurado de 12 pulgadas de diámetro para 10 pulgadas de diámetro, cada pozo deberá contar con un desarenador y con trampa de grasas.

Para evitar la modificación de la calidad del agua del acuífero ya que es altamente vulnerable a la contaminación antropogénica, por la karsticidad de los suelos y la alta capacidad de infiltración que se registra en el subsuelo. Además de que se debe mantener un uso y aprovechamiento racional del agua con medidas de prevención y control que evite la contaminación del acuífero por la intrusión salina, derivado del limitado espesor del acuífero. En este sentido y a través de las distintas actividades que involucran el cambio de uso del suelo para el desarrollo del proyecto, se proponen situaciones para no comprometer la calidad del agua.

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.

**Disminución del agua en su captación por la implementación del proyecto.** Es por esto, que a continuación se presenta el resultado de 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 3.08 ha del agua que se infiltra y de la que 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:

Ce = 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:

Ce = Coeficiente de escurrimiento

k = Constante de tipo y uso de suelo

P = Precipitación anual en mm

Además de que se debe mencionar que también sólo es válida para valores de precipitación anual entre 350 y 2,150 mm anuales.

Para el caso particular del proyecto, se tienen los siguientes datos:

P = Precipitación en el sitio, la reportada por la Estación meteorológica Cancún (1991-2006) con un valor de 1,012.87 mm anuales.

K = Para este caso, se obtuvo un valor que sería el siguiente para cada uno de los ambientes, lo cual puede apreciarse en la tabla que se presenta a continuación:

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

Suelo A. Suelos permeables. Suelo B. Suelos semipermeables. Suelo C. Suelos casi impermeables

Bosque cubierto más del 75% = 0.07;

Zona Urbana = 0.26

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

- 1) Bosque cubierto más del 75%
- 2)

$$C_e = 0.07 * \frac{(1012.87 - 250)}{2000} = 0.07 * 0.38143 = 0.0267004$$

3) Zonas urbanas%

$$C_e = 0.26 * \frac{(1012.87 - 250)}{2000} + \frac{(0.26 - 0.15)}{1.5} = 0.26 * 0.38143 + 0.07333 = 0.1725018$$

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

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

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

5) Bosque cubierto más del 75%

$$Vol_{ESC} = 1.0128 * 0.0308 * 0.0267004 = 0.000832 \text{ Mm}^3$$

6) Zonas urbanas

$$Vol_{ESC} = 1.0128 * 0.0308 * 0.1725018 = 0.005381 \text{ Mm}^3$$

En relación a la infiltración, la norma NOM-011-CNA-2000, no hace mención sobre su cálculo, pero puede estimarse considerando lo que menciona Aparicio (2006):

$$I = P - Vol_{ESC}$$

Donde:

- I: Volumen estimado de infiltración en el área de interés ( $m^3$ )
- P: Precipitación media anual en el área de interés ( $m^3$ ),  
Dónde: P = Precipitación anual (m) \* Superficie del área de interés ( $km^2$ )
- E: Volumen estimado de escurrimiento en el área de interés ( $m^3$ )

Con lo que el escurrimiento y la infiltración se obtienen de la siguiente forma:

1) Bosque cubierto más del 75%.

$$\text{Infiltración} = 0.031194 - 0.000832 = 0.030362 = 30,362 \text{ m}^3$$

2) Zonas urbanas.

$$\text{Infiltración} = 0.031194 - 0.005381 = 0.025813 = 25,813 \text{ m}^3$$

De acuerdo con los resultados obtenidos, el proyecto y su cambio de uso de suelo en 3.08 hectáreas en donde se retirará la vegetación y se desplantará el proyecto, se estima que en dicha superficie actualmente cubierta de vegetación se puede captar un volumen de 30,362 m<sup>3</sup>/año, los cuales se infiltran al suelo y subsuelo.

Sin embargo, al convertirse en una zona urbana debido a la implementación del proyecto, esto provocará su disminución en la captación del volumen de agua, es decir se reducirá a 25,813 m<sup>3</sup>/año, es decir 4,549 m<sup>3</sup> anuales (15%) menos de lo que teóricamente se captaría con la cobertura de la vegetación de duna costera presente en el predio.

Dentro de las 3.08 hectáreas que se solicitan para el cambio de uso de suelo, habrán de destinarse 0.33 has para áreas verdes que permitirá la infiltración del agua de lluvia lo que conlleva a aumentar la infiltración. Bajo este concepto, el proyecto no alterará 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 llevará a cabo la disposición adecuada de las aguas residuales generadas por los trabajadores de obra. Por ello se contará con sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores, mismos que se les dará mantenimiento continuo, además se realizará de manera adecuada la disposición final de dichas aguas.
2. El desarrollo del proyecto generará residuos sólidos urbanos, por lo que se aplicará un procedimiento de manejo adecuado a fin de evitar la generación de lixiviados de los mismos y con ello la promoción de la contaminación del suelo y del agua. Por lo que se colocarán depósitos temporales para residuos domésticos (cartón, papel, unicel, plásticos, aluminio, etc.) para evitar el esparcimiento de basura en el predio.
3. Se realizará el mantenimiento periódico de los vehículos y equipo con el fin de evitar descomposturas en el área del proyecto y así evitar el derrame de combustibles y aceites en las áreas destinadas al cambio de usos de suelo conforme al programa de manejo de residuos.

De manera adicional, se mantendrá la recarga natural del acuífero, garantizando las áreas permeables en el 48.30%, 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), así como los de "no uso" (opción, legado y existencia), asciende a la cantidad estimada de **\$575,486.19 (Son quinientos setenta y cinco mil cuatrocientos ochenta y seis pesos 19/100 M.N.)**.

Por otra parte, el monto de la inversión que la empresa tiene programada y que ha propuesto por el proyecto es de aproximadamente **\$ 60,000,000.00 (Son sesenta millones de pesos 00/100 M.N.)** incluye costos de adquisición del terreno; cambio de uso de suelo, insumos, construcción y operación de las obras proyectadas; así como de los pagos de derechos por concepto de licencias, permisos y autorizaciones de los tres niveles de gobierno; de la contratación de las personas físicas y morales para llevar a cabo las obras y actividades; entre otros.

Entonces tenemos como resultado que el proyecto tendrá una inversión total de aproximadamente **\$ 60,000,000.00 (Son sesenta millones de pesos 00/100 M.N.)**. En este sentido, podemos concluir categóricamente que el proyecto propuesto, es más productivo a largo plazo, que si se mantuviera en sus condiciones originales la superficie de CUSTF propuesta para este proyecto.

Por lo tanto, la inversión proyectada a largo plazo, del nuevo uso que se propone para el proyecto al compararla contra la derrama económica que generaría la comercialización de los recursos biológico-forestales que presenta el predio estimada en aproximadamente **\$575,486.19 pesos M.N.**, nos permite concluir que es más atractiva la relación costo-beneficio del desarrollo propuesto comparado con la derrama económica que ocasionaría mantener las condiciones actuales del predio. Por lo que se deja ver muy claramente que el uso propuesto para el proyecto, resulta más apto que el uso forestal actual, el cual no está permitido en los instrumentos de planeación para este predio.

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 de las condicionantes y términos establecidos en las autorizaciones correspondientes lo que garantiza que la apropiación del territorio, se realice con pleno respeto a la normatividad 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 sustentabilidad urbana hace referencia a las condiciones de integración y articulación de proyectos 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 ambiente limpio y sano.

Como el proyecto se ajusta a plenitud a los lineamientos ambientales y urbanos impuestos en los instrumentos de planeación vigentes, se puede concluir que el cambio de uso de suelo que se pretenden no rebasa los umbrales de aprovechamiento previstos y estimados para el aprovechamiento sustentable de la ciudad de Cancún y el Municipio Benito Juárez y por ende el proyecto es congruente con las políticas ambiental y urbana, lo que permite aseverar que éste es viable.

En éste punto es importante mencionar que el predio del proyecto se ubica en una zona con alto potencial para el desarrollo urbano de la Ciudad de la ciudad de Cancún, en particular se ubica dentro de una zona regulada por el Programa de Desarrollo Urbano 2014-2030; y según dicho instrumento normativo, en el predio del proyecto se puede llevar a cabo la construcción del desarrollo habitacional para contribuir con la demanda en la zona, según los usos de suelo aplicables. En éste sentido, resulta importante hacer mención que el cambio de uso de suelo que se propone a través del presente estudio, dará paso a un proyecto urbano, el cual será sometido a evaluación en su momento procesal oportuno, ante las autoridades competentes.

Para entender la importancia social que tiene el proyecto propuesto, primeramente, habrá que considerar la problemática actual que acontece en la zona donde éste se ubica, partiendo desde lo general hasta lo particular, como se describe a continuación:

El Municipio de Benito Juárez y en particular la Localidad de Cancún, ha rebasado los límites de crecimiento pronosticados en los Planes Directores anteriores. Cancún se ha disparado como un punto importante de crecimiento de la población en el Estado, y constantemente se encuentra incrementando su población local.

El crecimiento de la población y de las actividades económicas de la ciudad ha rebasado las previsiones de su Programa original de desarrollo. Esta circunstancia ha dado como resultado el surgimiento de asentamientos irregulares, o la apertura improvisada de nuevas zonas urbanas sin la debida integración a la estructura urbana y al sistema vial y de transporte. En la mayoría de los casos, sin el establecimiento de derechos de vía adecuados para la infraestructura requerida.

Particularmente el área materia del Programa de Desarrollo Urbano en el que se circunscribe el predio del proyecto, en función de su localización estratégica, de las presiones de crecimiento a que ya está sujeta y a su falta de aptitud para el desarrollo agrícola o forestal, está llamada a formar parte del área urbana en un plazo relativamente corto.

Visto lo anterior, está por demás mencionar que el cambio de uso de suelo que se propone, resulta necesario realizarse para dar paso a la construcción del proyecto que se pretende llevar a cabo y que en su momento se someterá a evaluación ante las autoridades competentes.

Aunado a lo anterior, resulta importante mencionar que todo desarrollo habitacional, conlleva la creación de áreas verdes ajardinadas, parques, vialidades y áreas de recreo y esparcimiento, sitios de culto etcétera para la gente que habite en los desarrollos aledaños; lo que proveerá de bienestar social para la gente que reside en la ciudad de Cancún.

El tiempo que durará el proceso constructivo del proyecto y de acuerdo a lo manifestado por el promovente, serán requeridos de la participación directa de aproximadamente 35 empleos temporales (2 años promedio), y 10 empleos permanentes, sólo para la etapa de cambio de uso de suelo que se propone en el presente estudio; y adicionalmente se tiene contemplada la generación de otros 150 empleos adicionales de tipo temporal y 25 empleos permanentes durante la etapa constructiva (que no es objeto del presente estudio); por lo que en total se estarían generando 185 empleos temporales y 35 empleos permanentes (220 en total).

Estas cifras permiten asumir, que el proyecto tendrá un alto impacto social, puesto que generará ingresos económicos para los trabajadores de la localidad que se dedican a la rama de la construcción, a través de la oferta de empleo que se estima generar.

**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 del presente Documento Técnico Unificado Modalidad A, para el trámite de cambio de uso de suelo forestal es el Prestador de Servicios Técnicos Forestales persona Física, con inscripción al Registro Forestal Nacional, 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.

**Responsable de la elaboración del estudio y ejecución.**

**Registro Forestal Nacional:**

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
-

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

El presente estudio que se pone a consideración de la Delegación Federal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el Estado de Quintana Roo, corresponde al **Documento Técnico Unificado Modalidad A, para la solicitud de la autorización del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales en materia de impacto ambiental y forestal, para una superficie de 3.08 Hectáreas con el fin de poder desarrollar el proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**.

Lo anterior en apego a la Fracción Quinta del "Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y materia forestal que se indican y se asignan atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan" publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 2010, la cual establece que *"las Delegaciones Federales de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales resolverán el trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, en sus modalidades A y B, cuando los solicitantes sean particulares"*.

Asimismo, 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.*

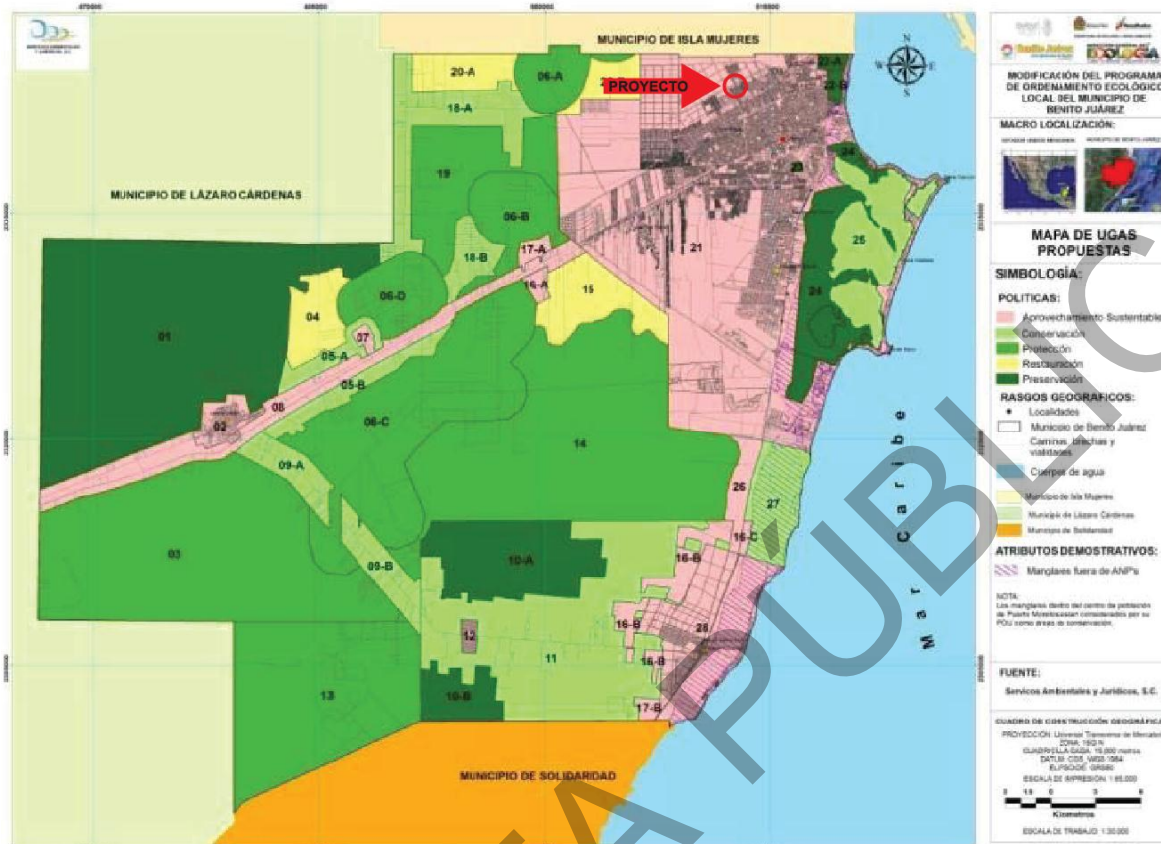
##### XIV.1. Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POET).

##### XIV.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.

El sitio del proyecto se encuentra dentro del ámbito de aplicación del **Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez**, Quintana Roo (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo del 27 de febrero de 2014) (Figura 46).

En el Cuadro 75, se presenta la vinculación de los criterios ecológicos de aplicación general, que son de observancia en todo el territorio municipal de Benito Juárez, independientemente de la unidad de gestión ambiental en la que se ubique el proyecto o actividad.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**



**Figura 46. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.**

**Cuadro 75. Criterios ecológicos generales del POEL del Municipio de BJ.**

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES	VINCULACIÓN AL PROYECTO
CG-01	En el tratamiento de plagas y enfermedades de plantas en cultivos, jardines, áreas de reforestación y de manejo de la vegetación nativa deben emplearse productos que afecten específicamente la plaga o enfermedad que se desea controlar, así como los fertilizantes que sean preferentemente orgánicos y que estén publicados en el catálogo vigente por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Substancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	No se contempla el uso de agroquímicos durante la implementación del CUSTF del proyecto. Sin embargo, en caso de llegarse a requerir tratamiento de plagas y enfermedades en la vegetación o plantas rescatadas que se encuentren en mantenimiento en el vivero, se emplearán únicamente los autorizados por la CICOPLAFEST.
CG-02	Los proyectos que en cualquier etapa empleen agroquímicos de manera rutinaria e intensiva, deberán elaborar un programa de monitoreo de la calidad del agua del subsuelo a fin de detectar, prevenir y, en su caso, corregir la contaminación del recurso. Los resultados del Monitoreo se incorporarán a la bitácora ambiental.	No se contempla el uso de agroquímicos de manera rutinaria o intensiva durante la implementación del proyecto en sus diferentes etapas. Sin embargo, en caso de llegarse a requerir tratamiento de plagas y enfermedades en la vegetación o plantas rescatadas que se encuentren en mantenimiento en el vivero, se emplearán únicamente los autorizados por la CICOPLAFEST y se llevará un registro.



**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES	VINCULACIÓN AL PROYECTO
CG-03	Con la finalidad de restaurar la cobertura vegetal que favorece la captación de agua y la conservación de los suelos, la superficie del predio sin vegetación que no haya sido autorizada para su aprovechamiento, debe ser reforestada con especies nativas propias del hábitat que haya sido afectado.	Para favorecer la captación del agua, se destinará como área preferentemente permeable el 48.30% de la superficie total del predio de acuerdo a lo establecido en el Artículo 132 de la LEEPA. Por su parte, en relación con la conservación de los suelos, se destinará como áreas verdes y recreativas el 10.71% de la superficie total del predio, en las cuales se tiene contemplada la siembra de especies protegidas y nativas producto del rescate de vegetación.
CG-04	En los nuevos proyectos de desarrollo urbano, agropecuario, suburbano, turístico e industrial se deberá separar el drenaje pluvial del drenaje sanitario. El drenaje pluvial de techos, previo al paso a través de un decantador para separar sólidos no disueltos, podrá ser empleado para la captación en cisternas, dispuesto en áreas con jardines o en las áreas con vegetación nativa remanente de cada proyecto. El drenaje pluvial de estacionamientos públicos y privados así como de talleres mecánicos deberá contar con sistemas de retención de grasas y aceites.	La urbanización del proyecto contempla una red de alcantarillado sanitario con descarga domiciliaria, separada del sistema de drenaje pluvial con pozos de adsorción.
CG-05	Para permitir la adecuada recarga del acuífero, todos los proyectos deben acatar lo dispuesto en el artículo 132 de la LEEPAQROO o la disposición jurídica que la sustituya.	El proyecto da cabal cumplimiento a las superficies permeables requeridas, dado que pretende destinar como área permeable el 48.30% de la superficie del sitio del proyecto.
CG-06	Con la finalidad de evitar la fragmentación de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones se deberán agrupar las áreas de aprovechamiento preferentemente en áreas "sin vegetación aparente" y mantener la continuidad de las áreas con vegetación natural. Para lo cual, el promovente deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de la infraestructura planteada por el proyecto, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.	De acuerdo con los resultados obtenidos del trabajo de campo se identificó que el tipo de vegetación predominante en el predio corresponde a una vegetación secundaria arbórea derivada de una selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ), en proceso de recuperación. Por lo antes mencionado, en el predio no existen sitios críticos que merezcan un tratamiento especial, que limiten la distribución de la infraestructura planteada. Sin embargo, de acuerdo a lo establecido por el presente criterio, las áreas verdes del proyecto se agrupan en parques en cumplimiento al Art. 132 de la LEEPA.
CG-07	En los proyectos en donde se pretenda llevar a cabo la construcción de caminos, bardas o cualquier otro tipo de construcción que pudiera interrumpir la conectividad ecosistémica deberán implementar pasos de fauna menor (pasos inferiores) a cada 50 metros, con excepción de áreas urbanas.	Dado que el sitio del proyecto se localiza en un área urbana, no requiere de la instalación de los pasos de fauna citados en el presente criterio.
CG-08	Los humedales, rejolladas inundables,	En el sitio del proyecto no se registra la

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	petenes, cenotes, cuerpos de agua superficiales, presentes en los predios deberán ser incorporados a las áreas de conservación.	presencia de humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes o cuerpos de agua superficiales.
<b>CG-09</b>	Salvo en las UGAs urbanas, los desarrollos deberán ocupar el porcentaje de aprovechamiento o desmonte correspondiente para la UGA en la que se encuentre, y ubicarse en la parte central del predio, en forma perpendicular a la carretera principal. Las áreas que no sean intervenidas no podrán ser cercadas o bardeadas y deberán ubicarse preferentemente a lo largo del perímetro del predio en condiciones naturales y no podrán ser desarrolladas en futuras ampliaciones.	El sitio del proyecto se localiza en la UGA-21 denominada "Zona Urbana de Cancún" con una política de Aprovechamiento Sustentable. De acuerdo con los lineamientos ambientales de la presente UGA para el desarrollo de proyectos, los parámetros de aprovechamiento, y usos compatibles e incompatibles, estarán sujetos a lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030).
<b>CG-10</b>	Sólo se permite la apertura de nuevos caminos de acceso para actividades relacionadas a los usos compatibles, así como aquellos relacionados con el establecimiento de redes de distribución de servicios básicos necesarios para la población.	Por la ubicación del proyecto, colindante al Arco Norte, no se requiere de la apertura de nuevos caminos de acceso.
<b>CG-11</b>	El porcentaje de desmonte que se autorice en cada predio, deberá estar acorde a cada uso compatible y no deberá exceder el porcentaje establecido en el lineamiento ecológico de la UGA, aplicando el principio de equidad y proporcionalidad.	El sitio del proyecto se localiza en la UGA-21 denominada "Zona Urbana de Cancún" con una política de Aprovechamiento Sustentable. De acuerdo con los lineamientos ambientales de la presente UGA para el desarrollo de proyectos, los parámetros de aprovechamiento, y usos compatibles e incompatibles, estarán sujetos a lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030).
<b>CG-12</b>	En el caso de desarrollarse varios usos de suelo compatibles en el mismo predio, los porcentajes de desmonte asignados a cada uno de ellos solo serán acumulables hasta alcanzar el porcentaje definido en el lineamiento ecológico.	El sitio del proyecto se localiza en la UGA-21 denominada "Zona Urbana de Cancún" con una política de Aprovechamiento Sustentable. De acuerdo con los lineamientos ambientales de la presente UGA para el desarrollo de proyectos, los parámetros de aprovechamiento, y usos compatibles e incompatibles, estarán sujetos a lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030).
<b>CG-13</b>	En la superficie de aprovechamiento autorizada previo al desarrollo de cualquier obra o actividad, se deberá de ejecutar un programa de rescate de flora y fauna.	El desarrollo del proyecto, previo a las actividades de CUSTF, implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Especies de la Vegetación Forestal, así como, un Programa de Ahuyentamiento y/o Rescate de Fauna.
<b>CG-14</b>	En los predios donde no exista cobertura	El PDU del Centro de Población de Cancún

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	arbórea, o en el caso que exista una superficie mayor desmontada a la señalada para la unidad de gestión ambiental ya sea por causas naturales y/o usos previos, el proyecto sólo podrá ocupar la superficie máxima de aprovechamiento que se indica para la unidad de gestión ambiental y la actividad compatible que pretenda desarrollarse.	(2014-2030) permite el aprovechamiento integral del predio, de acuerdo con los parámetros urbanos aplicables por el tipo de uso de suelo. De acuerdo con los resultados obtenidos del trabajo de campo se identificó que el tipo de vegetación predominante en el predio corresponde a una vegetación secundaria arbórea derivada de una selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ), en proceso de recuperación.
<b>CG-15</b>	En los ecosistemas forestales deberán eliminarse los ejemplares de especies exóticas considerados como invasoras por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) que representen un riesgo de afectación o desplazamiento de especies silvestres. El material vegetal deberá ser eliminado mediante procedimientos que no permitan su regeneración y/o propagación.	Este criterio de procedimiento será acatado por la promovente del proyecto. En caso de llegar a encontrar especies exóticas consideradas como invasoras por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) que representen un riesgo de afectación o desplazamiento de especies silvestres, serán eliminadas de acuerdo a lo citado en el presente criterio.
<b>CG-16</b>	La introducción y manejo de palma de coco ( <i>Cocos nucifera</i> ) debe restringirse a las variedades que sean resistentes a la enfermedad conocida como "amarillamiento letal del cocotero".	En caso de contemplar la introducción de palma de coco al sitio del proyecto, se restringirá a las variedades que sean resistentes a la enfermedad conocida como "amarillamiento letal del cocotero".
<b>CG-17</b>	Se permite el manejo de especies exóticas, cuando: 1. La especie no esté catalogada como especie invasora por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad o la SAGARPA. 2. La actividad no se proyecte en cuerpos naturales de agua. 3. El manejo de fauna, en caso de utilizar encierros, se debe realizar el tratamiento secundario por medio de biodigestores autorizados por la autoridad competente en la materia de aquellas aguas provenientes de la limpieza de los sitios de confinamiento. 4. Se garantice el confinamiento de los ejemplares y se impida su dispersión o distribución al medio natural. 5. Deberán estar dentro de una Unidad de Manejo Ambiental o PIMVS.	El proyecto no contempla el manejo de especies de flora y fauna exóticas.
<b>CG-18</b>	No se permite la acuicultura en cuerpos de agua en condiciones naturales, ni en cuerpos de agua artificiales con riesgo de afectación a especies nativas.	El proyecto no contempla actividades de acuicultura.
<b>CG-19</b>	Todos los caminos abiertos que estén en propiedad privada, deberán contar con acceso controlado, a fin de evitar posibles afectaciones a los recursos naturales existentes.	El proyecto no contempla la construcción de caminos abiertos.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES	VINCULACIÓN AL PROYECTO
CG-20	Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua deberán mantener inalterada su estructura geológica y mantener el estrato arbóreo, asegurando que la superficie establecida para su uso garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.	En el sitio del proyecto no se registra la presencia de cenotes, rejolladas inundables o cuerpos de agua.
CG-21	Donde se encuentren vestigios arqueológicos, deberá reportarse dicha presencia al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y contar con su correspondiente autorización para la construcción de la obra o realización de actividades.	En el sitio del proyecto no se registra la presencia de vestigios arqueológicos.
CG-22	El derecho de vía de los tendidos de energía eléctrica de alta tensión sólo podrá ser utilizado conforme a la normatividad aplicable, y en apego a ella no podrá ser utilizado para asentamientos humanos.	En el sitio del proyecto no se registra la presencia de tendidos de energía eléctrica.
CG-23	La instalación de infraestructura de energía eléctrica de baja tensión y de comunicación deberá ser subterránea en el interior de los predios, para evitar la contaminación visual del paisaje y afectaciones a la misma por eventos meteorológicos extremos y para minimizar la fragmentación de ecosistemas.	Para evitar la contaminación visual del paisaje y afectaciones a la misma por eventos meteorológicos extremos, la instalación de infraestructura de energía eléctrica de baja tensión y de comunicación será subterránea.
CG-24	Los taludes de los caminos y carreteras deberán ser reforestados con plantas de cobertura y herbáceas que limiten los procesos de erosión.	El proyecto no contempla la construcción de caminos o carreteras que requieran reforestación en sus taludes.
CG-25	En ningún caso la estructura o cimentación de la construcción deberá interrumpir la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea.	El CUSTF de interés del presente proyecto no interrumpirá la hidrodinámica natural superficial o subterránea del sitio del proyecto.
CG-26	De acuerdo a lo que establece el Reglamento Municipal de Construcción, los campamentos de construcción o de apoyo y todas las obras en general deben: A. Contar con al menos una letrina por cada 20 trabajadores. B. Áreas específicas y delimitadas para la pernocta y/o para la elaboración y consumo de alimentos, con condiciones higiénicas adecuadas. C. Establecer las medidas necesarias para almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos sólidos generados. D. Establecer medidas para el correcto manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos peligrosos.	Por su ubicación al norte del área urbana de la Ciudad de Cancún, el proyecto no contempla la instalación de campamentos de construcción.
CG-27	En el diseño y construcción de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos se deberán colocar en las celdas para residuos	El proyecto no contempla la construcción de un sitio de disposición final de Residuos Sólidos Urbano.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	y en el estanque de lixiviados, una geomembrana de polietileno de alta densidad o similar, con espesor mínimo de 0.5 mm. Previo a la colocación de la capa protectora de la geomembrana se deberá acreditar la aprobación de las pruebas de hermeticidad de las uniones de la geomembrana por parte de la autoridad que supervise su construcción.	
CG-28	La disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o dragados sólo podrá realizarse en sitios autorizados por la autoridad competente, siempre y cuando no contengan residuos sólidos urbanos, así como aquellos que puedan ser catalogados como peligrosos por la normatividad vigente.	Los materiales derivados de las obras y excavaciones, serán dispuestos en los sitios autorizados por las autoridades correspondientes.
CG-29	La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.	Los residuos sólidos municipales serán recolectados por el servicio público municipal con cierta periodicidad y tendrán como destino el relleno sanitario municipal.
CG-30	Los desechos biológicos infecciosos no podrán disponerse en el relleno sanitario y/o en depósitos temporales de servicio municipal.	El proyecto no contempla la generación de desechos biológicos infecciosos.
CG-31	Los sitios de disposición final de RSU deberán contar con un banco de material pétreo autorizado dentro del área proyectada, mismo que se deberá ubicar aguas arriba de las celdas de almacenamiento y que deberá proveer diariamente del material de cobertura.	El proyecto no contempla la construcción de un sitio de disposición final de Residuos Sólidos Urbano.
CG-32	Se prohíbe la quema de basura, así como su entierro o disposición a cielo abierto.	El proyecto no contempla la quema de basura. Los residuos sólidos municipales serán recolectados por el servicio público municipal con cierta periodicidad y tendrán como destino el relleno sanitario municipal.
CG-33	Todos los proyectos deberán contar con áreas específicas para el acopio temporal de los residuos sólidos. En el caso de utilizar el municipal de colecta, dichas áreas deben ser accesibles a la operación del servicio.	El proyecto acatará este criterio ya que contará con sitios específicos de concentración de desechos para posteriormente ser trasladados a lugares autorizados.
CG-34	El material pétreo, sascab, piedra caliza, tierra negra, tierra de despalme, madera, materiales vegetales y/o arena, que se utilice en la construcción de un proyecto deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados.	El proyecto acatará esta disposición toda vez que utilizará materiales pétreos provenientes de bancos de préstamo y materiales debidamente autorizados por la autoridad ambiental correspondiente.
CG-35	En la superficie en la que por excepción la autoridad competente autorice la remoción de la vegetación, también se podrá retirar el suelo, subsuelo y las rocas para nivelar el terreno e instalar los cimientos de las edificaciones e infraestructura, siempre y	Durante la implementación del proyecto, en caso de que sea requerido, se retirará el suelo, subsuelo y las rocas para nivelar el terreno e instalar los cimientos de las edificaciones e infraestructura, siempre y cuando no se afecten los ríos subterráneos que pudieran

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	cuando no se afecten los ríos subterráneos que pudieran estar presentes en los predios que serán intervenidos.	estar presentes en los predios que serán intervenidos.
<b>CG-36</b>	Los desechos orgánicos derivados de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales deberán aprovecharse en primera instancia para la recuperación de suelos, y/o fertilización orgánica de cultivos y áreas verdes, previo composteo y estabilización y ser dispuestos donde lo indique la autoridad competente en la materia.	El proyecto no contempla la generación de desechos orgánicos derivados de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales.
<b>CG-37</b>	Todos los proyectos que impliquen la remoción de la vegetación y el despalme del suelo deberán realizar acciones para la recuperación de la tierra, realizando su separación de los residuos vegetales y pétreos, con la finalidad de que sea utilizada para acciones de reforestación dentro del mismo proyecto o donde lo disponga la autoridad competente en la materia, dentro del territorio municipal.	El proyecto llevará a cabo la recuperación de la tierra del despalme para utilizarla en las actividades de reforestación del proyecto.
<b>CG-38</b>	No se permite la transferencia de densidades de cuartos de hotel, residencias campestres, cabañas rurales y/o cabañas ecoturísticas de una unidad de gestión ambiental a otra.	El proyecto no contempla la transferencia de densidades establecidas en el presente criterio.
<b>CG-39</b>	El porcentaje de desmonte permitido en cada UGA que impliquen el cambio de uso de suelo de la vegetación forestal, solo podrá realizarse cuando la autoridad competente expida por excepción las autorizaciones de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales.	El presente estudio que se pone a consideración de la Delegación Federal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el Estado de Quintana Roo, corresponde al DTU-A para la solicitud de la autorización del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos forestales en materia de impacto ambiental y forestal, para una superficie de 3.08 Hectáreas con el fin de poder desarrollar el proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07".

De acuerdo con la sobreposición del sitio del proyecto sobre el POEL del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, se aprecia que este predio se localiza dentro de la Unidad de Gestión Ambiental **UGA-21** denominada "Zona Urbana de Cancún" con una Política Ambiental de Aprovechamiento Sustentable (Figura 47).

En la **UGA-21** se identifican 59 criterios ecológicos de aplicación específica (Cuadro 76). Estos son los criterios asignados a una unidad de gestión ambiental determinada (Cuadro 77).

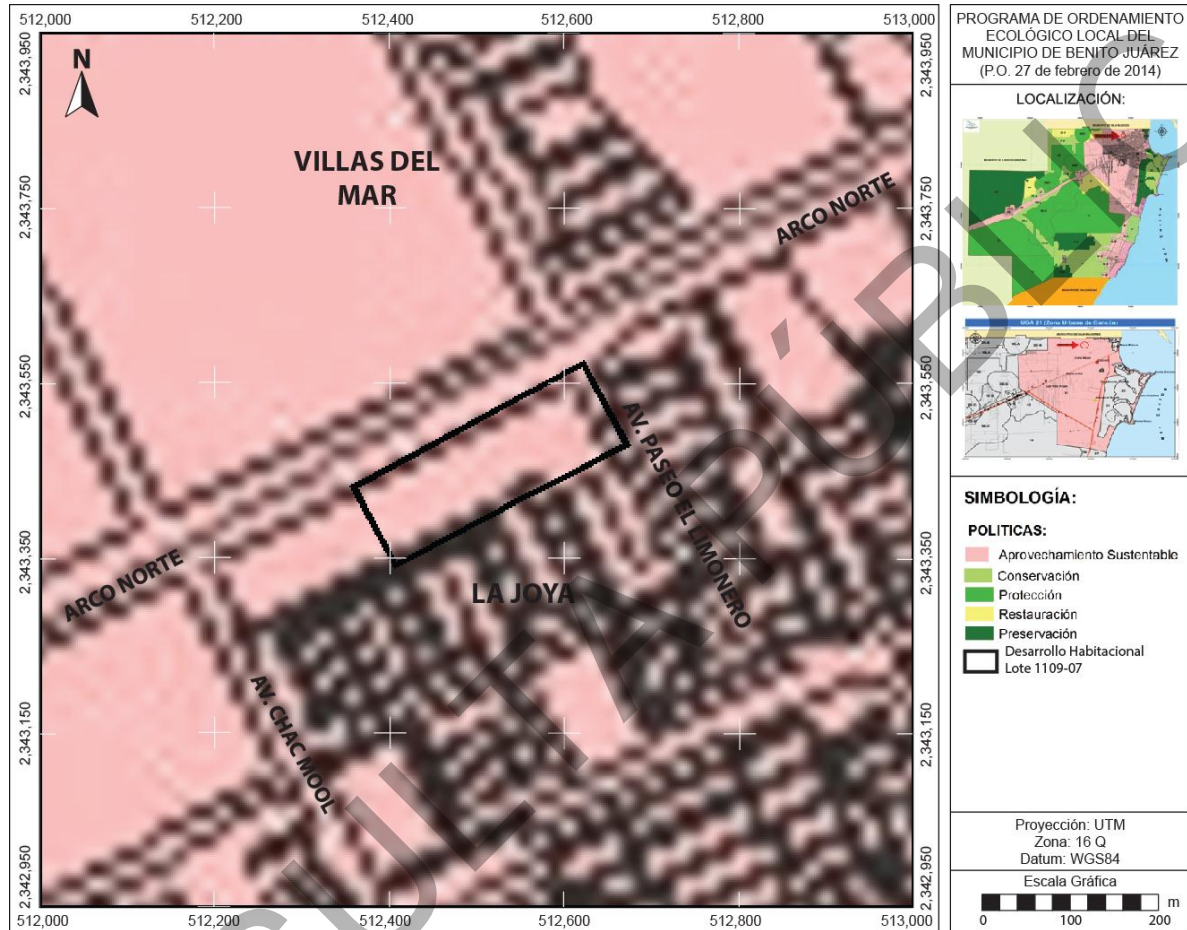
**Cuadro 76. Criterios de regulación ecológica específicas de acuerdo a la UGA-21.**

Recursos y procesos prioritarios	Clave	Criterios de Regulación Ecológica											
Agua	URB	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12



**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

	13	14	15	16	17								
Suelo y Subsuelo	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		
Flora y Fauna	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	
Paisaje	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
	55	56	57	58	59								



**Figura 47. Localización del sitio del proyecto con respecto a la UGA-21**

**Cuadro 77. Cumplimiento de los criterios ecológicos de aplicación específica por parte del proyecto.**

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	<b>Recurso Agua.</b>	
<b>URB-01</b>	En tanto no existan sistemas municipales para la conducción y tratamiento de las aguas residuales municipales, los promoventes de nuevos proyectos, de hoteles, fraccionamientos, condominios, industrias y similares, deberán instalar y operar por su propia cuenta, sistemas de tratamiento y reciclaje de las aguas residuales, ya sean individuales o comunales, para satisfacer las condiciones particulares que determinen las autoridades competentes y las normas oficiales	El sitio del proyecto cuenta con servicio de agua potable y alcantarillado, que actualmente da servicio a los desarrollos habitacionales colindantes.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	mexicanas aplicables en la materia.	
<b>URB-02</b>	A fin de evitar la contaminación ambiental y/o riesgos a la salud pública y sólo en aquellos casos excepcionales en que el tendido de redes hidrosanitarias no exista, así como las condiciones financieras, socioeconómicas y/o topográficas necesarias para la introducción del servicio lo ameriten y justifiquen, la autoridad competente en la materia podrá autorizar a persona físicas el empleo de biodigestores para que en sus domicilios particulares se realice de manera permanente un tratamiento de aguas negras domiciliarias. Estos sistemas deberán estar aprobados por la autoridad ambiental competente.	El sitio del proyecto cuenta con servicio de agua potable y alcantarillado, que actualmente da servicio a los desarrollos habitacionales colindantes.
<b>URB-03</b>	En zonas que ya cuenten con el servicio de drenaje sanitario el usuario estará obligado a conectarse a dicho servicio. En caso de que a partir de un dictamen técnico del organismo operador resulte no ser factible tal conexión, se podrán utilizar sistemas de tratamiento debidamente certificados y contar con la autorización para la descargas por la CONAGUA.	El proyecto contempla la construcción de una red de alcantarillado sanitario con descarga domiciliaria, el cual está conectado, a la red de alcantarillado municipal.
<b>URB-04</b>	Los sistemas de producción agrícola intensiva (invernaderos, hidroponía y viveros) que se establezcan dentro de los centros de población deben reducir la pérdida del agua de riego, limitar la aplicación de agroquímicos y evitar la contaminación de los mantos freáticos.	El proyecto no contempla actividades de producción agrícola intensiva.
<b>URB-05</b>	En el caso de los campos de golf o usos de suelo similares que requieran la aplicación de riegos con agroquímicos y/o aguas residuales tratadas, deberán contar con la infraestructura necesaria para optimización y reciclaje del agua. Evitando en todo la contaminación al suelo, cuerpos de agua, y mantos freáticos.	El proyecto no contempla la construcción de campos de golf.
<b>URB-06</b>	Los proyectos de campos deportivos y/o de golf, así como las áreas jardinadas de los desarrollos turísticos deberán minimizar el uso de fertilizantes y/o pesticidas químicos para evitar riesgos de contaminación.	No se contempla el uso de agroquímicos durante la implementación del proyecto. Sin embargo, en caso de llegar a requerir tratamiento de plagas y enfermedades en el vivero o áreas verdes, se emplearán únicamente los autorizados por la CICOPLAFEST.
<b>URB-07</b>	No se permite la disposición de aguas residuales sin previo tratamiento hacia los cuerpos de agua, zonas inundables y/o al suelo y subsuelo, por lo que se promoverá que se establezca un sistema integral de drenaje y tratamiento de aguas residuales.	El proyecto contempla la construcción de una red de alcantarillado sanitario con descarga domiciliaria, el cual está conectado, a la red de alcantarillado municipal.
<b>URB-08</b>	En las zonas urbanas y sus reservas del	El proyecto contará una superficie total del

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	Municipio de Benito Juárez se deberán establecer espacios ajardinados que incorporen elementos arbóreos y arbustivos de especies nativas.	10.71% de la superficie total del predio como áreas verdes y recreativas.
<b>URB-09</b>	Para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en la zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, deben existir parques y espacios recreativos que cuenten con elementos arbóreos y arbustivos y cuya separación no será mayor a un km entre dichos parques.	La distancia que existe entre las áreas verdes del proyecto con elementos arbóreos y arbustivos es menor a un kilómetro.
<b>URB-10</b>	Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua presentes en los centros de población deben formar parte de las áreas verdes, asegurando que la superficie establecida para tal destino del suelo garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.	En el sitio del proyecto no se registra la presencia de las geoformas establecidas en el presente criterio.
<b>URB-11</b>	Para el ahorro del recurso agua, las nuevas construcciones deberán implementar tecnologías que aseguren el ahorro y uso eficiente del agua.	Este criterio será acatado por la promovente durante la construcción de las viviendas.
<b>URB-12</b>	En las plantas de tratamiento de aguas residuales y de desactivación de lodos deberán implementarse procesos para la disminución de olores y establecer franjas de vegetación arbórea de al menos 15 m de ancho que presten el servicio de barreras dispersantes de malos olores dentro del predio que se encuentren dichas instalaciones.	El proyecto no contempla la instalación de la infraestructura citada en el presente criterio.  El proyecto contempla la construcción de una red de alcantarillado sanitario con descarga domiciliaria, el cual está conectado, a la red de alcantarillado municipal.
<b>URB-13</b>	La canalización del drenaje pluvial hacia espacios verdes, cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, debe realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos, u otros que garanticen la retención de sedimentos y contaminantes. Dicha canalización deberá ser autorizada por la Comisión Nacional del Agua.	El proyecto contempla un sistema para el desalojo de las Aguas de Lluvia, la cual será infiltrada al subsuelo mediante el empleo de pozos de absorción, con las características establecidas en el presente criterio.
<b>URB-14</b>	Los crematorios deberán realizar un monitoreo y control de sus emisiones a la atmósfera.	El proyecto no contempla la instalación de la infraestructura citada en el presente criterio.
<b>URB-15</b>	Los cementerios deberán impermeabilizar paredes y piso de las fosas, con el fin de evitar contaminación al suelo, subsuelo y manto freático.	El proyecto no contempla la instalación de la infraestructura citada en el presente criterio.
<b>URB-16</b>	Los proyectos en la franja costera dentro de las UGA urbanas deberán tomar en cuenta la	El proyecto no colinda con la franja costera.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	existencia de las bocas de tormenta que de manera temporal desaguan las zonas sujetas a inundación durante la ocurrencia de lluvias extraordinarias o eventos ciclónicos. Por ser tales sitios zonas de riesgo, en los espacios públicos y privados se deben de realizar obras de ingeniería permanentes que en una franja que no será menor de 20 m conduzcan y permitan el libre flujo que de manera natural se establezca para el desagüe.	
<b>URB-17</b>	Serán susceptible de aprovechamiento los recursos biológicos forestales, tales como semilla, que generen los arboles urbanos, con fines de propagación por parte de particulares, mediante la autorización de colecta de recursos biológicos forestales.	El proyecto no contempla lo establecido en el presente criterio.
<b>URB-18</b>	Adicional a los sitios de disposición final autorizados de RSU, se debe contar con un área de acopio y retención de Residuos Especiales, en caso de contingencia, a fin de evitar que se introduzcan en la(s) celda(s).	El proyecto no contempla la construcción de un sitio de disposición final de RSU.
<b>Recurso Suelo y subsuelo</b>		
<b>URB-19</b>	La autorización emitida por la autoridad competente para la explotación de bancos de materiales pétreos deberá sustentarse en los resultados provenientes de estudios de mecánica de suelos y geohidrológicos que aseguren que no existan afectaciones irreversibles al recurso agua, aun en los casos de afloramiento del acuífero para extracción debajo del manto freático. Estos estudios deberán establecer claramente cuáles serán las medidas de mitigación aplicables al proyecto y los parámetros y periodicidad para realizar el monitoreo que tendrá que realizarse durante todas las etapas del proyecto, incluyendo las actividades de la etapa de abandono.	El proyecto utilizará materiales pétreos provenientes de bancos de préstamo y materiales debidamente autorizados por la autoridad ambiental correspondiente.
<b>URB-20</b>	Con el objeto de integrar cenotes, rejolladas, cuevas y cavernas a las áreas públicas urbanas, se permite realizar un aclareo, poda y modificación de vegetación rastrera y arbustiva presente, respetando en todo momento los elementos arbóreos y vegetación de relevancia ecológica, así como la estructura geológica de estas formaciones.	En el sitio del proyecto no se registra la presencia de las geofomas establecidas en el presente criterio
<b>URB-21</b>	Los bancos de materiales autorizados deben respetar una zona de amortiguamiento que consiste en una barrera vegetal alrededor del mismo, conforme lo señala el Decreto 36, del Gobierno del Estado; y/o la disposición jurídica	El proyecto utilizará materiales pétreos provenientes de bancos de préstamo y materiales debidamente autorizados por la autoridad ambiental correspondiente.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	que la sustituya.	
<b>URB-22</b>	Para evitar la contaminación del suelo y subsuelo, en las actividades de extracción y exploración de materiales pétreos deberán realizarse acciones de acopio, separación, utilización y disposición final de cualquier tipo de residuos generados, en el marco de lo que establezcan las disposiciones jurídicas aplicables.	El proyecto utilizará materiales pétreos provenientes de bancos de préstamo y materiales debidamente autorizados por la autoridad ambiental correspondiente.
<b>URB-23</b>	Para reincorporar las superficies afectadas por extracción de materiales pétreos a las actividades económicas del municipio, deberá realizarse la rehabilitación de dichas superficie en congruencia con los usos que prevean los instrumentos de planeación vigentes para la zona.	El proyecto utilizará materiales pétreos provenientes de los establecimientos debidamente autorizados por la autoridad ambiental correspondiente.
<b>URB-24</b>	Los generadores de Residuos de Manejo Especial y los Grandes Generadores de Residuos Sólidos Urbanos deberán contar con un plan de manejo de los mismos, en apego a la normatividad vigente en la materia.	El proyecto cuenta con un Programa de Vigilancia Ambiental, el cual integra el Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos.
<b>URB-25</b>	Para el caso de fraccionamientos habitacionales, el fraccionador deberá construir a su cargo y entregar al Ayuntamiento por cada 1000 viviendas previstas en el proyecto de fraccionamiento, parque o parques públicos recreativos con sus correspondientes áreas ajardinadas y arboladas con una superficie mínima de 5,000 metros cuadrados, mismos que podrán ser relacionados a las áreas de donación establecidas en la legislación vigente en la materia. Tratándose de fracciones en el número de viviendas previstas en el fraccionamiento, las obras de equipamiento urbano serán proporcionales, pudiéndose construir incluso en predios distintos al fraccionamiento.	El proyecto contempla la construcción de 240 viviendas y 3,300 m <sup>2</sup> de áreas verdes y recreativas, con lo que se cumple lo establecido en el presente criterio.
<b>URB-26</b>	En las etapas de crecimiento de la mancha urbana considerada por el PDU, para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en las zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, favorecer la función de barrera contra ruido, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, los fraccionamientos deben incorporar áreas verdes que contribuyan al Sistema Municipal de Parques, de conformidad con la normatividad vigente en la materia .	El proyecto destinará como áreas verdes (parques) el 10.71% de la superficie total del predio en las cuales se tiene contemplada la siembra de especies protegidas y nativas producto del rescate de vegetación.




**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
URB-27	La superficie ocupada por equipamiento en las áreas verdes no deberá exceder de un 30% del total de la superficie cada una de ellas.	El proyecto contemplará el cumplimiento de lo establecido en el presente criterio.
URB-28	Para evitar las afectaciones por inundaciones, se prohíbe el establecimiento de fraccionamientos habitacionales así como de infraestructura urbana dentro del espacio excavado de las sascaberas en desuso y en zonas en donde los estudios indiquen que existe el riesgo de inundación (de acuerdo al Atlas de Riesgos del municipio y/o del estado).	En el sitio del proyecto no se registra la presencia de sascaberas en desuso o zonas con riesgo de inundación.
URB-29	En la construcción de fraccionamientos dentro de las áreas urbanas, se permite la utilización del material pétreo que se obtenga de los cortes de nivelación dentro del predio. El excedente de los materiales extraídos que no sean utilizados deberá disponerse en la forma indicada por la autoridad competente en la materia.	El proyecto contemplará el cumplimiento de lo establecido en el presente criterio.
<b>Recurso Flora y Fauna</b>		
URB-30	En zonas inundables, se deben mantener las condiciones naturales de los ecosistemas y garantizar la conservación de las poblaciones silvestres que la habitan. Por lo que las actividades recreativas de contemplación deben ser promovidas y las actividades de aprovechamiento extractivo y de construcción deben ser condicionadas.	En el sitio del proyecto no se registra la presencia de zonas inundables.
URB-31	Las áreas destinadas a la conservación de la biodiversidad y/o del agua que colinden con las áreas definidas para los asentamientos humanos, deberán ser los sitios prioritarios para ubicar los ejemplares de plantas y animales que sean rescatados en el proceso de eliminación de la vegetación.	El sitio del proyecto no colinda con áreas destinadas a la conservación de la biodiversidad y/o del agua. Se encuentra inmerso dentro de la UGA 21, en la reserva urbana de crecimiento al sur de la Ciudad de Cancún.
URB-32	Deberá preverse un mínimo de 50% de la superficie de los espacios públicos ajardinados para que tengan vegetación natural de la zona y mantener todos los árboles nativos que cuenten con DAP mayores de 15 cm, en buen estado fitosanitario y que no representen riesgo de accidentes para los usuarios.	Para la conformación de las áreas verdes comunes abiertas, se contemplará que tengan vegetación natural y mantengan todos los individuos de todo tipo de especie que cuenten con diámetro mayor de 15 cm de diámetro.
URB-33	Deberán establecerse zonas de amortiguamiento de al menos 50 m alrededor de las zonas industriales y centrales de abastos que se desarrollen en las reservas urbanas. Estas zonas de amortiguamiento deberán ser dotados de infraestructura de parque público.	El proyecto no contempla el establecimiento de zonas industriales o centrales de abasto.
URB-34	En los programas de rescate de fauna silvestre que deben elaborarse y ejecutarse con motivo	El proyecto cuenta con un Programa de Vigilancia Ambiental, el cual integra el Programa



**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	de la eliminación de la cobertura vegetal de un predio, se deberá incluir el sitio de reubicación de los ejemplares, aprobado por la autoridad ambiental competente.	de Rescate y/o Ahuyentamiento de Fauna.
<b>URB-35</b>	No se permite introducir o liberar fauna exótica en parques y/o áreas de reservas urbanas.	No se contempla la liberación o introducción de fauna exótica en el sitio del proyecto.
<b>URB-36</b>	Las áreas con presencia de ecosistemas de manglar dentro de los centros de población deberán ser consideradas como Áreas de Preservación Ecológica para garantizar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales que proveen por lo que no podrán ser modificadas, con el fin de proporcionar una mejor calidad de vida para los habitantes del municipio; con excepción de aquellas que cuenten previamente con un plan de manejo autorizado por la autoridad ambiental competente.	El sitio del proyecto no cuenta con vegetación de manglar.
<b>URB-37</b>	Para minimizar los impactos ambientales y el efecto de borde sobre los ecosistemas adyacentes a los centros urbanos, la ocupación de nuevas reservas territoriales para el desarrollo urbano, solo podrá realizarse cuando se haya ocupado el 85% del territorio de la etapa de desarrollo urbano previa.	De acuerdo con el plano E-07 Etapas de Desarrollo del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún 2014-2030, el sitio del proyecto se localiza en la Etapa de Desarrollo de Consolidación, como se puede observar a continuación.  Las zonas de expansión denominadas de Consolidación son las primeras zonas de expansión de la zona urbana, por lo se cumple cabalmente lo establecido en el presente criterio.
<b>URB-38</b>	Las áreas verdes de los estacionamientos descubiertos públicos y privados deben ser diseñadas en forma de camellones continuos y deberá colocarse por lo menos un árbol por cada dos cajones de estacionamiento.	El proyecto acatará lo establecido en el presente criterio.
<b>URB-39</b>	Los predios colindantes con los humedales deberán tener áreas de vegetación, preferentemente nativa, que permitan el tránsito de la vida silvestre hacia otros manchones de vegetación. Los predios colindantes en el Sur del área natural protegida Manglares de Nichupté	El sitio del proyecto no es colindante con áreas de humedales.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	(ANPLN) deberán mantener su cubierta vegetal para favorecer el tránsito de fauna. Se deberán realizar obras que permitan la comunicación de la fauna entre el ANPLN el área de vegetación nativa con la que colinda en su límite Sur, para tal efecto se deberán realizar las obras necesarias en la carretera que las divide para que la fauna pueda transitar entre ambos terrenos, sin que pueda ser atropellada.	
<b>URB-40</b>	En las previsiones de crecimiento de las áreas urbanas colindantes con las ANPs, se deberán mantener corredores biológicos que salvaguarden la conectividad entre los ecosistemas existentes.	El sitio del proyecto no es colindante con áreas naturales protegidas.
<b>URB-41</b>	Los proyectos urbanos deberán reforestar camellones y áreas verdes colindantes a las ANPs y parques municipales deberán reforestar con especies nativas que sirvan de refugio y alimentación para la fauna silvestre, destacando el chicozapote ( <i>Manilkara zapota</i> ), la guaya ( <i>Talisia olivaeformis</i> ), capulín ( <i>Muntingia calabura</i> ), <i>Ficus spp</i> , entre otros.	El sitio del proyecto no colinda con áreas destinadas a la conservación de la biodiversidad y/o del agua. Se encuentra inmerso dentro de la UGA 21.
<b>URB-42</b>	Los desarrollos turísticos y/o habitacionales deberán garantizar la permanencia del hábitat y las poblaciones de mono araña <i>Ateles geoffroyi</i> , mediante la regulación de los horarios de uso del sitio, mantenimiento de la disponibilidad natural de alimento y sitios de pernocta y de reproducción, así como con otras acciones que sean necesarias.	En el sitio no se registra la presencia de poblaciones de mono araña <i>Ateles geoffroyi</i> . Sin embargo, cuenta con medidas de prevención para evitar impactos negativos sobre la fauna silvestre.
<b>Recurso Paisaje</b>		
<b>URB-43</b>	Las áreas verdes y en las áreas urbanas de conservación, deberán contar con el equipamiento adecuado para evitar la contaminación por residuos sólidos, ruido, aguas residuales y fecalismo al aire libre.	Las áreas verdes del proyecto se encuentran agrupadas al interior del proyecto y contarán con el equipamiento adecuado para evitar la contaminación de residuos sólidos (basureros).
<b>URB-44</b>	Las autorizaciones municipales para el uso de suelo en los predios colindantes a la zona federal marítimo terrestre y las concesiones de zona federal marítimo terrestre otorgadas por la Federación, deberán ser congruentes con los usos de suelo de la zona que expida el Estado o Municipio.	El sitio del proyecto no es colindante con la zona federal marítimo terrestre.
<b>URB-45</b>	Para recuperar el paisaje y compensar la pérdida de vegetación en las zonas urbanas, en las actividades de reforestación designadas por la autoridad competente, se usarán de manera prioritaria especies nativas acordes a cada ambiente.	El proyecto contará con áreas verdes, con lo cual se recuperan áreas para reforestación y ajardinado, y en las cuales se tiene contemplada la siembra de especies protegidas y nativas producto del rescate de vegetación.
<b>URB-46</b>	El establecimiento de actividades de la industria	El proyecto no contempla el establecimiento de

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	concretera y similares debe ubicarse a una distancia mínima de 500 metros del asentamiento humano más próximo y debe contar con barreras naturales perimetrales para evitar la dispersión de polvos.	actividades de la industria concretera o similares.
<b>URB-47</b>	Se establecerán servidumbres de paso y accesos a la zona federal marítimo terrestre y el libre paso por la zona federal a una distancia máxima de 1000 metros entre estos accesos, de conformidad con la Ley de Bienes Nacionales y el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.	El sitio del proyecto no es colindante con la zona federal marítimo terrestre.
<b>URB-48</b>	En las áreas de aprovechamiento proyectadas se debe mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, áreas verdes, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.	El proyecto acatará lo establecido en el presente criterio.
<b>URB-49</b>	Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el período de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías.	El proyecto no es colindante con la zona de playa.
<b>URB-50</b>	Las especies recomendadas para la reforestación de dunas son: Plantas rastreras: <i>Ipomea pes-caprae</i> , <i>Sesuvium portulacastrum</i> , herbáceas: <i>Ageratum littorale</i> , <i>Erythalis fruticosa</i> y arbustos: <i>Tournefortia gnaphalodes</i> , <i>Suriana maritima</i> y <i>Coccoloba uvifera</i> y Palmas <i>Thrinax radiata</i> , <i>Coccothrinax readii</i> .	El proyecto no es colindante con la zona de playa y no contempla su reforestación.
<b>URB-51</b>	La selección de sitios para la rehabilitación de dunas y la creación infraestructura de retención de arena deberá tomar en cuenta los siguientes criterios: Que haya evidencia de la existencia de dunas en los últimos 20 años. Que los vientos prevaecientes soplen en dirección a las dunas. Que existan zonas de dunas pioneras (embrionarias) en la playa en la que la arena esté constantemente seca, para que constituya la fuente de aportación para la duna.	El proyecto no es colindante con la zona de playa y no contempla su rehabilitación.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	<p>Las cercas de retención deberán ser biodegradables, con una altura aproximada de 1.2 m y con 50% de porosidad y ubicadas en paralelo a la costa.</p> <p>Las dunas rehabilitadas deberán ser reforestadas.</p>	
<p><b>URB-52</b></p>	<p>En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias:</p> <p>Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.</p> <p>Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.</p> <p>Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movable que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías.</p> <p>Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.</p> <p>Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas.</li> <li>b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente.</li> <li>c) Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.</li> </ul> <p>Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal doméstico que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.</p>	<p>El proyecto no es colindante con la zona de playa.</p>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
<b>URB-53</b>	Las obras y actividades que son susceptibles de ser desarrolladas en las dunas costeras deberán evitar la afectación de zonas de anidación y de agregación de especies, en particular aquellas que formen parte del hábitat de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	El proyecto no es colindante con la zona de playa o dunas costeras.
<b>URB-54</b>	En las dunas no se permite la instalación de tuberías de drenaje pluvial, la extracción de arena, ni ser utilizadas como depósitos de la arena o sedimentos que se extraen de los dragados que se realizan para mantener la profundidad en los canales de puertos, bocas de lagunas o lagunas costeras.	El proyecto no es colindante con la zona de playa o dunas costeras.
<b>URB-55</b>	La construcción de infraestructura permanente o temporal debe quedar fuera de las dunas pioneras (embrionarias).	El proyecto no es colindante con la zona de playa o dunas costeras.
<b>URB-56</b>	En las dunas primarias podrá haber construcciones de madera o material degradable y piloteadas (p.e. casas tipo palafito o andadores), detrás de la cara posterior del primer cordón y evitando la invasión sobre la corona o cresta de estas dunas. El pilotaje deberá ser superficial (hincado a golpes), no cimentado y deberá permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda que tenga al menos un metro de elevación respecto al nivel de la duna. Esta recomendación deberá revisarse en regiones donde hay fuerte incidencia de huracanes, ya que en estas áreas constituyen un sistema importante de protección, por lo que se recomienda, después de su valoración específica, dejar inalterada esta sección del sistema de dunas.	El proyecto no es colindante con la zona de playa o dunas costeras.
<b>URB-57</b>	La restauración de playas deberá realizarse con arena que tenga una composición química y granulometría similar a la de la playa que se va a rellenar. El material arenoso que se empleará en la restauración de playas deberá tener la menor concentración de materia orgánica, arcilla y limo posible para evitar que el material se consolide formando escarpes pronunciados en las playas por efecto del oleaje.	El proyecto no contempla actividades de restauración de playas.
<b>URB-58</b>	Se prohíbe la extracción de arena en predios ubicados sobre la franja litoral del municipio con cobertura de matorral costero.	El proyecto no cuenta con vegetación de matorral costero ni arena, ni se contempla extracción de arena.
<b>URB-59</b>	En las áreas verdes los residuos vegetales producto de las podas y deshierbes deberán incorporarse al suelo después de su composteo.	El proyecto cuenta con un Programa de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se llevará un adecuado manejo de los residuos líquidos y

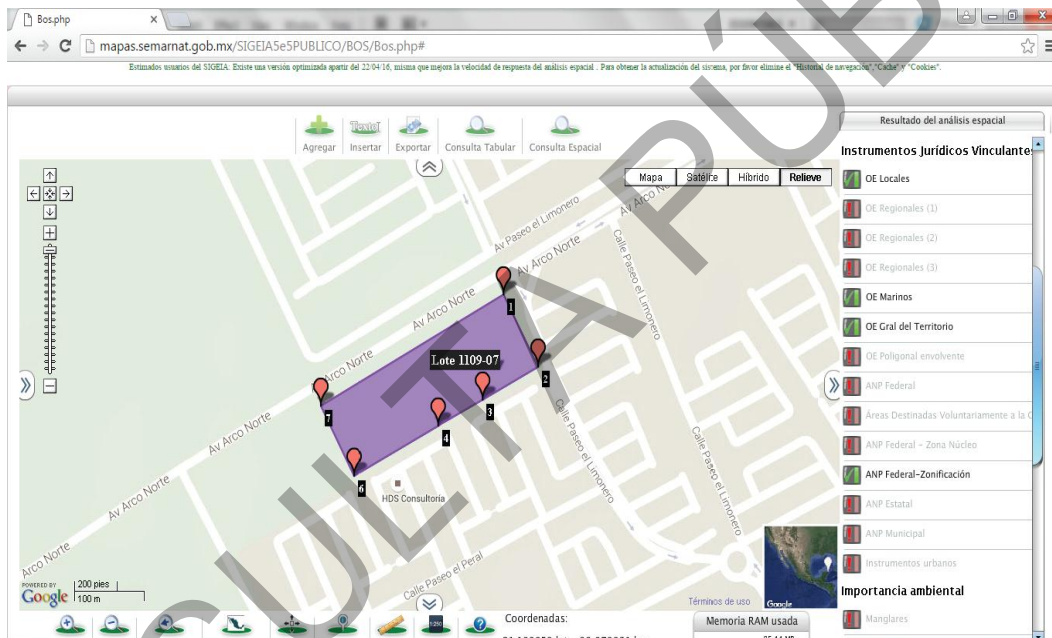
**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	Para mejorar la calidad del suelo y de la vegetación.	sólidos.

**XIV.2. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.**

**XIV.2.1. Áreas Naturales Protegidas.**

En el ámbito de las declaratorias de áreas naturales protegidas, el polígono en estudio no forma parte de algún área natural protegida, ni colinda con alguna de éstas. Para la presente determinación, se utilizó el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) del portal de la SEMARNAT (Figura 48), con los siguientes resultados (Cuadro 78).



**Figura 48. Pantalla del portal del SIGEIA de la SEMARNAT.**

**Cuadro 78. Resultados del análisis espacial del SIGEIA, con respecto a las áreas naturales protegidas de la región, de acuerdo con la poligonal definida del proyecto.**

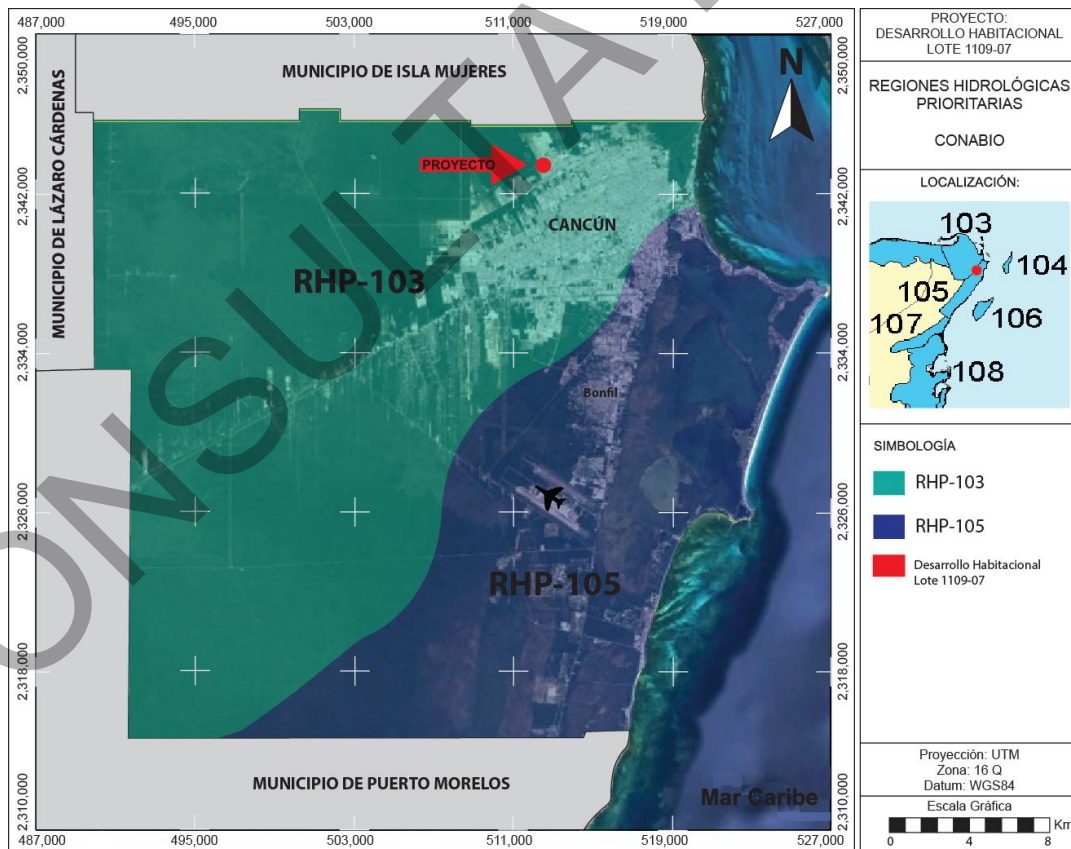
Instrumentos Jurídicos Vinculantes	Resultado Análisis Espacial
ANP Federal	No hay capas que intersecten.
Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación	No hay capas que intersecten.
ANP Federal – Zonas Núcleo	No hay capas que intersecten.
ANP Federal - Zonificación	No hay capas que intersecten.
ANP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



Regiones Marinas Prioritarias	RMP-62 Dzilam-Contoy
Regiones Terrestres Prioritarias	No hay capas que intersecten
UMAS	No hay capas que intersecten

**XIV.2.2. Región Hidrológica Prioritaria (RHP-103) Contoy (Arriaga et. al., 2002).**

En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido. El sitio del proyecto forma parte de la región hidrológica prioritaria número 103 denominada "Contoy" (Figura 49). La problemática que enfrenta esta región es la modificación del entorno por asentamientos irregulares, sobrepastoreo por ganado. Zona fuertemente perturbada por ciclones, quemas no controladas, explotación forestal y pesca sin manejo adecuado. Amenazada fuertemente por crecimiento urbano y construcción de caminos. Introducción de fauna exótica a la isla de Contoy. Asimismo, uso de trampas no selectivas y tráfico ilegal de especies. Actividad forestal, turística, pesquera y pecuaria. Cacería furtiva. Saqueo de nidos de tortuga. La región constituye una importante fuente de abastecimiento de agua y recursos forestales.



**Figura 49. Localización del sitio del proyecto con respecto a la Región Hidrológica Prioritaria número 103 denominada "Contoy".**

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

#### XIV.2.3. Región Marina Prioritaria (RMP-62) Dzilam - Contoy (Arriaga et. al., 1998).

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

El proyecto se localiza en la región marina prioritaria número 62 denominada "Dzilam-Contoy" (Figura 50), la cual ocupa un área de 31,143 km<sup>2</sup>.

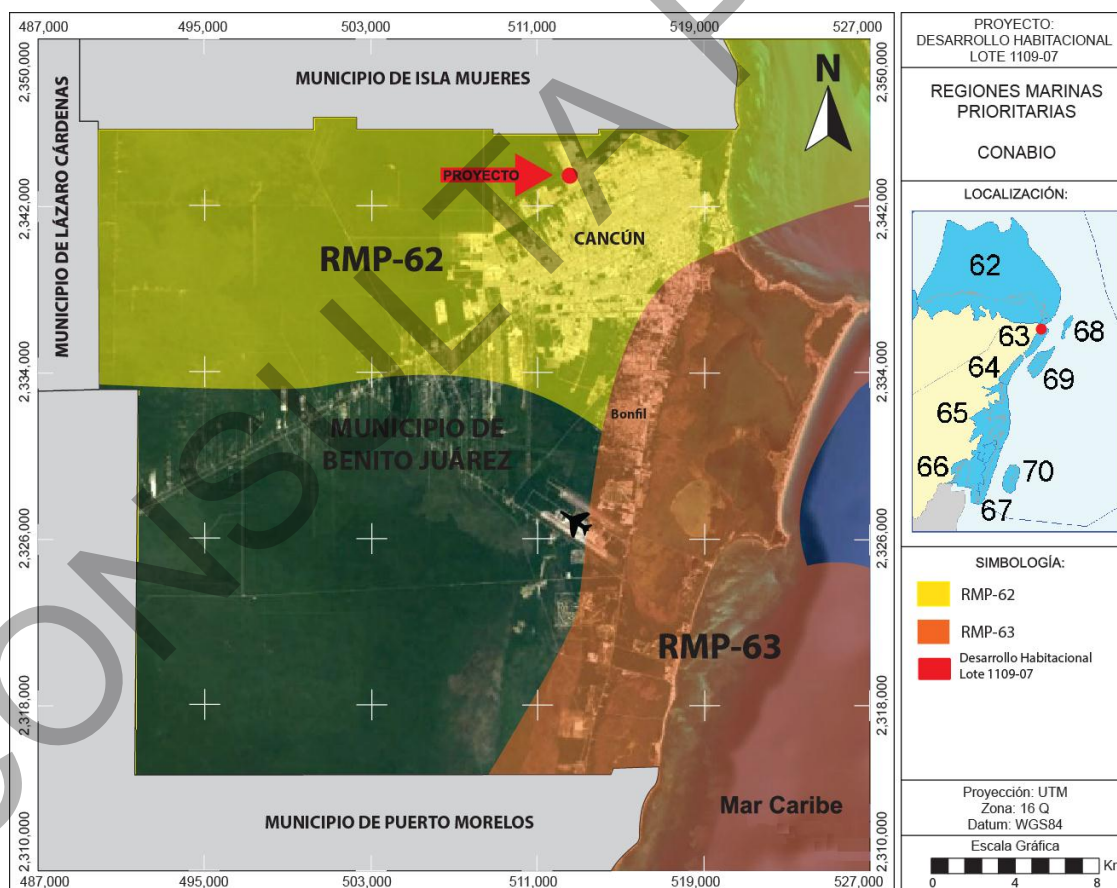


Figura 50. Localización del sitio del proyecto con respecto a las Regiones Marinas Prioritarias presentes en el Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

Esta región está compuesta por playas, dunas, marismas, petenes y arrecifes. La problemática que enfrenta la región es la modificación del entorno por fractura de arrecifes, remoción de pastos marinos y dragado; contaminación en los muelles y puertos, por petróleo, embarcaciones pesqueras, turísticas y de carga; y uso de recursos que genera presión sobre las langostas y el caracol rosado. Hay pesca ilegal, arrastres, trampas no selectivas y colecta de especies exóticas.

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

#### XIV.3. Normas Oficiales Mexicanas.

Durante el desarrollo del proyecto, se llevará a cabo el seguimiento de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas (Cuadro 79):

**Cuadro 79. Seguimiento de Normas Oficiales Mexicanas durante el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto.**

Norma Oficial Mexicana	Vinculación al Proyecto
<b>Residuos Peligrosos, Sólidos Urbanos y de Manejo Especial</b>	
Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Por acciones de mantenimiento de la maquinaria y vehículos de transporte, serán generados aceites, grasas y estopas, así como, se pueden presentar fugas de aceites, gasolina, aditivos, etc. Los aceites, grasas y estopas una vez utilizados, serán depositados en recipientes especiales para ser entregados a personal autorizado para su reciclamiento o disposición final.
Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, Que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.	Para prevenir la contaminación del suelo por hidrocarburos, se establecerán sistemas de control de derrames de combustibles y lubricantes de la maquinaria pesada, y no se deberán realizar reparaciones mayores en el área del proyecto.
<b>Flora y Fauna</b>	
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, sólo se registraron dos especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con la categoría de Amenazada las cuales corresponden a la palma <i>Thrinax radiata</i> y a la iguana <i>Ctenosaura similis</i> . El proyecto cuenta con un Programa de Vigilancia Ambiental, el cual integra el Programa de Rescate y Reubicación de Especies de la Vegetación Forestal, así como, un Programa de Ahuyentamiento y/o Rescate de Fauna, para evitar impactos negativos sobre estas especies.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

Norma Oficial Mexicana	Vinculación al Proyecto
<b>Contaminación por Ruido</b>	
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.	
<b>Emisiones de Fuentes Móviles</b>	
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.	
<b>Seguridad e Higiene Laboral</b>	
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).**

El sitio del proyecto se encuentra dentro del ámbito de aplicación del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030) (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo del 16 de octubre de 2014) (Figura 51).



DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A  
PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"

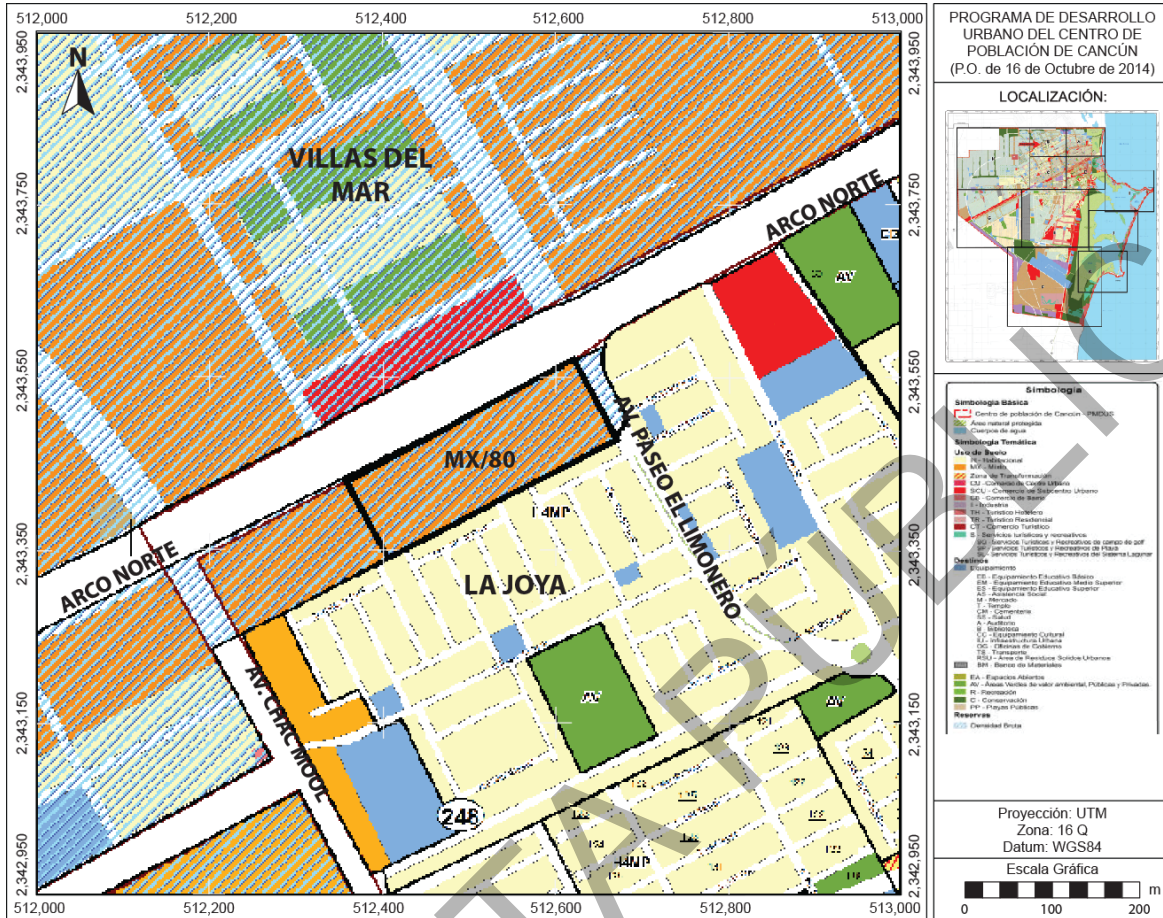


Figura 51. Localización del sitio del proyecto en el Plano B del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030).

De acuerdo con la sobreposición del sitio del proyecto sobre el PDU aplicable y la clasificación de usos en zonas de crecimiento, el predio de interés tiene un uso de suelo Mixto MX/80, por lo que se le asigna al predio una densidad bruta de 80 viviendas por hectárea. El uso de suelo Mixto (M) se define como la zonificación permite la convivencia de giros de vivienda, comercio, oficinas, equipamiento y pequeña industria y se plantea para zonas de concentración de actividades.

Por su naturaleza, el proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07" se encuentra clasificado como un Desarrollo Habitacional Urbano con un uso de suelo habitacional en el cual se pretende llevar a cabo la construcción de 240 viviendas con una densidad habitacional de 77.9 viviendas/ha, con lo que da cabal cumplimiento a la densidad aplicable al sitio del proyecto.

Por lo antes citado, el proyecto del desarrollo habitacional da cumplimiento a lo establecido en el PDU dado que pretende desarrollar usos de suelo habitacionales, comerciales y áreas verdes.

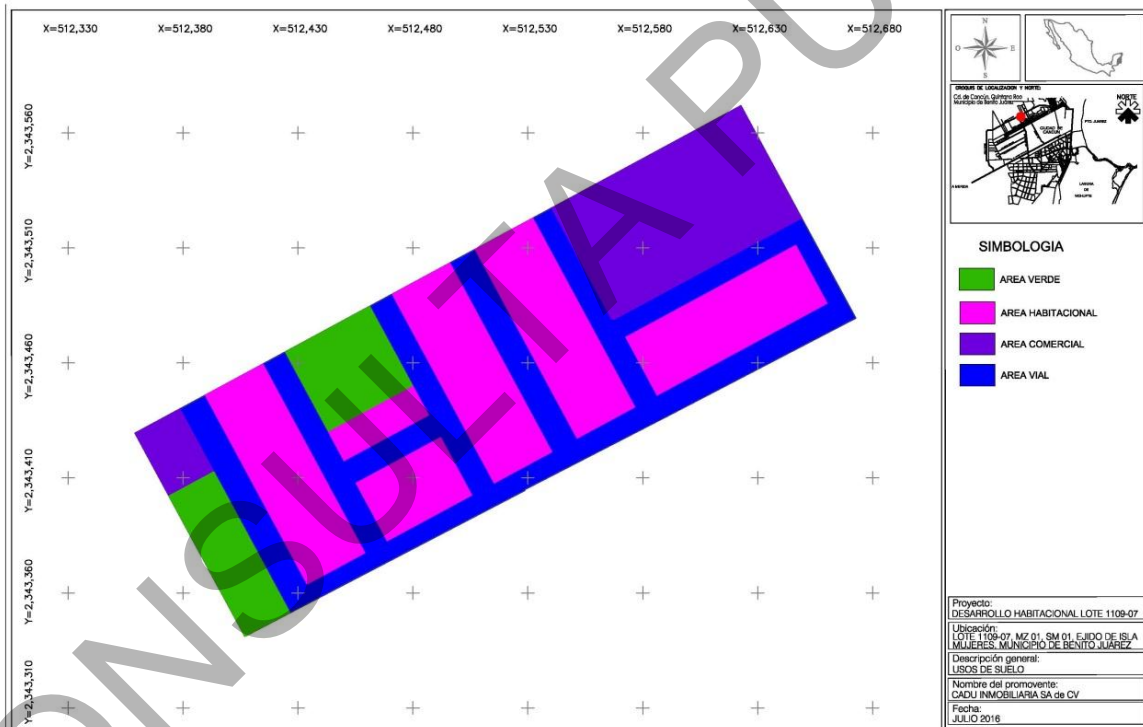
**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

Como se puede observar en el Cuadro 80, el diseño urbano al interior del conjunto habitacional contempla el 40.26% para el uso habitacional, el 18.51% para el uso comercial y el 30.52% para las vialidades. Para las áreas verdes y recreativas se contempla el 10.71% de la superficie total del predio.

**Cuadro 80. Cuadro de superficies del proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07.**

USOS DE SUELO	SUPERFICIE (Ha)	PORCENTAJE (%)
ÁREA HABITACIONAL	1.24	40.26
ÁREA COMERCIAL	0.57	18.51
ÁREAS VERDES DE USO COMÚN	0.33	10.71
VIALIDADES	0.94	30.52
<b>SUPERFICIE TOTAL DEL PREDIO</b>	<b>3.08</b>	<b>100.00</b>

En la Figura 52, se puede observar la distribución de los diferentes usos de suelo que componen el proyecto habitacional.



**Figura 52. Anteproyecto del "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07".**

Previo a la construcción del desarrollo habitacional, se obtendrán las Licencias y Permisos Municipales correspondientes que avalen el cumplimiento por parte del proyecto de los lineamientos urbanos citados en el PDU aplicable, como son COS, CUS, Alturas, Niveles y Restricciones entre otros.



#### 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.

Asimismo, en su Artículo 117 establece que *la Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales cuando se demuestre que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo*, lo cual se demuestra en el presente documento técnico unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos forestales en materia de impacto ambiental y forestal, para una superficie de 3.08 Hectáreas con el fin de poder desarrollar el proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07".

Por su parte, el Artículo 121 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable establece la información que deberán contener los estudios técnicos justificativos, la cual se presenta a través del presente documento técnico unificado.

##### XIV.5.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su reglamento en materia de impacto ambiental.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, tiene entre sus principales objetivos, el propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un ambiente adecuado para su desarrollo, así como definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación. Dicha ley, en su Artículo 5º y 28 Fracción VII establece que *son facultades de la Federación la evaluación del impacto ambiental de los cambios de uso del suelo en áreas forestales, así como en selvas; y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes*.

En virtud de lo anterior, su reglamento en materia de impacto ambiental, establece en su Artículo 5 Fracción O que *quienes pretendan llevar a cabo el cambio de uso del suelo de áreas forestales para actividades de desarrollo inmobiliario, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental*.

Por su parte, el Artículo 12 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental establece *la información que deberán contener las manifestaciones de impacto ambiental modalidad particular*.

En virtud y apego a lo antes citado, es que se presenta el documento técnico unificado del proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07" con la información requerida para su evaluación y autorización por parte de las autoridades correspondientes.

#### XIV.5.3 Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo.

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

Según el Artículo 59 de esta Ley, el fraccionador estará obligado a costear por su cuenta todas las obras de urbanización del Fraccionamiento y las de equipamiento urbano que esta Ley 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;*
- II.*

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

De acuerdo con lo antes expuesto, el proyecto dará cabal cumplimiento a lo establecido por la citada Ley, dado que destinará el 15.42% de la superficie neta del predio para áreas verdes y recreativas (Cuadro 81).

**Cuadro 81. Superficies y porcentajes netos propuestos por el proyecto.**

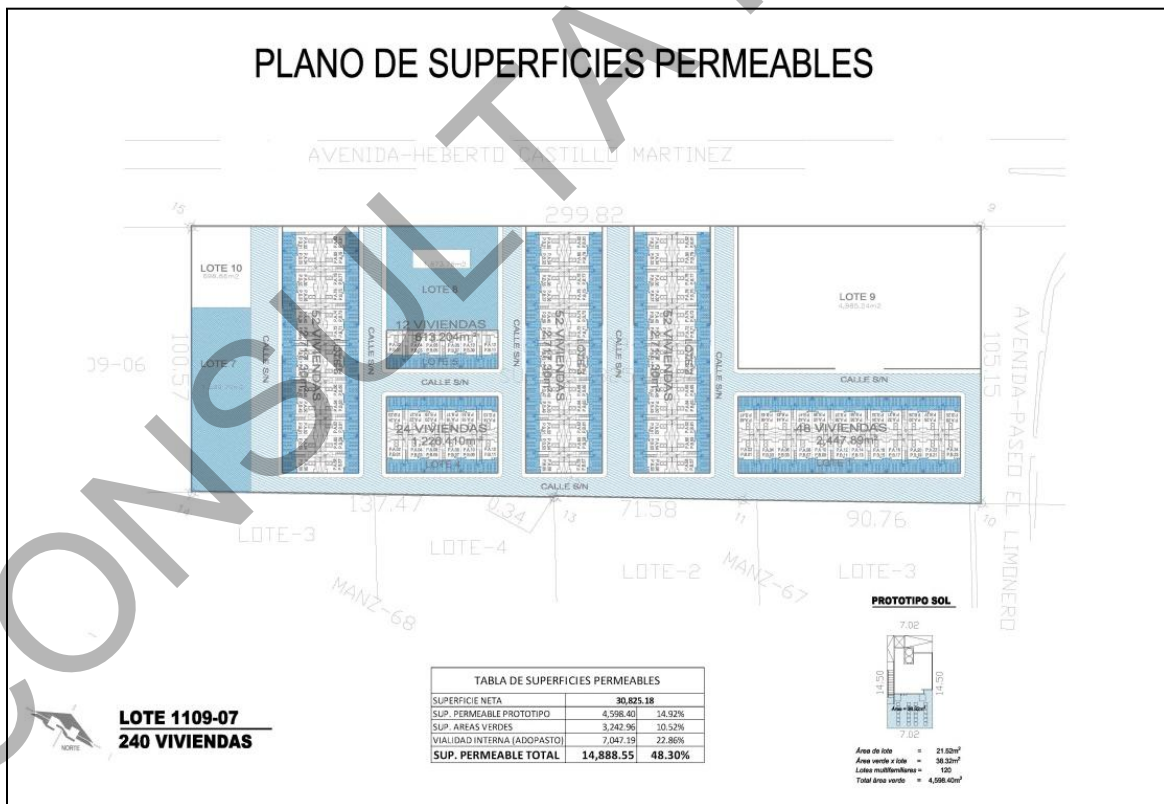
USOS DE SUELO	SUPERFICIE (Ha)	PORCENTAJE (%)
ÁREA HABITACIONAL	1.24	57.94
ÁREA COMERCIAL	0.57	26.64
<b>ÁREAS VERDES Y RECREATIVAS</b>	<b>0.33</b>	<b>15.42</b>
SUPERFICIE TOTAL DEL PREDIO	2.14	100.00

**XIV.5.4 Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo (LEEPAQROO).**

El Artículo 132 de la LEEPAQROO establece que para la recarga de mantos acuíferos, en las superficies de predios que se pretendan utilizar para obras e instalaciones, se deberá permitir la filtración de aguas pluviales al suelo y subsuelo. Por tal motivo, las personas físicas o morales quedan obligadas a proporcionar un porcentaje del terreno a construir, preferentemente como área verde, lo que en su caso siempre será permeable.

Para los efectos del párrafo anterior en los predios con un área menor de 100 metros cuadrados deberán proporcionar como área verde el 10% como mínimo; en predios con superficie mayor de 101 a 500 metros cuadrados, como mínimo el 20%; en predios cuya superficie sea de 501 a 3,000 metros cuadrados, como mínimo el 30%, y predios cuya superficie sea de 3,001 metros cuadrados en adelante, proporcionarán como área verde el 40% como mínimo.

Considerando lo previamente citado en el artículo en comento, el proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07" proporcionará el 48.30% de la superficie total del predio preferentemente como área permeable, la cual estará distribuida en las áreas habitacionales, áreas verdes y recreativas, y la vialidad (adopasto).



**Figura 53. Plano de superficies permeables.**

#### XIV.5.5 Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Quintana Roo.

La Ley General de Asentamientos Humanos del Estado de Quintana Roo en su Artículo 9º señala que *corresponde a los municipios, en el ámbito de sus respectivas jurisdicciones, formular, aprobar y administrar los planes o programas municipales de desarrollo urbano, de centros de población y los demás que de éstos deriven, así como expedir las autorizaciones, licencias o permisos de suelo, construcción, fraccionamientos, subdivisiones, fusiones, relotificaciones y condominio, de conformidad con las disposiciones jurídicas locales, planes o programas de desarrollo urbano y reservas, usos y destinos de áreas y predios.*

Asimismo, 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.6. Conclusión.

En resumen, el proyecto es congruente con la legislación ambiental y urbana de orden federal, estatal y municipal aplicables, de acuerdo con el siguiente resumen:

**Cuadro 82. Resumen de congruencia del proyecto con los instrumentos jurídicos y normativos vigentes y aplicables.**

Disposición Normativa	Cumplimiento
Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez	Una vez realizada la vinculación del proyecto con el POEL BJ, el CUSTF del proyecto es ambientalmente viable con base en los criterios ecológicos generales y específicos urbanos aplicables al proyecto y no se contrapone con la política establecida en la Unidad de Gestión Ambiental 21.
Región Hidrológica Prioritaria RHP-103	Por las características del proyecto, sus dimensiones y ubicación dentro de la zona de crecimiento urbana de Cancún, se considera que el CUSTF del proyecto no generará impactos significativos que pudieren llegar a afectar esta Región Hidrológica Prioritaria, ya que contará con medidas de prevención y mitigación para evitar los impactos sobre el acuífero, deforestación y generación de residuos sólidos.
Región Marina Prioritaria RMP-62	Por las características del proyecto, sus dimensiones y ubicación al sur del centro de población de la Ciudad de Cancún, se considera que el proyecto no agravará la problemática de esta región marina al no colindar con el Mar Caribe.
Normas Oficiales Mexicanas	Durante el desarrollo del proyecto, se llevará a cabo el seguimiento de las Normas Oficiales Mexicanas en materia de residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial, Flora y Fauna, Contaminación por Ruido, Emisiones, y Seguridad e Higiene Laboral.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

Disposición Normativa	Cumplimiento
Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún	El proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07" se encuentra clasificado como un Desarrollo Habitacional Urbano con un uso de suelo habitacional en el cual se pretende llevar a cabo la construcción de 240 viviendas con una densidad habitacional de 77.9 viviendas/ha, con lo que da cabal cumplimiento a la densidad y usos de suelo aplicables al sitio del proyecto.
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, motivo por el cual se presenta el DTU-A del proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07".
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, en su Artículo 5º y 28 Fracción VII establece que son facultades de la Federación la evaluación del impacto ambiental de los cambios de uso del suelo en áreas forestales, así como en selvas; y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes, motivo por el cual se presenta el DTU-A del proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07".
Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo	El Artículo 60 de la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo establece el compromiso de donación del 15% de la superficie neta del predio. De acuerdo con lo antes expuesto, el proyecto dará cabal cumplimiento a lo establecido por la citada Ley, dado que destinará el 15.42% de la superficie neta del predio para áreas verdes y recreativas.
Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo	El Artículo 132 de la LEEPAQROO establece que para la recarga de mantos acuíferos, en las superficies de predios que se pretendan utilizar para obras e instalaciones, se deberá permitir la filtración de aguas pluviales al suelo y subsuelo. El proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07" proporcionará el 48.30% de la superficie total del predio preferentemente como área permeable, la cual estará distribuida en las áreas habitacionales, áreas verdes y recreativas, y la vialidad (adopasto)
Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Quintana Roo	El Artículo 19 de la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Quintana Roo establece que 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, lo cual está contenido en el presente capítulo.

En virtud de lo anteriormente expuesto, se tiene que el proyecto se considera congruente con los ordenamientos jurídicos y administrativos existentes y aplicables para el sitio del proyecto.

Por lo antes expuesto, se considera que el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales del proyecto "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07", no contraviene la normatividad vigente y aplicable que regulan la superficie de pretendida ubicación del proyecto y usos de suelo, así como, tampoco se generará un desequilibrio ecológico, ni daño a los recursos naturales del sitio.

CONSULTA PÚBLICA



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

Un aspecto fundamental en esta tarea de valoración económica es la capacidad social de medir los beneficios que presta la naturaleza y los costos presentes y futuros de su degradación o agotamiento, así como la adquisición de una conciencia social y una actitud responsable ante la conservación de los recursos naturales. Un valor inadecuadamente bajo, o nulo, promueve el uso abusivo del recurso y produce inequidades sociales, al tiempo que es computado como pérdidas del capital natural del país.

Los valores de uso a su vez se dividen en valor de uso directo, de uso indirecto y valor de opción. El valor de uso directo es el más accesible en su concepción, debido a que se reconoce de manera inmediata a través del consumo del recurso biológico (alimentos, producción de madera; la explotación pesquera; la obtención de carne, pieles y otros productos animales y vegetales; la recolección de leña, y el pastoreo del ganado, entre otras) o de su recepción por los individuos (ecoturismo, actividades recreativas). Algunas clasificaciones abren el valor directo en valor de uso extractivo y de uso no extractivo.

El valor de uso indirecto se refiere a los beneficios que recibe la sociedad a través de los servicios ambientales de los ecosistemas y de las funciones del hábitat. Algunos ejemplos son los servicios proporcionados por los bosques como la protección contra la erosión, la regeneración de suelos, la recarga de acuíferos, el control de inundaciones, el reciclaje de nutrientes, la protección de costas, la captación y el almacenamiento de carbono, el auto sostenimiento del sistema biológico, entre otros.

A diferencia del valor de uso directo, el indirecto generalmente no requiere del acceso físico del usuario al recurso natural, pero sí de la existencia física del recurso en buenas condiciones.

El valor de opción se refiere al valor de los usos potenciales de los recursos biológicos para su utilización futura directa o indirecta. Por ejemplo, el uso potencial de plantas para fines farmacéuticos, para la obtención de nuevas materias primas o de especímenes para el control biológico de plagas, y para el avance del conocimiento humano sobre la vida en nuestro hábitat planetario.

El concepto de valor económico total (VET) es una de las formas más utilizadas para identificar y clasificar los beneficios de las masas forestales. Esto es debido a que, en lugar de centrarse en los valores comerciales directos de los bosques, el VET abarca también sus valores no comerciales y de subsistencia, sus funciones ecológicas y los beneficios no relacionados con su aprovechamiento. La clasificación aquí utilizada es tomada de Munasinghe M. y E. Lutz (1993) ya que reconoce los valores de uso y de no uso, la cual se presenta a continuación.

Los valores de no uso incluyen el valor de herencia, esto es por legar los beneficios de los recursos a las generaciones futuras; finalmente, el valor de existencia se refiere al valor de un

bien ambiental simplemente porque existe y es de orden ético con implicaciones estéticas, culturales o religiosas.

**Cuadro 83. Clasificación de valores.**

<i>directo</i>	<i>Valor de uso indirecto</i>	<i>de opción</i>	<i>Valor de no uso de herencia</i>	<i>de existencia</i>
Productos de consumo o servicios directos	Beneficios funcionales	Uso directo o indirecto futuro	Valor de legar valores a los descendientes	Valores éticos
Usos extractivos: * Materia prima * Alimentos * Biomasa * Cultivo y pastoreo * Colecta de especímenes y material genético * Conversión a otro uso * Hábitat humano	Ecosistémicas: * Autopreservación y evolución del sistema * Ciclaje de nutrientes * Conocimiento e investigación científica actual * Hábitat migratorio * Fijación de nitrógeno	* Continuidad del sistema * Obtención de nueva materia prima * Nuevos conocimientos	* Protección del hábitat * Evitar cambios irreversibles	* Conocimiento de la existencia * Protección del hábitat * Evitar cambios irreversibles * Culturales, estéticos y religiosos
Usos no extractivos: * Salud * Recreación - ecoturismo - deporte * Actividades culturales y religiosas * Navegación * Producción audiovisual	Ambientales: * Protección y regeneración de suelos * Captación y purificación de agua * Protección de cuencas * Control de plagas * Control de inundaciones * Protección contra tormentas * Regulación climática * Retención de carbono * Estabilización costera			

Los recursos biológico-forestales frecuentemente ostentan varios valores económicos simultáneamente, de esta forma tenemos que, con respecto a la vegetación natural presente en el área de estudio, podemos realizar las siguientes valoraciones.

### **XV.1 Valoración económica directa.**

En general, los recursos biológicos son comercializados para su uso directo en el consumo intermedio o final, así que existen mercados donde se fijan sus precios. En otros casos, los recursos se valoran a través del precio de recursos asociados o sustitutos que se comercializan.

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

1. Madera para palizada y aserrío
2. Leña y Triturado
3. Carbón vegetal (especies duras tropicales)
4. Plantas de ornato
5. Tierra de monte
6. Fauna

El valor económico de estos recursos puede estimarse con relativa facilidad, sin embargo otros recursos, como los frutos comestibles y las partes vegetales con propiedades medicinales, son difíciles de calcular económicamente debido a que su aprovechamiento se realiza a través de los usos y costumbres de los habitantes de la región, cuyos frutos son utilizados para preparar

dulce; y algunos otros frutos, que tienen propiedades medicinales para controlar la fiebre o para enfermedades estomacales.

De acuerdo con los resultados de la caracterización de la vegetación de este predio en la vegetación derivada de selva mediana se identificaron La vegetación al interior del predio alcanza una riqueza de 95 especies de plantas vasculares, pertenecientes a 42 familias botánicas presente en sus tres estratos.

Con la finalidad de realizar la estimación económica de los recursos biológicos forestales presentes en el área del proyecto, la estrategia aplicada en este estudio parte de la valoración de una pequeña lista de recursos forestales que sí tienen un precio de mercado en la región; el resto de los cuales se agrupan por similitud y se consideran como productos forestales sustitutos.

De manera general, las materias primas forestales se clasifican como maderables y no maderables. En este sentido, para efecto de la estimación del valor económico del volumen de la madera que será afectado por el cambio de uso del suelo, fueron consideradas todas las especies leñosas que serán removidas como productos sustitutos, mismas que pueden tener un potencial para su aprovechamiento como madera para aserrío, palizada, leña, carbón, etc.

**Madera para aserrío.** Se puede decir que en el área del proyecto prácticamente no existen especies maderables susceptibles de ser aprovechadas en la industria de la madera aserrada, ya que corresponde con una vegetación secundaria derivada de selva mediana en proceso de recuperación. Sin embargo, existen algunos individuos de Tsalam que pueden llegar a ser aprovechadas.

La estimación del valor de la madera para aserrío (*diámetros de 25 cm y mayores*), se ha considerado el precio libre a bordo en brecha para torcería de otras tropicales de largas dimensiones. (Los cálculos para aserrío están basados en el VFL, se estimó toda la madera obtenida en m<sup>3</sup> para conversión a aserrío sin importar si la especie se encuentra en condiciones para su venta).

**Cuadro 84. Estimación del volumen comercial (m<sup>3</sup>) para madera aserrada por especie, por hectárea y para la superficie de 3.08 hectáreas.**

Materia prima	Nombre común/clave	Valor Económico/m3 (00/100, M.N)	Volumen Comercial (m3/ha)	Valor Económico (m3/ha)	Volumen Comercial (m3/3.08ha)	Valor Económico subtotal (3.08 ha)
<b>Madera para Aserrío</b>	Tsalam	\$ 1,702.64	4.52	7,704.03	13.94	23,747.81
TOTAL						

Los precios de los productos forestales, contenidos en este reporte, provienen de múltiples fuentes consultadas al 2do trimestre de 2016, CONAFOR. (SIPRE)

De acuerdo con el cuadro anterior, el valor estimado de las materias primas forestales que pudieran tener un valor comercial como madera aserrada por efecto del eventual cambio de uso de suelo en una superficie de 3.08 hectáreas, contabilizando los individuos a partir de la clase diamétrica 25.00 cm de diámetro normal (DN) y mayores, es de aproximadamente 13.94 m<sup>3</sup> de madera en rollo con corteza; el cual asciende a la cantidad de \$ 23,747.81 pesos M.N.

**Madera para palizada.** Si tuviéramos la oportunidad de comercializar las distintas especies de acuerdo a las especificaciones del mercado, una parte del volumen resultante se clasificaría como palizada y se podría obtener una ganancia económica por efecto de su comercialización.

En el Cuadro 85, se presentan los volúmenes que podrían utilizarse como madera en rollo para palizada con diámetro normal (DN) entre el rango 10 cm a 24.9 cm. Se considera que el precio de la madera de palizada en libre a bordo es de \$ 1,702.64/m<sup>3</sup>. Se consideran precios promedios, ya que se trata principalmente de maderas denominadas otras tropicales.

**Cuadro 85. Estimación del valor económico del volumen comercial (m<sup>3</sup>) para palizada, por especie, por hectárea y por la superficie total de cambio de uso del suelo para el actual proyecto (3.08has).**

Materia prima	Nombre común/clave	Volumen Comercial (m <sup>3</sup> /ha)	Valor Económico/ha (00/100 M.N)	Volumen Comercial (m <sup>3</sup> /3.08ha)	Valor Económico subtotal (3.08 ha)
<b>Madera para Palizada</b>	Akits	0.171	291.05	0.527	897.18
	Chaca	1.130	1924.53	3.484	5932.40
	Chechem	7.017	11946.98	21.629	36826.79
	Granadillo	0.474	807.53	1.462	2489.23
	Tsalam	4.823	8211.51	14.866	25312.13
	Katalox	0.213	362.25	0.656	1116.64
	Alamo	1.190	2026.39	3.669	6246.37
	Boob	0.192	327.61	0.593	1009.85
	Sacchaca	0.325	553.44	1.002	1706.00
	Dicu	0.209	356.46	0.645	1098.79
	Dzudzuk	0.204	347.19	0.629	1070.23
	Ekulub	0.207	351.74	0.637	1084.23
	Fiob	0.973	1656.93	3.000	5107.52
	Fipe	1.994	3394.28	6.145	10462.94
	Jabin	1.436	2445.72	4.428	7538.96
	Kanasin	0.418	711.91	1.289	2194.48
	Katalox	0.224	381.43	0.691	1175.75
	Majahua	0.192	326.13	0.590	1005.29
	Wayamcox	0.329	560.19	1.014	1726.81
	Yaxnik	2.922	4974.83	9.007	15335.00
Yuy	0.149	254.06	0.460	783.14	
<b>TOTAL</b>		<b>24.792</b>	<b>42,212.15</b>	<b>76.422</b>	<b>130,119.72</b>

**Madera para leña, triturado.** Para obtener el valor que es posible obtener por concepto de leña se incluyen los individuos de las categorías diamétricas de 3.0 a 9.9 cm de diámetro normal (DN), de los cuales se considera que el 30% podría utilizarse para leña, 20% para triturado y el 50% restante como material para la elaboración de carbón vegetal.

**Cuadro 86. Desglose por especie del volumen que podría utilizarse para leña y triturado.**

Materia prima	% de Aprovechamiento	Volumen total (m <sup>3</sup> /ha)	Precio unitario \$/m <sup>3</sup>	Valor Económico/ha	Valor Económico subtotal (3.8ha)
Leña	30	16.57	350	5,799.50	17,862.46
Material triturado	20	11.04	400	4,416.00	13,601.28
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>27.61</b>		<b>10,215.50</b>	<b>31,463.74</b>

### **Carbón vegetal.**

Con base en la estimación realizada del volumen total maderable derivado de la superficie solicitada para el cambio de uso de terrenos forestales que incluyen a los individuos de 3.0 cm a 9.9 cm de diámetro se utilizó el 50% restante, recordando que el otro 50% se utilizó para el cálculo de leña y material triturado; para la elaboración de carbón vegetal, se estima que por cada 7m<sup>3</sup> de madera se obtiene aproximadamente 1 tonelada de carbón en hornos tradicionales que comúnmente se utiliza en la región.

El valor obtenido por el aprovechamiento de 3.08 has, estaría alrededor de 85.06 m<sup>3</sup> (27.62m<sup>3</sup>\*3.08has) de madera para la elaboración de carbón, por lo tanto, se tendría aproximadamente 12.1 toneladas de carbón vegetal.

El valor económico de la tonelada de carbón en la región oscila alrededor de los \$ 2,000.00 pesos a pie de horno, dependiendo de la zona de adquisición por lo que el valor estimado del volumen resultante de carbón con motivo del cambio de uso de suelo forestal es de \$ 12,200 pesos M.N.

### **Plantas de ornato.**

La producción y comercialización regularizada de las especies protegidas poco a poco va encontrando lugar en el mercado a través del esquema de regulación llamado Unidades de Manejo Ambiental para Flora y Fauna Silvestre (UMA's), establecido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). No obstante, la práctica común para la obtención de ejemplares de especies silvestres protegidas sigue siendo la extracción clandestina de su ambiente natural.

En el predio existen ejemplares de especies citadas en esta norma, especies que son utilizadas para ornato y otras especies que, aunque no están en la norma también se comercializan debido a su uso ornamental. Estas especies son las siguientes:

**Cuadro 87. Valor económico y número de plantas ornamentales por la superficie de cambio de uso de suelo forestal del proyecto.**

Nombre común	Precio unitario \$ por planta	No. de plantas/ha	Plantas/3.08ha	Importe Total (\$)
Bobtun	25	26	80	2,002.0
Xiat	35	65	200	7,007.0
Akits	40	41	126	5,051.2
Guano	25	36	111	2,772.0
Agave	30	20	62	1,848.0
Tulipán	15	58	179	2,679.6
Bromelia	45	13	40	1,801.8
			<b>798</b>	<b>23,161.6</b>

Por lo tanto, considerando la contribución potencial de al menos 7 especies nativas ornamentales, se estima que se podría obtener de su comercialización hasta 23,161.6 pesos M.N., en la superficie que se solicita para cambio de uso del suelo para este proyecto.

**Materia orgánica (tierra vegetal).** En ambientes tropicales, el grupo de los descomponedores, que lo constituye un grupo diverso de organismos (hongos, anélidos, oligoquetos, microartrópodos, etc.) descomponen entre 5.5 a 15.5 toneladas/año de materia orgánica muerta que en selvas secas y vegetación de tierras bajas; se estima que, en caso de no existir dicho grupo de organismos, éstos desechos incrementarían su altura en 120 cm/año. Una vez concluido el proceso de descomposición (a una tasa de transformación de 2.2:1), llegan a 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 estudio, y en lo particular, para el predio, se reconoce la distribución de una asociación de suelo denominada como Litosoles más Rendzina de clase textural media y en la clasificación maya son conocidos como Tzekel y Kankab. Considerando que en promedio la capa de suelo que se observa en este predio es de aproximadamente 5 cm y que, no obstante, este volumen no puede ser extraído de manera literal debido a lo extremadamente irregular de la microtopografía existente en el terreno, por lo que se considera como aprovechable una capa promedio de alrededor de 1 cm.

**Cuadro 88. Estimación económica de la tierra vegetal.**

Concepto	Volumen (m <sup>3</sup> ) total en 3.08 ha	Costo (\$) de extracción / m <sup>3</sup>	Valor total en pesos
Tierra vegetal	308	200.00	61,600.00
<b>Total</b>			<b>61,600.00</b>

En el caso que el volumen total obtenido fuera comercializado, se tendría una percepción económica de \$ 61,600.00 pesos M.N., ya que una vez realizado el cernido correspondiente, el producto resultante tiene una amplia aceptación en las labores de jardinería.



**Valor económico de las especies de fauna silvestre.** De las referencias localizadas sobre la valoración de vertebrados silvestres en México, la mejor corresponde al estudio “Importancia Económica de los Vertebrados Silvestres de México” (Pérez- Gil Salcido R. *et al.*, 1996). En él se hace una revisión minuciosa sobre la existencia de vertebrados silvestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) así como de su uso y valor económico asociado; no obstante, dicho estudio no llega a datos específicos sobre el valor económico de los vertebrados silvestres para sus diversos usos.

En el Cuadro 89, se presenta una valoración de los vertebrados silvestres con base en los costos de captura estimados según sus distintos usos. Por otra parte, y a pesar de estimar un valor económico de las especies de vertebrados silvestres registradas en el predio, el promovente no pretende realizar aprovechamiento alguno de estos animales (ni con fines de cacería deportiva y/o comercial), ya que para ello se tendría que contar con una Unidad de Manejo Ambiental autorizada por la SEMARNAT.

Al agrupar, las especies de fauna con registro de campo en este predio, sin importar su uso, pero considerando los costos para la captura de los ejemplares registrados durante el trabajo de campo se obtiene que del total de 33 registros de los cuales 25 especies al grupo de las aves, seguido de los reptiles con 4 especies observadas, mamíferos con 4 especies que se registraron en los transectos ubicados en el área que se solicita para el cambio de uso del predio para este proyecto, con costos unitarios de captura que van desde \$ 50 hasta \$ 500 pesos, se estima un valor total de captura de la fauna en \$ 8,050.00 pesos M.N. para este grupo de vertebrados terrestres en el supuesto de que pudieran tener algún interés comercial.

**Cuadro 89. Estimación económica de los recursos biológicos forestales de las especies de fauna con registro de campo en el área propuesta para cambio de uso del suelo.**

Reptiles	Nombre científico	Nombre común	Número de registros	Costo de captura (\$)	Importe total (\$)
<i>Reptiles</i>					
1	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloke	1	100	100
2	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris	4	100	400
3	<i>Anolis rodriguezi</i>	toloquito	1	50	50
4	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija rayada	2	50	100
	SUBTOTAL		8		<b>650</b>
<i>Aves</i>					
1	<i>Eupisttula nana</i>	Lorito	2	250	500
2	<i>Arremonops chloronatus</i>		1	100	100
3	<i>Rupornis Magnirostris</i>	Aguililla caminera	1	500	500
4	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	3	50	150
5	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	2	0	0
6	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	5	0	0
7	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Urraca azul	6	100	600
8	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón cejirrufo	1	50	50
9	<i>Setophaga petechia</i>		1	100	100
10	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	3	100	150
11	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	2	50	100

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

12	<i>Eucomettis penicillata</i>	<i>Tángara cabecigris</i>	1	100	100
13	<i>Euphonia affinis</i>	<i>Chinchin bakal</i>	1	50	50
14	<i>Habia fusicauda</i>	<i>Tangara hormiguero</i>	1	50	50
15	<i>Icterus auratus</i>	<i>Bolsero</i>	5	50	250
16	<i>Icterus cucullatus</i>	<i>Bolsero cuculador</i>	4	50	200
17	<i>Mimus gilvus</i>	<i>Cenzontle</i>	6	100	600
18	<i>Myarchus yucatanensis</i>	<i>Copetón yucateco</i>	4	50	200
19	<i>Myozetetes similis</i>		3	50	150
20	<i>Ortalis vetula</i>	<i>Chachalaca</i>	3	100	300
21	<i>Piaya cayana</i>	<i>Cuco</i>	1	50	50
22	<i>Pitangus sulphuratus</i>		5	50	250
23	<i>Quiscalus mexicanus</i>	<i>Zanate mayor</i>	5	50	250
24	<i>Turdus grayi</i>	<i>Zorzal, X'kok</i>	1	100	100
25	<i>Vireo griseus</i>	<i>Vireo</i>	1	100	100
	<b>SUBTOTAL</b>		<b>68</b>		<b>4,900</b>
<b>Mamíferos</b>					
1	<i>Dasyprocta punctata</i>	<i>Cereque</i>	1	100	100
2	<i>Didelphis marsupialis</i>	<i>Tlacuache</i>	1	200	200
3	<i>Nasua narica</i>	<i>Coatí</i>	4	500	2000
4	<i>Sciurus yucatanensis</i>	<i>Ardilla</i>	1	200	200
	<b>SUBTOTAL</b>		<b>7</b>		<b>2,500</b>
<b>TOTAL GLOBAL FAUNA</b>					<b>8,050.0</b>

**XV.2 Valoración económica indirecta.**

**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 Cuadro 90, 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 90. Valor del depósito de carbono por hectárea (USD) (Muñoz, 1994).**

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

El tipo de vegetación de cambio de uso de suelo del proyecto corresponde con la vegetación secundaria de Selva Mediana Subperennifolia, de tal forma que con base en los estimados que se presentan en la tabla anterior, a los recursos forestales del área de cambio de uso de suelo les corresponde un valor de 3,600 dólares por hectárea. Es decir, que las 3.08 hectáreas de

cambio de uso de suelo tienen un valor de 11,088 dólares por concepto de depósitos de carbono, los cuales, a un tipo de cambio aproximado de 18 pesos mexicanos, corresponden a \$ 199,584.00 pesos M.N.

### 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 91. Evidencias de valores de existencia.**

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

Si se considera el promedio de aportaciones de 15.5 dólares por hectárea para la conservación de las áreas naturales, se tiene que el valor para mantener la integridad del área de cambio de uso de suelo (3.08 hectáreas) le corresponden 47.7 dólares, lo cual, a un tipo de cambio aproximado de 18 pesos mexicanos, equivalen a \$ 859.32 pesos MN.

### Valor por concepto de pago de servicios ambientales

Para esta forma de estimación económica indirecta de los recursos biológicos, se tomó como base los valores que presenta la Comisión Nacional Forestal en las Reglas de Operación del Programa Nacional Forestal 2015, Región 8 (Península de Yucatán).

En el cuadro 92, se presenta la estimación económica indirecta (servicios ambientales) del costo de los recursos biológicos derivados por el cambio de uso de suelo. Dicha estimación se basó en los montos que ofrece la CONAFOR como pago por servicios ambientales dentro del rubro de

Conservación de la Biodiversidad, y de acuerdo con la clasificación de montos de la misma, a la cual le corresponde monto de \$ 550.00 M.N., por hectárea por año, dándole una vida útil al proyecto de al menos 50 años se obtiene \$84,700.00 pesos M.N.

**Cuadro 92. 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	3.08	<b>\$ 1,694.40</b>

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 del valor total estimado para el área sujeta a cambio de uso del suelo con el procedimiento contingente de valoración de recursos sustitutos y la valoración económica indirecta, con lo que se obtiene un valor global estimado de \$575,486.19 (Son Quinientos setenta y cinco mil cuatrocientos ochenta y seis pesos 19/100 M.N.).

El resumen de las estimaciones de los recursos biológicos existentes en el predio de interés se presenta en el siguiente cuadro.

**Cuadro 93. Resumen de la estimación de los recursos biológicos forestales.**

Recurso forestal	Valor total en pesos (\$)
<b>Valoración económica directa</b>	
Aserrío	23,747.81
Palizada	130,119.72
Leña	17,862.46
Material triturado	13,601.28
Carbón vegetal	12,200.00
Plantas de ornato	23,161.60
Tierra vegetal	61,600.00
Fauna	8,050.0
<b>Sub-Total</b>	<b>290,342.87</b>
<b>Valoración económica indirecta</b>	
Valor de Depósito de carbono	199,584.00
Valor de los Recursos forestales del predio por su propia existencia	859.32
Valor de los Servicios ambientales	84,700.00
<b>Sub-Total</b>	<b>285,143.32</b>
<b>Total</b>	<b>575,486.19</b>

Todas las estimaciones obtenidas en este capítulo son sólo hipotéticas, ya que no existe intención para hacer un uso comercial, ni explotación de los productos forestales obtenidos; sino un uso alternativo como el desarrollo del proyecto habitacional localizado en la zona urbana de la ciudad de Cancún.

Es por ello que la modificación del uso del suelo para el establecimiento de un proyecto urbano, habrá de promover su mejor aprovechamiento en términos económicos. En todos los casos, éste se debe realizar en estricto apego a los lineamientos del POEL de Benito Juárez y al PDU vigente.

CONSULTA PÚBLICA

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

El proyecto "Desarrollo Habitacional lote 1109-07", ubicado en el Lote 1109-07, Mz 01, SM 01, Ejido de Isla Mujeres, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo, requiere de la ejecución de un programa calendarizado de actividades con un cumplimiento estricto en tiempo y espacio en el que es necesario la participación de recursos humanos, materiales y financieros. En este sentido, las acciones que requieren ser llevadas a cabo sobre la superficie del predio, requieren ser sometidas a un proceso que contemple las fases de, planeación, ejecución, seguimiento y evaluación, tal como se describió en el capítulo correspondiente a Plazos y formas de ejecución.

Para atender lo requerido en el presente capítulo y en relación a la ejecución del proyecto "Desarrollo Habitacional lote 1109-07", y en estricto apego a la normatividad y legislación vigente, se enfatiza que de acuerdo a lo contenido en el Título Primero, capítulo II, artículo 7, fracción XXXIII, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se define la Restauración Forestal como: "el conjunto de actividades tendentes 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".

Tomando en cuenta la definición antes mencionada y en referencia a lo establecido por la Fracción XIV del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el Documento Técnico Unificado se presentan los costos que tendría que restaurar el área del proyecto, motivo del cambio de uso del suelo, por lo que el área antes de la implementación del proyecto presenta alguna afectación, mismo que encuentra ubicado en el Lote 1109-07, Mz 01, SM 01, Ejido de Isla Mujeres, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo y que el proyecto afectara una superficie de 3.08 Has.

Los montos calculados están en razón de los requerimientos para el cultivo de especies nativas de la región, hasta alcanzar condiciones similares al desarrollo actual de la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia que se desarrolla en este predio.

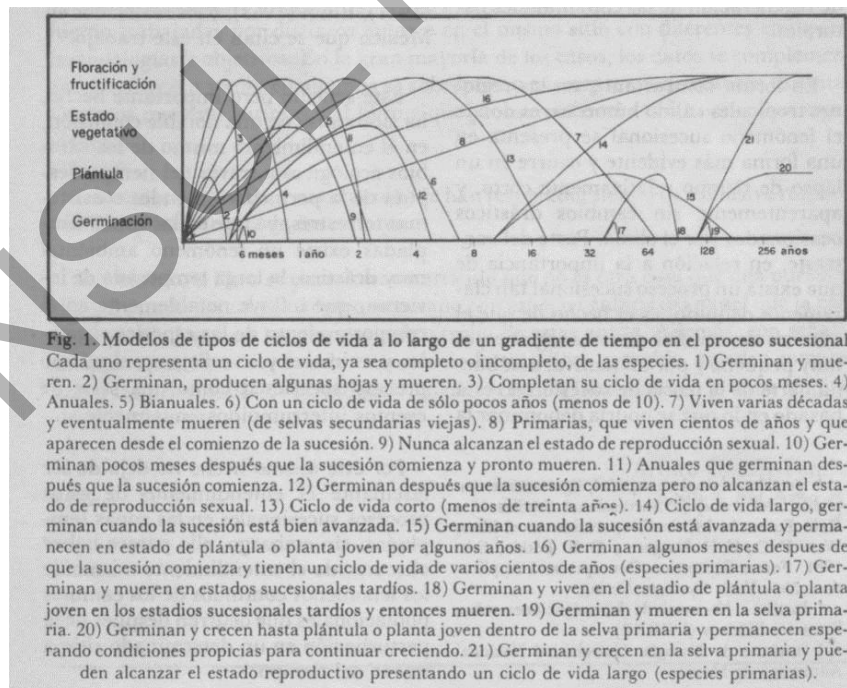
La estimación de los costos de restauración que se requieren para este proyecto se fundamenta en la capacidad de regeneración natural de la vegetación secundaria que se desarrolla en el predio donde se pretende desarrollar el proyecto "Desarrollo Habitacional lote 1109-07" descrita en el capítulo V de este documento, que de acuerdo a las consideraciones realizadas entre los ejemplares muestreados, los más grandes presenta una altura total de 8.9 m y un individuo tuvo un DAP de 14.4 cm; para las especies que componen éste estrato, siendo el diámetro mayor registrado con un individuo de 29.3 cm de DAP correspondiente a la especie *Lysiloma latisiikum* (*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 8.9 metros, siendo la altura máxima registrada en los sitios de muestreo de 12 metros; mientras que la altura menor registrada fue de 5.5 metros



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.

**Análisis de la estructura y funcionalidad del ecosistema.-** En la actualidad, el paisaje tropical se encuentra dominado por bosques secundarios resultado de diferentes perturbaciones o disturbios ocasionadas por actividades humanas o fenómenos naturales (Murrieta *et al*, 2007). Por lo tanto, los bosques secundarios son determinantes para la conectividad y funcionalidad para el mantenimiento de muchos procesos ecológicos como la dispersión y polinización de las formaciones vegetales existentes (Finegan, 1992).

El enfoque contemporáneo sobre los cambios en la vegetación puede ser considerado como una visión "dinámica" ó "cinética" en la cual no hay premisa de estabilidad a largo plazo o la existencia de un punto final en la sucesión vegetal (Drury y Nisbet, 1973). En este esquema se incorporan los disturbios como un factor de gran importancia y se acepta el cambio continuo de la vegetación como una norma (Picket y White, 1985). Un gran número de estudios empíricos en las últimas décadas, apoyan la idea de que el proceso de sucesión vegetal en un área determinada puede seguir múltiples caminos (Drury y Nisbet, 1973; Connert y Slatyer, 1977, Miles, 1987). En las selvas tropicales el comportamiento de las especies está en buena medida determinado por la luz, y por ello el concepto de tolerancia e intolerancia a la sombra se mantiene como criterio básico para agrupar a las especies y así ayudar a entender los procesos de sucesión vegetal y desarrollo del bosque (Finegan, 1992). Gómez Pompa y Vázquez-Yanes, 1981, proponen el siguiente modelo general del proceso sucesional. (Figura 54).



**Figura 54. Modelo general de sucesión vegetal propuesto por Gómez Pompa y Vázquez-Yanes (1981).**

El término gremio, se utiliza para definir a un grupo de especies que explota la misma clase de recursos de una manera similar, sin considerar la posición taxonómica (Root, 1967). De esta forma, las plantas heliófitas o "pioneras" son aquellas que requieren un alto grado de iluminación para desarrollarse; las esciófitas o "no pioneras" son aquellas plantas tolerantes a la sombra en una primera fase de su desarrollo. A su vez, el gremio de las plantas heliófitas se subdivide en efímeras y durables; las primeras lo integran aquellas especies que colonizan los claros en altas densidades, son de crecimiento rápido y ciclo de vida relativamente corto, en tanto que las heliófitas durables son especies de vida relativamente larga, con crecimientos entre rápido y regular, así como alcanzar grandes dimensiones.

El gremio de las esciófitas se subdivide en parciales, que son aquellas que se desarrollan en la sombra, pero que requieren de luz para pasar a su etapa final de desarrollo; las esciófitas totales crecen bajo la sombra y se regeneran en cualquier lugar bajo el dosel del bosque. Finalmente, las especies H/E, pone de manifiesto que ciertas especies pueden ser tolerantes tanto a condiciones de iluminación elevada como a la sombra, y en este caso se trata de palmas sumamente resistentes a la mayoría de las perturbaciones naturales y humanas.

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, palmas, epifitas, orquídeas entre otras especies 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)<sup>7</sup> la regeneración puede ocurrir naturalmente sin la intervención del hombre, este es un proceso extremadamente lento, por lo cual es necesario recurrir a las técnicas de restauración ecológica para acelerar la sucesión y por lo tanto la recuperación del ecosistema.

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

El proceso de planificación de la restauración comienza eliminando o neutralizando los factores que impiden la recuperación del sistema, por lo que es de vital importancia definir la problemática del sitio para posteriormente definir la meta y objetivos que se quieren conseguir.

---

<sup>7</sup>Berger, J. 1993. Ecological Restoration and Non Indigenous Plant Species: A Review. Restoration Ecology. June: 74-82.

Además, es de suma importancia que los procesos de planificación se basen en el conocimiento, estructura, funcionamiento y dinámica de los ecosistemas a restaurar y en las relaciones establecidas entre éstos y los sistemas humanos (Montes, 2002).

La estructura y funcionalidad del ecosistema para el caso que se hubiese determinado la restauración de las 3.08 hectáreas, el paso inicial habría de ser la restitución del suelo, es decir que en caso de que se hubiera tendido una capa de material pétreo para formar algunas plataformas ésta debería de ser retirada para minimizar afectaciones al suelo, ya que este es el elemento que determinará en última instancia la distribución y abundancia de la vegetación en la superficie que pudiera sujetarse a la restauración a efecto de cubrir, de inicio y parcialmente, la infiltración de agua al subsuelo.

Dadas las condiciones locales en las que la vegetación cubre amplias extensiones, se está en posibilidad de favorecer la sucesión secundaria así como la inducción de especies arbóreas de rápida regeneración como *Bursera simaruba* y *Jatropha gaueri* que son especies locales que toleran el corte y se regeneran velozmente después de talado por lo que, de acuerdo con la CONABIO<sup>8</sup>, 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 yucatanensis*) lo que también permite la dispersión de las semillas. Se fortalece la siembra utilizando *Akits (Thevetia gaumeri)* y *jabín (Piscidia piscipula)*.

Con el acarreo y distribución de la tierra, también se incorpora al terreno una gran cantidad de semillas mezcladas con la tierra; una vez dispersa la tierra sobre el terreno solamente será necesaria la aportación de agua para que se inicie el proceso de germinación de muchas especies colonizadoras; este grupo inicial de cobertura del suelo presente en el proceso natural de sucesión ecológica se compone por especies herbáceas de ciclos de vida cortos, de poca altura; la adición de las especies arbóreas, fortalecerá el proceso de colonización y asegurará el inicio del desarrollo de la sucesión de las especies perennes de interés en la cobertura permanente.

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* *Stylosan theshamata*, *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,

---

<sup>8</sup> [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/doctos/17-burse2m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/17-burse2m.pdf)

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.

A partir de los 3 años las especies anuales o bianuales son sustituidas por especies perennes; esta fase es conocida como "fase de surgimiento o de estructuración", misma que está compuesta por una combinación de las especies existentes dentro de la regeneración en desarrollo (predominantemente heliófitas y hemisciófitas y esciófitas, dependiendo del tamaño y estructura inicial del área).

Las actividades a realizar a partir de esta fase, son de protección contra incendios forestales, además de realizar evaluaciones en sitios permanentes para determinar la sustitución natural de especies y asegurándose de que las especies tardías se establezcan, como es el caso de chechem (*Metopium brownei*), Tsalam (*Lysiloma latisiliquum*), joochokche (*Nectandra coriácea*), akits (*Cascabela gaumeri*), chacá (*Bursera simaruba*), sak chacaj (*Dendropanax arboreus*), Jool (*Hampea trilobata*), boob (*Coccoloba spicata*), chicazapote (*Manilkarazapota*) Yaaxnic (*Vitex gaumeri*) entre otras especies.

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 aproximadamente 3 metros.

En cuanto a fauna, en esta fase ya se pueden observar procesos de colonización de mamíferos pequeños, 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*), palma chit (*Thrinax radiata*), teniendo esta última especie una gran importancia por estar registrada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista, con una importante presencia en la Cuenca; 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 20 a 40 cm de alto, la siembra es más práctica y el estrés a nivel radicular es menor; en este sitio se recomienda el establecimiento de palmas de cada especie en toda la superficie del predio que nos ocupa; con esta técnica se espera una sobrevivencia del 80%.

A partir del inicio de esta fase la afectación por concepto de sequias, deja de ser un posible factor de riesgo para el proceso de restauración de la vegetación.

Este escenario intermedio, de tres a seis años, determinará la regeneración de condiciones favorables de luz y humedad, situación que habrá de favorecer la instalación natural del sotobosque y permitirá la inducción de otras El paisaje muestra una vegetación secundaria que corresponde a un proceso sucesional intermedio. Se observa, de nuevo, la presencia de aves. Algunos mamíferos que toleran la perturbación pueden ser avistados nuevamente como la *Didelphis marsupialis*, *Nasua narica* y *Sciurus yucatanensis*.

El ambiente así restaurado admite un esquema de manejo dirigido a la recuperación de una estructura y funcionalidad semejantes al ensamble original. Alcanzar la comunidad clímax, en este momento, deriva en una cuestión de tiempo en el cual los árboles compiten entre sí por los recursos del suelo, las aves trasladan al sitio semillas obtenidas en otros lugares, el suelo recupera sus propiedades fisicoquímicas. Paulatinamente, se incrementa el horizonte húmico que, a su vez, soporta una mayor carga biológica.

Una vegetación secundaria intermedia como el planteado en el escenario anterior puede adquirir en poco tiempo un amplio dosel (Gómez-Pompa y Vázquez-Yanes, 1981) el cual atrae aves y murciélagos que al visitarlo aumentan la riqueza de especies por el proceso llamado lluvia de semillas (Martínez-Garza y González-Montagut, 2002) y, más tarde, aumentan la riqueza de la comunidad establecida. Finalmente, la biomasa de la selva original puede recuperarse después de algunas décadas (Finegan, 1996); sin embargo, la diversidad de especies que existió ahí alguna vez, con todas sus interacciones ecológicas, puede tardar muchos años en restaurarse.

Fase 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 7.5 metros, con fustes bien definidos; a partir de los 15



años se pueden encontrar árboles con diámetros normales de 15 cm, algunos de rápido crecimiento como es el caso de la especie *Bursera simaruba* de 25 cm, para especies de rápido crecimiento como es el caso de la *Bursera simaruba* (Chaca rojo), *Jatropha gaueri* (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.

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.

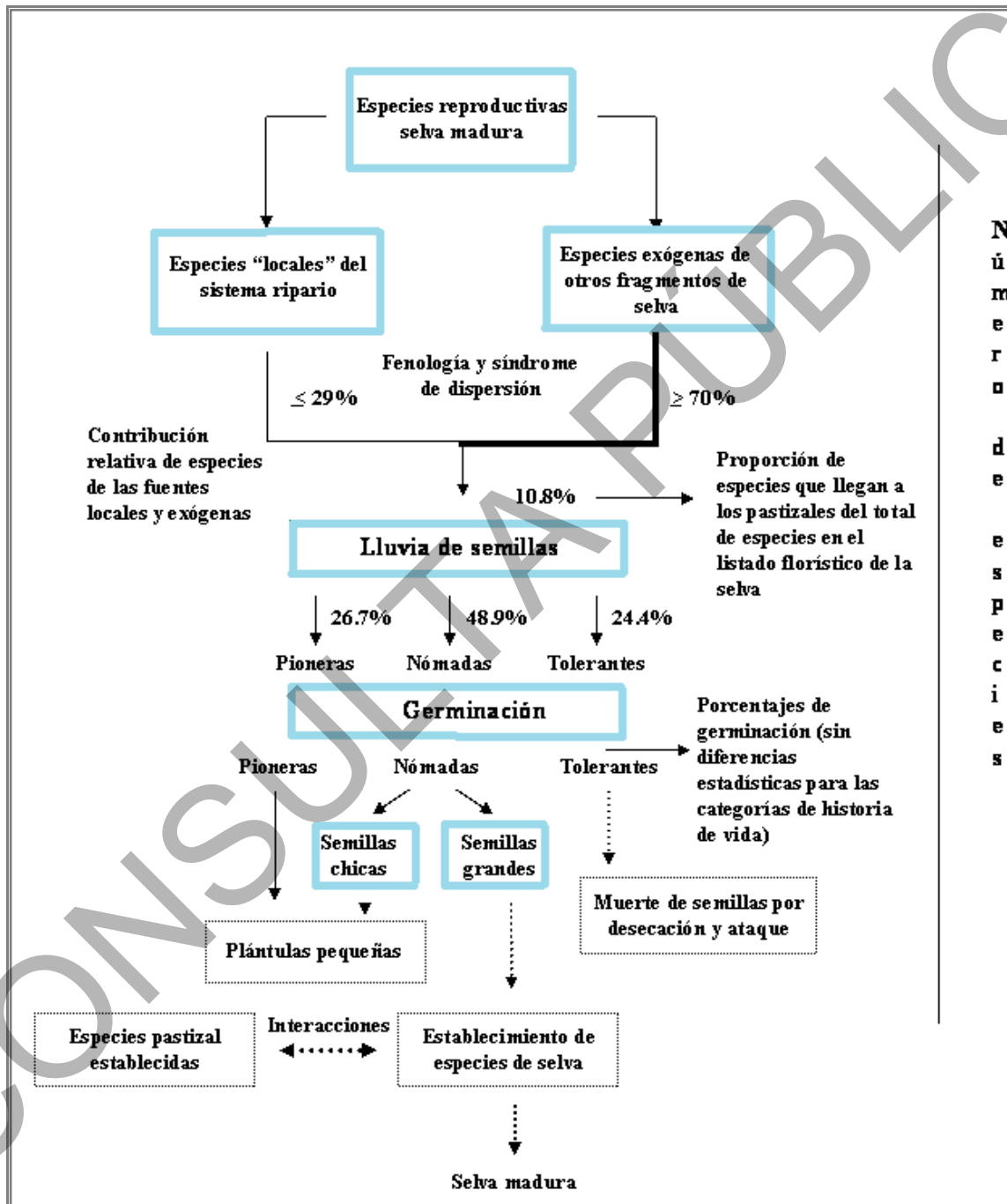
A partir de esta etapa, la continuidad de la sucesión ecológica de la vegetación secundaria de Selva mediana que fue promovida en el predio, ya se puede señalar que las condiciones de diversidad, estructura, funcionalidad y generación de servicios ambientales, tendrán las mismas características de la 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.



N  
 ú  
 m  
 e  
 r  
 o  
 d  
 e  
 e  
 s  
 p  
 e  
 c  
 i  
 e  
 s

Figura 55. El diagrama anterior presenta los componentes importantes del potencial florístico en la regeneración general y no asistida de una selva tropical. Los recuadros y líneas punteadas representan etapa y vías teóricas.

### Valoración económica.

Para la realización de la valoración económica, se recopilaron costos actualizados de servicios y productos necesarios para llevar a cabo las actividades de restauración propuestas. Para lo cual, se cotizaron costos con empresas de la construcción, fleteras, jardineros, agricultores, consultores ambientales, entre otros y se comparó con los establecidos con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) siendo ambos muy similares. Asimismo, la lista de actividades de restauración que se ha determinado es enunciativa más no limitativa, ya que se han tomado en cuenta las actividades generales para llevar a cabo la restauración.

A continuación, se enlistan y desglosan las actividades para la restauración:

- Limpieza o deshierbe
- Apertura de cepas
- Compra de planta
- Transporte
- Reforestación
- Mantenimiento del área restaurada
- Chapeo de malezas
- Reposición de plantas (replante)
- Monitoreo
- Asistencia Técnica

**Limpieza o Deshierbe.**- Los trabajos de deshierbe del área a restaurar se realiza con la ayuda de herramientas como azadón, coa, hacha o machete, entre otras. De esta forma sólo se trabaja el área donde se colocará la planta, evitando afectaciones innecesarias.

**Apertura de cepas.**- Consiste en hacer un hoyo de dimensiones variables según la calidad del terreno, puede ser cúbico o cilíndrico, generalmente de 30 x 30 x 30 cm. Aunque esto varía de acuerdo a la calidad del terreno. La forma de hacer la cepa es la siguiente:

- 1) Se abre un hoyo de las dimensiones deseadas con ayuda de una pala. En sitios con suelos muy compactados se tendrá que auxiliar con pico o barreta.
- 2) La tierra que se extraiga de la cepa se amontona a un lado de ésta, para permitir su oreado, así como el de las paredes de la cepa.

**Transporte.**- Previo a la movilización de las plantas al sitio de reforestación, éstas serán sometidas a un riego ligero, para evitar su deshidratación. Durante su carga y descarga, se amarrarán las puntas de las hojas evitando daños mecánicos, en el caso de individuos con alturas mayores a los 30 cm. y que presentaron tallos relativamente frágiles estos serán atados a una vara de madera (tutor) para evitar el daño al tallo.

**Reforestación.**- Consiste en el trasplante de las plantas forestales embolsadas a las cepas abiertas con anterioridad, es importante considerar que la distancia entre planta y planta

dependerá del espaciamiento que la especie demande al ser adulta, tomando en cuenta sus etapas juveniles. El Manual Básico elaborado por la Comisión Nacional Forestal, propone una densidad de 625 a 900 plantas de acuerdo al siguiente cuadro.

**Cuadro 94. Densidades promedio recomendadas por tipo de ecosistema por la CONAFOR.**

Título	Ecosistema (densidad por ha)			
	Bosques de coníferas	Selvas medianas y altas	Selvas bajas	Zonas áridas y semiaridas
Con planta de vivero	maximo 1,600 minimo 1,100	maximo 900 minimo 625	maximo 900 minimo 625	maximo 2,000 minimo 800
Con material vegetativo	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica

La planta será adquirida en viveros autorizados, requiriéndose de planta con una altura mínima de 30 cm, con un eje central y raíces laterales bien distribuidas, sin raíces envolventes o creciendo hacia arriba ó enraizadas en el terreno, sin malformaciones, nudos o plagas.

Para este caso se propone una densidad de 816 plantas/ha (3.5m X 3.5m), con un porcentaje mínimo de sobrevivencia del 80%. El trazo será en marco real, dado que esta permite obtener una plantación uniforme que facilita su mantenimiento, manejo y protección; las cepas estarán marcadas con balizas para su localización e identificación.

Considerando que la superficie total a reforestar es de 3.08 hectáreas, se estima que se requerirán un total de 2,513 plantas para la reforestación de dicha superficie, contemplando un 20% más de plantas (502 para reposición de la pérdida máxima).

La recomendación es que la reforestación debe llevarse a cabo durante la época de lluvias, una vez que el suelo se encuentra bien humedecido y la estación de lluvias se ha establecido. De esta manera la planta cuenta con mayor tiempo para establecerse antes de que se presenten a condiciones estresantes, como pueden ser temperaturas extremas, sequías o vientos muy fuertes.

**Mantenimiento del área restaurada.-** El mantenimiento consiste de una serie de acciones encaminadas a favorecer el establecimiento de las áreas reforestadas como es el control de maleza cuyo objeto es eliminar competencia de hierbas y arbustos a las plantas reforestadas, de tal manera que tengan mayor probabilidad de sobrevivencia. Esta actividad se mantendrá por un período de dos años o hasta que los ejemplares sembrados alcancen una altura promedio de 1.5 metros. El control de la maleza o chapeo de la vegetación, se realizará en un contorno de medio metro de radio alrededor del sitio donde fue plantado cada ejemplar y se llevará a cabo con una periodicidad cuatrimestral, es decir tres veces al año.

**Asistencia técnica.-** Para restaurar el área de las actividades aquí mencionadas deberán ser dirigidas por personal capacitado, durante el período de tiempo necesario para al menos

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

alcanzar las condiciones actuales, si bien se buscará que alcance un desarrollo estructural mayor, estimando para ello un periodo de 20 años.

En el siguiente cuadro se presentan, los costos unitarios que serán requeridos para cada actividad de restauración, el importe total por actividad y el costo total por unidad de superficie se estima en \$ 43,131.00 /ha pesos 00/100 M.N.

**Cuadro 95. Conceptos y costos para las actividades de forestación para la superficie de cambio de uso de suelo.**

CONCEPTO	UNIDAD	COSTO UNITARIO	NÚMERO DE UNIDADES	MANO DE OBRA	MATERIAL Y/O MAQUILA	COSTO TOTAL/HA
1.- ESTABLECIMIENTO				12,300.00	8,073.00	20,373.00
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					8,073.00	8,073.00
Costos de planta	Plantas	8.00	897		7,176.00	7,176.00
Transporte de plantas	Plantas	1.00	897		897.00	897.00
1.3.- Plantación				4,400.00		4,400.00
Trazo y alineación	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
Apertura de pocetas	Jornales	200.00	6	1,200.00		1,200.00
Plantación y fertilización	Jornales	200.00	8	1,600.00		1,600.00
Replantación	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
1.4.-Riegos emergentes				3,200.00		3,200.00
Cercado	Jornales	200.00	8	1,600.00		1,600.00
Riegos Emergentes	Jornales	200.00	8	1,600.00		1,600.00
1.5.- Materiales				1,700.00		1,700.00
Picos o Coa	Lote	150.00	4	600.00		600.00
Palas y carretillas	Lote	550.00	2	1,100.00		1,100.00
2.- CULTIVO Y MANTENIMIENTO				6,200.00	2,758.00	8,958.00
2.1.- Labores culturales (mano de obra)				6,200.00		6,200.00
Deshierbe	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
Aplicación de herbicidas (año 1 al 4)	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
Aplicación de fertilizantes (año 1 al 4)	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
Podas	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
Aclareos	Jornales	200.00	5	1,000.00		1,000.00
Cajete	Jornales	200.00	7	1,400.00		1,400.00
Prevención de plagas y enfermedades	Jornales	200.00	3	600.00		600.00
						0.00
2.2.- Adquisición de insumos					2,758.00	2,758.00
Compra de fertilizante	Kilogram o	3.80	110		418.00	418.00

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

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
<b>3.- PROTECCIÓN Y VIGILANCIA</b>					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
<b>4.- DIVERSOS</b>					11,000.0	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	5,000.00	1	5,000.00		5,000.00
<b>TOTAL DEL COSTO POR HA</b>					<b>31,300.0</b>	<b>11,831.00</b>

Para estimar lo que costaría reforestar un área de 3.08 hectáreas desde la perspectiva del análisis para lograr la estructura y funcionalidad del ecosistema, a una condición cuando menos similar a como se encontraba, bajo el supuesto de que ya se hubiera efectuado el cambio de uso de suelo, lo cual implica realizar una serie de labores culturales para lograr el establecimiento de las especies requeridas; así como proporcionar el mantenimiento y monitoreo por un periodo de 20 años.

Por lo tanto, con el esfuerzo y la inversión propuesta se espera que la vegetación así restaurada estará en condiciones cuando menos similares a como se encontraba antes de realizar el cambio de uso del suelo. El costo que implica la realización de estas actividades en la superficie ya referida, es de alrededor de \$ 132,843.48 pesos M.N., considerando un costo por hectáreas de \$ 43,131.00 pesos que se multiplican por las 3.08 hectáreas, como se puede observar en la corrida presentada en el siguiente cuadro.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

**Cuadro 96. Estimación del costo de las actividades de restauración por hectárea en el sitio en un periodo de 20 años.**

CONCEPTO	COSTOS DE REFORESTACION Y MANTENIMIENTO A 20 AÑOS																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TOTAL
1.- ESTABLECIMIENTO	20,373.00																				20,373.00
1.1.- Preparación del terreno	3,000.00																				3,000.00
Limpieza	1,000.00																				1,000.00
Despiedre y desenraice	800.00																				800.00
Guardarraya	800.00																				800.00
Combate de insectos	400.00																				400.00
1.2.- Material vegetativo	8,073.00																				8,073.00
Costo de plantas (Compra)	7,176.00																				7,176.00
Transporte de plantas	897.00																				897.00
1.3.- Siembra o plantación	4,400.00																				4,400.00
Trazo y alineación	800.00																				800.00
Apertura de pocetas	1,200.00																				1,200.00
Plantación y fertilización	1,600.00																				1,600.00
Replantación	800.00																				800.00
1.4.- Riegos Emergentes	3,200.00																				3,200.00
Cercado	1,600.00																				1,600.00
Riegos	1,600.00																				1,600.00
1.5.- Materiales	1,700.00																				1,700.00
Picos	600.00																				600.00
Palas y carretillas	1,100.00																				1,100.00
2.- CULTIVO Y MANTENIMIENTO	1,489.50	1,889.50	1,889.50	1,289.50				1,000.00						1,400.00							8,958.00
2.1.- Labores culturales (mano de obra)	800.00	1,200.00	1,200.00	600.00				1,000.00						1,400.00							6,200.00
Deshierbes	200.00	200.00	200.00	200.00																	800.00
Aplicación de herbicidas	200.00	200.00	200.00	200.00																	800.00
Aplicación de fertilizantes	200.00	200.00	200.00	200.00																	800.00
Podas		400.00	400.00																		800.00
Aclareos								1,000.00						1,400.00							2,400.00
Prevención de plagas y enfermedades	200.00	200.00	200.00																		600.00
2.2.- Adquisición de insumos	689.50	689.50	689.50	689.50																	2,758.00
Compra de fertilizante	104.50	104.50	104.50	104.50																	418.00
Compra de insecticidas	450.00	450.00	450.00	450.00																	1,800.00
Compra de herbicidas	75.00	75.00	75.00	75.00																	300.00



**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

Compra de combustible y lubricantes	60.00	60.00	60.00	60.00																		240.00
<b>3.- PROTECCIÓN Y VIGILANCIA</b>	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	1,800.00
Mantenimiento de Brechas	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	800.00
Vigilancia	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	1,000.00
<b>4.- DIVERSOS</b>	1,550.00	550.00	550.00	550.00	300.00	300.00	300.00	1,300.00	300.00	300.00	300.00	1,300.00	300.00	300.00	1,300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	1,300.00	12,000.00
Adquisición de equipo y herramientas	250.00	250.00	250.00	250.00																		1,000.00
Administración y Asistencia técnica	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	6,000.00
Asesoría especializada	1,000.00							1,000.00				1,000.00			1,000.00							5,000.00
<b>TOTAL DEL COSTO POR HA</b>	<b>23,502.50</b>	<b>2,529.50</b>	<b>2,529.50</b>	<b>1,929.50</b>	<b>390.00</b>	<b>390.00</b>	<b>390.00</b>	<b>2,390.00</b>	<b>390.00</b>	<b>390.00</b>	<b>390.00</b>	<b>1,390.00</b>	<b>390.00</b>	<b>1,790.00</b>	<b>1,390.00</b>	<b>390.00</b>	<b>390.00</b>	<b>390.00</b>	<b>390.00</b>	<b>390.00</b>	<b>1,390.00</b>	<b>43,131.00</b>

## 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.

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.

Calmé, S. 2011. Uso y manejo de fauna silvestre. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 165-170.

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

CAM, 2002. Caracterización Ambiental del Municipio Benito Juárez. Ecosistemas y Tipos de Vegetación. Benito Juárez, Quintana Roo

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

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

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.

Dirección General de Ecología, Ayuntamiento de Benito Juárez, Quintana Roo, 2001. Manual de Identificación de la Flora Nativa del Municipio de Benito Juárez Quintana Roo. p. 32.

Durán R. y M. Méndez (Eds.). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PNUD, CONABIO, SEDUMA, 496 p.

Ek-Díaz, A. 2011. Vegetación. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 62-77.

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.
- Lesser, H., 1976. Estudio Geohidrológico e hidrogeoquímico de la Península de Yucatán. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México. 62 p.
- 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 Ménez. Estimación de la Erosión del Suelo. Año 2005. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación.
- Miranda F., y E. Hernández X. 1963. Los tipos de Vegetación en México y su Clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. 28.
- Navarro, D. T. Jiménez y F. Juárez. 1990. Los mamíferos de Quintana Roo. En: Navarro, D. y J.G. Robinson. 1990. Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Chetumal, Quintana Roo: 371-450.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo.

Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. Publicación miércoles 17 de abril de 2002.

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. 27 de febrero del 2014. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez (POELMBJ).

Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. 16 de octubre del 2014. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030).

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. Donovarras-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.

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. Donovarras 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](http://www.cna.gob.mx)
- [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)
- [www.conafor.gob.mx](http://www.conafor.gob.mx)
- [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)
- [www.nooa.gob.mx](http://www.nooa.gob.mx)
- [www.cancun.gob.mx](http://www.cancun.gob.mx)
- [www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)

#### XVII.2 Cartografía y mapas elaborados para este estudio.

- Plano de la ubicación general del predio.
- Plano de ubicación del área de cambio de uso del suelo y su cuadro de construcción.
- Plano de ubicación del predio con respecto a la UGA 21.
- Plano de la vegetación en el predio.
- Plano de los sitios de muestreo en el predio.



- Plano de los usos de suelo del proyecto.

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

**Sitios de muestreo en el predio**

SITIO	ÁREA	NP	NOMBRE/CLAVE	DIÁMETRO (cm)	ALTURA TOTAL (m)
1	500	1	YUY	10.7	6.5
1	500	2	CHECHEM	10.4	7
1	500	3	CHECHEM	13.5	9
1	500	4	YAXNIK	12.8	9
1	500	5	CHECHEM	10.0	8
1	500	6	EKULUB	14.2	5.5
1	500	7	ALAMO	14.3	8
1	500	8	FIQB	13.5	10
1	500	9	CHECHEM	12.6	10
1	500	10	CHECHEM	14.2	10
1	500	11	FIPE	16.1	10
1	500	12	TSALAM	25.1	10
1	500	13	FIPE	17.1	12
1	500	14	CHECHEM	23.0	12
1	500	15	CHECHEM	14.4	12
1	500	16	CHECHEM	11.8	9
1	500	17	CHECHEM	17.6	9
1	500	18	YAXNIK	16.6	9
1	500	19	YAXNIK	14.3	9
1	500	20	CHECHEM	12.2	8
1	500	21	CHACA	12.9	8.5
1	500	22	WAYAMCOX	14.3	8.5
1	500	23	ALAMO	13.6	8
2	500	1	KANASIN	11.3	9
2	500	2	FIQB	18.0	7.5
2	500	3	FIQB	11.2	7.5
2	500	4	AKITS	10.0	8.5
2	500	5	DEAR	13.3	9.5
2	500	6	FIPE	10.2	8
2	500	7	CHECHEM	11.1	10
2	500	8	CHECHEM	12.7	10
2	500	9	CHECHEM	10.5	7.5
2	500	10	CHECHEM	10.6	8
2	500	11	CHECHEM	10.1	10
2	500	12	YAXNIK	14.9	11
2	500	13	KATALOX	11.5	8.5
2	500	14	JABIN	21.0	12
2	500	15	YAXNIK	11.2	10
2	500	16	KANASIN	10.4	8.5
2	500	17	BOB	10.2	9
2	500	18	FIPE	14.1	9
2	500	19	YAXNIK	16.4	8

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

2	500	20	DICU	10.7	9
2	500	21	MAJAHUA	11.8	7
2	500	22	CHECHEM	15.4	9
3	500	1	CHACA	10.7	7.5
3	500	2	CHACA	11.8	7.5
3	500	3	CHACA	11.3	8
3	500	4	CHACA	10.7	7.5
3	500	5	JABIN	17.7	9
3	500	6	FIPE	11.1	7
3	500	7	TSALAM	23.1	9
3	500	8	TSALAM	15.5	8
3	500	9	ALAMO	13.3	8.5
3	500	10	ALAMO	13.8	8.5
3	500	11	TSALAM	29.3	10
3	500	12	YAXNIK	12.5	9.5
3	500	13	FIPE	11.1	7.5
3	500	14	CHECHEM	11.7	9.5
3	500	15	CHECHEM	11.6	9
3	500	16	TSALAM	26.7	10
3	500	17	DZUDZUK	11.3	8
3	500	18	TSALAM	19.8	9
3	500	19	TSALAM	15.7	8
3	500	20	TSALAM	18.1	8.5
3	500	21	TSALAM	19.9	9
3	500	22	TSALAM	25.1	9
3	500	23	TSALAM	19.8	10
3	500	24	TSALAM	19.1	10
3	500	25	TSALAM	14.5	8
3	500	26	GRANADILLO	10.0	9.5
3	500	27	GRANADILLO	12.8	9.5
3	500	28	YAXNIK	15.6	9.5
3	500	29	CHACA	10.2	8.5

SITIO	ÁREA	NOMBRE/CLAVE	DIÁMETRO (cm)	ALTURA TOTAL (m)
1	100	WAYAKTE	3.9	5
1	100	SIST	4	4.5
1	100	CHACA	6.1	6.5
1	100	AKITS	5.1	5.0
1	100	AKITS	4.6	5.0
1	100	CHECHEM	5.2	5.0
1	100	AKITS	4.4	3.5
1	100	AKITS	4.1	4.0
1	100	AKITS	4.2	3.5
1	100	HUARUMBO	5.2	6.0
1	100	EUDA	4.1	6.0
1	100	CHACA	3.7	6.0
1	100	CHECHEM	5.7	6.5
1	100	CHECHEM	3.3	6.5
1	100	SIST	3.7	5.0

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

1	100	PIMIENTILLO	3	5.5
1	100	CHECHEM	3.7	4.5
1	100	FIPE	5.3	6.5
1	100	CHECHEM	5.3	6.0
1	100	DIVE	3	5.0
1	100	FIPE	3.6	6.5
1	100	DEAR	6.4	7.0
1	100	CAIMITO	3.9	6.0
1	100	EUDA	4.4	5.5
1	100	EKULUB	3.2	6.0
1	100	NECO	3.3	4.0
1	100	CHACNI	3	5.5
1	100	FIPE	3.6	6.0
1	100	KANASIN	3.5	5.5
1	100	GIFL	4.6	5.0
1	100	CHACNI	3.9	5.5
1	100	DIVE	4.4	4.0
1	100	EKULUB	4.8	5.0
1	100	ELEMUY	3.2	6.0
1	100	CHECHEM	4.4	6.0
1	100	CHECHEM	6.2	6.0
2	100	CHECHEM	5.9	7.5
2	100	NECO	3	6.5
2	100	NECO	3.6	4.0
2	100	DEAR	3.7	5.0
2	100	PIMIENTILLO	3	6.5
2	100	KANASIN	3.7	6.0
2	100	CHICHBOB	3.4	5.0
2	100	KANASIN	6.7	9.0
2	100	AKITS	9.6	8.5
2	100	SIRICOTE	3.8	5.0
2	100	CHACA	9.6	8.5
2	100	CHACA	7.8	8.5
2	100	CHACA	8.1	8.5
2	100	CHECHEM	9.9	8.5
2	100	DEAR	3.9	5.0
2	100	DEAR	7.1	7.0
2	100	CAIMITO	3.5	6.0
2	100	KANASIN	9.4	9.0
2	100	DIVE	3	5.5
2	100	NECO	3.5	5.5
2	100	NECO	3.7	6.5
2	100	DEAR	3.9	6.0
2	100	SIST	3	4.5
2	100	AKITS	3.9	5.5
2	100	NECO	3	5.5
2	100	CHACA	6.2	6.0
2	100	CHACA	6.6	5.5
2	100	CHACA	5.8	6.0

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

2	100	CHACA	5.1	6.0
2	100	SIST	3	5.0
2	100	MAJAHUA	4.9	6.5
2	100	CHACNI	3.2	5.0
2	100	AKUM	3.6	4.0
2	100	CHECHEM	9.1	8.0
2	100	NECO	3.6	5.0
2	100	TASTAB	6.3	5.5
2	100	TASTAB	3	5.5
2	100	DEAR	4.2	4.5
2	100	DEAR	4.5	6.0
2	100	DEAR	3.5	5.0
2	100	CHACNI	3.2	6.0
2	100	AKUM	9.2	8.0
2	100	AKUM	4.4	5.0
2	100	LHTA	3.1	6.0
2	100	LHTA	4.7	6.0
2	100	FIPE	4.6	6.0
2	100	CHECHEM	5.8	7.5
2	100	DIVE	3.8	7.5
2	100	NECO	4.5	7.0
2	100	BOB	4.2	4.0
2	100	BOB	3.2	5.0
3	100	DZUDZUK	4.6	5.0
3	100	DIVE	4.3	6.0
3	100	CHACA	6.6	6.0
3	100	CHACA	6.8	6.5
3	100	GIFL	3.8	5.5
3	100	TATSI	7.6	5.5
3	100	MAJAHUA	3.5	4.5
3	100	MAJAHUA	3.3	4.5
3	100	CHECHEM	4.2	6.0
3	100	GIFL	3.8	5.0
3	100	CHECHEM	3.5	6.0
3	100	MAJAHUA	3	4.5
3	100	MAJAHUA	3.5	5.5
3	100	YUY	3	6.5
3	100	CHECHEM	3.4	6.0
3	100	BOB	5.6	6.5
3	100	ELEMUY	3.3	3.0
3	100	CHACNI	4	3.0
3	100	DIVE	4	6.0
3	100	DICU	5.3	6.5
3	100	DZUDZUK	5.4	5.5
3	100	DZUDZUK	7.8	5.5
3	100	GIFL	3.2	4.0
3	100	SACPAH	3.7	5.5
3	100	SACPAH	4.9	6.0
3	100	CHECHEM	4.7	6.0

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

3	100	DIVE	3.6	6.5
3	100	KITINCHE	3.1	4.5
3	100	CHECHEM	3.3	5.0
3	100	ALAMO	6.5	7.0
3	100	FIPE	9.9	7.0
3	100	CHACA	3.3	3.5
3	100	CHACA	3.9	3.5
3	100	TATSI	9.4	6.5
3	100	DIVE	4.6	6.0
3	100	DIVE	3.5	6.0
3	100	DIVE	3.9	6.0
3	100	DIVE	3	6.0
3	100	DIVE	3.1	6.0
3	100	DIVE	3.8	6.0
3	100	CHACNI	4.4	5.0

SITIO	NOMBRE/CLAVE	ALTURA TOTAL (m)
1	CHIT	0.4
1	GIFL	0.2
1	CHIT	0.3
1	EKULUB	1
1	GIFL	1
2	SIST	1
2	CHACYA	1
2	CHIT	0.4
2	NECO	0.2
2	WAYAKTE	0.4
2	KANASIN	0.2
3	CHIT	0.2
3	CAFÉ	0.2

**Sitios de muestreo en el sistema ambiental**

SITIO	ÁREA	NP	NOMBRE/CLAVE	DIÁMETRO (cm)	ALTURA TOTAL (m)
4	500	1	ALAMO	16.2	11
4	500	2	TSALAM	25.2	10
4	500	3	TSALAM	23.1	10
4	500	4	TSALAM	19.6	10
4	500	5	TSALAM	13.8	10
4	500	6	CHECHEM	15.4	10
4	500	7	FIPE	10.1	10
4	500	8	CHACA	11	10
4	500	9	ALAMO	10.9	10
4	500	10	ALAMO	12.2	10
4	500	11	KITINCHE	15	7
4	500	12	CHECHEM	13.3	9
4	500	13	TSALAM	30.5	11
4	500	14	CHECHEM	12.7	10.5

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

4	500	15	YAXNIK	13.3	10
4	500	16	CHECHEM	10.1	8
4	500	17	KANASIN	11.1	8
4	500	18	TSALAM	13.9	9.5
4	500	19	TSALAM	16.6	10
4	500	20	TSALAM	20.5	10
4	500	21	FIPE	14.5	9
4	500	22	FIPE	15.8	8
4	500	23	TSALAM	24.4	10
4	500	24	ALAMO	10.2	7
4	500	25	YAXNIK	15.4	11
4	500	26	YAXNIK	14.8	12
5	500	1	FIOB	10.2	9.5
5	500	2	AKUM	11.3	10
5	500	3	AKUM	13.9	10
5	500	4	TSALAM	21.4	11.5
5	500	5	JABIN	10.3	5
5	500	6	JABIN	10.1	11
5	500	7	JABIN	10.2	11
5	500	8	TSALAM	16.9	13
5	500	9	ALAMO	18.2	13
5	500	10	JABIN	11.4	11
5	500	11	KANASIN	13.8	10
5	500	12	JABIN	16.3	10
5	500	13	TSALAM	19.1	10
5	500	14	TSALAM	11.4	9
5	500	15	TSALAM	15.7	10
5	500	16	TSALAM	19	10
5	500	17	TSALAM	18.2	10
5	500	18	TSALAM	13	9
5	500	19	FIPE	10.4	9
5	500	20	CHACA	11.3	10
5	500	21	BOB	10.3	11
5	500	22	CHACA	10.4	9.5
5	500	23	CHACA	14.5	9.5
5	500	24	CHACA	10.1	9
5	500	25	CHACA	10.1	9
5	500	26	FIPE	10.6	11
5	500	27	FIPE	12.2	11
5	500	28	FIPE	11.1	11
5	500	29	FIPE	10.7	9
5	500	30	CHACA	11.1	9.5
5	500	31	TSALAM	19.9	10
5	500	32	TSALAM	19.6	10
5	500	33	TSALAM	11.2	9
5	500	34	YAXNIK	20	13
5	500	35	YAXNIK	12.5	11
5	500	36	YAXNIK	12	11
5	500	37	YAXNIK	14.9	11



**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

5	500	38	YAXNIK	13.1	12
6	500	1	KITINCHE	10.3	12
6	500	2	CHECHEM	23.6	12
6	500	3	TSALAM	14.3	13
6	500	4	TSALAM	12.3	12
6	500	5	CHACA	10.7	10
6	500	6	ALAMO	14.8	12
6	500	7	TSALAM	14.5	10
6	500	8	ACDO	10.2	7.5
6	500	9	TSALAM	12	10
6	500	10	TSALAM	10.4	11
6	500	11	ALAMO	14.8	12
6	500	12	ACDO	12.2	10
6	500	13	ACDO	12.3	11
6	500	14	ACDO	11.1	11
6	500	15	ZAPOTE	17.3	8
6	500	16	YAXNIK	38.4	13
6	500	17	CHACA	11.3	8
6	500	18	TSALAM	12	8.5
6	500	19	JABIN	10.6	12
6	500	20	KATALOX	12.4	12
6	500	21	TSALAM	16.7	11
6	500	22	TSALAM	10.1	9
6	500	23	TSALAM	13.1	12
6	500	24	TSALAM	27.5	13
6	500	25	TSALAM	14.1	12
6	500	26	TSALAM	13.1	10
6	500	27	TSALAM	11.2	10
6	500	28	CHACA	13.4	10
6	500	29	CHACA	13.9	8

SITIO	ÁREA	NOMBRE/CLAVE	DIÁMETRO (cm)	ALTURA TOTAL (m)
4	100	CHECHEM	6	6.5
4	100	KITINCHE	4.9	6.5
4	100	KITINCHE	6.7	6.5
4	100	KATALOX	5.9	6.5
4	100	KITINCHE	4.5	5.5
4	100	KITINCHE	4.9	7
4	100	CHACNI	4.1	4.5
4	100	DIVE	6.2	6.5
4	100	DIVE	4.8	6
4	100	BOB	5.2	6.5
4	100	KITINCHE	6.5	6
4	100	ALAMO	9.9	8.5
4	100	TSALAM	8.3	7.5
4	100	CHIT	7.1	5
4	100	GIFL	4.6	5.5
4	100	FIPE	6.9	6
4	100	XIMCHE	4.3	5.5

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

4	100	DIVE	4.6	6.5
4	100	GIFL	4.9	5.5
4	100	CHACNI	6.5	5.5
4	100	GIFL	4.8	5
4	100	GIFL	5	5
4	100	GIFL	3.7	4.5
4	100	KANCHUNUP	4.6	6
4	100	CHECHEM	3.9	6.5
4	100	TATSI	4	4.5
4	100	MAJAHUA	3.3	5
4	100	MAJAHUA	4.1	6
4	100	MAJAHUA	3.3	6
4	100	MAJAHUA	4.3	5
4	100	MAJAHUA	4.2	6
4	100	ALAMO	8.1	7
5	100	CHECHEM	3.7	5.5
5	100	TASTAB	3.3	4.5
5	100	DICU	4.4	5
5	100	DICU	7.5	8
5	100	CHACA	5.3	6
5	100	KANASIN	4.6	8
5	100	DEAR	9	8.5
5	100	DEAR	3.3	4
5	100	CHICHBOB	6.5	6
5	100	TASTAB	4.3	5.5
5	100	NECO	3.8	5.5
5	100	DEAR	7.3	8.5
5	100	DEAR	8.4	8.5
5	100	DIVE	4.4	7
5	100	BOB	5.2	6.5
5	100	BOB	4.9	5
5	100	SIST	3.3	2
5	100	DIVE	5.2	7
5	100	DEAR	8.5	7.5
5	100	TASTAB	7.8	6
5	100	TASTAB	5.2	7
5	100	NECO	4.6	5.5
5	100	CROTON	5.1	7
5	100	CROTON	3.1	5.5
5	100	CROTON	3.2	5
5	100	DEAR	8.4	8
5	100	DEAR	6.1	5.5
5	100	DEAR	5.1	4.5
5	100	LHTA	3.6	4.5
5	100	RANDIA	3	5.5
5	100	TASTAB	6.9	6.5
5	100	BOB	3.6	6
5	100	CHACA	8.8	9
5	100	CHACA	3.8	5

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A**  
**PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"**

5	100	ESPE	4.9	7
5	100	KANISTE	7.6	5.5
5	100	KANISTE	5	7
5	100	FIPE	4.7	4.5
5	100	FIPE	3.4	5
5	100	NECO	6.2	5
5	100	CHACA	4.8	6
5	100	CHACA	4.8	5.5
5	100	SIST	3.5	5
5	100	CHACA	9.7	7
5	100	TASTAB	4	5.5
5	100	TASTAB	3.6	5.5
6	100	KATALOX	3.9	5.5
6	100	SIRICOTE	3.3	5.5
6	100	BOB	3.4	6
6	100	TSALAM	5	5
6	100	COLUBRINA	5.6	5.5
6	100	COLUBRINA	4	5
6	100	COLUBRINA	3.8	5
6	100	KATALOX	3.6	7
6	100	CUDE	6.9	11
6	100	ZAPOTE	6	7
6	100	CHECHEM	3	6.5
6	100	CHACNI	7.1	7
6	100	KITINCHE	4.6	6.5
6	100	MAJAHUA	3.3	2
6	100	ALAMO	5.2	5.5
6	100	CHACA	4.8	6
6	100	KATALOX	3.5	5.5
6	100	MAJAHUA	4.7	6
6	100	MAJAHUA	3.8	4
6	100	CHACA	3.1	4.5
6	100	CHACA	3.6	5
6	100	ESPE	4	5.5
6	100	CHACA	3.7	5
6	100	EUDA	3.3	2
6	100	MAJAHUA	3.7	5.5
6	100	CHACA	6.5	6.5
6	100	CHACA	7.7	6.5
6	100	AKITS	7.4	8.5
6	100	TASTAB	5	7
6	100	COLUBRINA	3.1	5.5
6	100	MAJAHUA	3.6	5
6	100	MAJAHUA	3.3	5
6	100	MAJAHUA	3.4	4.5
6	100	KATALOX	7	8.5
6	100	EUGENIA	3.6	5.5
6	100	CHACA	4.7	6.5

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD - A  
PROYECTO: "Desarrollo Habitacional Lote 1109-07"

---

SITIO	NOMBRE/CLAVE	ALTURA (m)
4	NECO	0.4
4	CHIT	0.3
4	BOB	0.5
4	CHIT	0.4
4	TULIPAN	1
4	GIFL	1
5	EUGENIA	0.2
5	EUGENIA	1
5	NECO	1
6	PASPALUM	0.1
6	CAFÉ	1
6	CHIT	0.5
6	EUGENIA	0.7
6	NECO	0.7

CONSULTA PÚBLICA