

**ESTUDIO TÉCNICO  
JUSTIFICATIVO PARA  
EL CAMBIO DE USO  
DE SUELO EN  
TERRENOS  
FORESTALES**

Documento Técnico  
Unificado para el  
Cambio de Uso de Suelo  
en terrenos Forestales

**PROYECTO**  
“LOTES 1-08 Y 1-09,  
MZ. 23, SM.107”

---

## CONTENIDO

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE .....	12
1.1 Nombre del proyecto.....	12
1.2 Nombre o Razón Social del Promovente. ....	12
1.4 RFC del promovente.....	12
1.5. Nombre del promovente .....	12
1.7 Superficie solicitada de cambio de uso de suelo y tipo de vegetación forestal. .....	12
1.8 Duración del proyecto.....	12
1.9. Documentacion legal presentada .....	13
1.10. Antecedentes.....	14
2. USOS QUE SE PRETENDE DAR AL TERRENO.....	16
2.1 Objetivos del proyecto. ....	16
2.2 Naturaleza y descripción detallada del nuevo uso.....	16
2.3 Justificar por qué los terrenos son apropiados al nuevo uso. ....	22
2.4 Programa de Trabajo .....	24
3. 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. .....	27
3.1 Ubicación del predio con respecto a la cuenca.....	27

---

3.2 Colindancias y coordenadas geográficas del Predio. ....	28
3.3 Dimensiones del proyecto enfocado al cambio de uso de suelo en terrenos forestales. ....	30
3.4 Ubicación del Predio Respecto de las Áreas Naturales Protegidas.....	36
3.5 Ubicación del Predio con referencia a Regiones terrestres prioritarias (CONABIO 2007). ....	36
3.6 Ubicación del Predio con referencia a Regiones Hidrológicas Prioritarias (CONABIO, 2008) .....	37
3.7 Ubicación del Predio con referencia a Áreas de Importancia para Conservación de las Aves (AICAs). (CONABIO, 2008) .....	39
4. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROLÓGICO-FORESTAL EN DONDE SE UBIQUE EL PREDIO. ...	41
4.1. Descripción de los elementos físicos de la cuenca hidrológico- forestal en donde se ubica el predio.....	41
4.1.1. Clima.....	42
4.1.2. Edafología.....	44
4.1.3. Geología. ....	47
4.1.4. Topografía: .....	48
4.1.5. Hidrografía: .....	48
4.2 Descripción de los elementos bióticos de la cuenca.....	49
4.2.1 Uso de suelo y vegetación. ....	49

---

4.3 Análisis del ecosistema conformado por vegetación secundaria secundaria derivada de selva mediana subperennifolia de la delimitación del sistema ambiental: .....	55
4.3.1. Delimitación del área de estudio .....	55
4.4. Descripción de las Unidades de Paisaje discriminadas .....	60
4.4.1 Unidad de Paisaje Área Urbana .....	60
4.4.2 Unidad de Paisaje Área con Vegetación Natural .....	63
4.4.2.1. Descripción del método de muestreo de la Flora.....	64
4.4.2.2. Estimación de la Abundancia relativa por estrato .....	66
4.4.2.3. Estimación del Índice de Valor de Importancia por estrato .....	68
4.4.2.4. Estimación del Índice de Shannon-Wiever por estrato .....	71
4.4.2.5. Especies vegetales en la NOM 059-SEMARNAT-2010.....	73
4.4.3. Estimación de la diversidad de fauna presente en el ecosistema.....	73
4.4.3.1. Descripción del método de muestreo.....	73
4.4.3.3. Especies animales en la NOM 059-SEMARNAT-2001.....	80
5. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL PREDIO QUE INCLUYAN LOS FINES A QUE ESTE DESTINADO, CLIMA, TIPO DE SUELO, PENDIENTE MEDIA, RELIEVE, HIDROGRAFIA Y TIPOS DE VEGETACIÓN Y FAUNA. ....	82
5.1 Tipo de ecosistema presente en el predio. ....	82
5.2 Estimación de la diversidad de flora por especie presentes en el predio. ..	83
5.2.1 Descripción del método de muestreo.....	83
5.2.2. Estimación de la Abundancia relativa por estrato .....	85

---

5.2.3. Estimación del Índice de Valor de Importancia por estrato .....	87
5.2.4. Especies vegetales en la NOM 059-SEMARNAT-2010.....	94
5.3 Estimación de la diversidad de Fauna por especie presentes en el predio.	94
5.3.1 Descripción del método de muestreo.....	94
5.3.2 Especies animales en la NOM 059-SEMARNAT-2010.....	100
5.4. Ubicación del predio respecto de las Áreas Naturales Protegidas .....	100
5.5. Relieve y pendiente media.....	100
5.6 Uso actual del terreno y estado de la vegetación. ....	101
5.7 Edafología.....	102
5.8 Clima.....	103
5.8 Geología .....	104
5.8 Hidrología .....	105
6. ESTIMACIÓN DE VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO. ....	107
6.1. ESTUDIO DASOMÉTRICO .....	107
6.1.1. Diseño de Muestreo.....	107
6.1.2. Levantamiento de datos del arbolado .....	108
6.1.3. Variables levantadas.....	110
6.1.4. Equipo utilizado. ....	112
6.1.5. Análisis de la información .....	112
6.1.6. Fórmulas utilizadas .....	112

---

6.1.7. Justificación de las fórmulas utilizadas .....	114
6.2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DASOMÉTRICO.....	114
6.2.1. Intensidad de muestreo .....	114
6.2.2. Valores estimados por sitio muestreado .....	115
6.3. EXISTENCIAS .....	115
6.3.1. Diversidad.....	115
6.3.2. Área basal.....	117
6.3.3. Volúmenes.....	118
6.3.4. Volúmenes afectados por la instalación del proyecto .....	120
7. PLAZO Y FORMA DE EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....	122
7.1. Etapa de Remoción rescate y reubicación de vegetación para la ejecución del cambio de uso de suelo. ....	122
7.2 Descripción de las actividades del cronograma:.....	123
8. VEGETACIÓN QUE DEBA RESPETARSE O ESTABLECERSE PARA PROTEGER LAS TIERRAS FRÁGILES. ....	127
8.1 Vegetación del predio que se respetara .....	127
8.2. Justificación técnica de la existencia o ausencia de tierras frágiles en el predio en donde se encuentra y opera el proyecto.....	128
9. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. ....	145
9.1 Metodología para evaluar e identificar los impactos ambientales .....	145
9.2 Indicadores de impacto.....	148
9.3 Lista de cotejo del proyecto .....	148

---

9.4 Lista de cotejo del ambiente .....	149
9.5 Criterios y metodologías de evaluación .....	155
9.5.1 Criterios del proyecto/ambiente .....	155
9.6 Matriz de identificación de interacciones potenciales .....	158
9.7 Lista descriptiva de las interacciones potenciales .....	160
9.8 Matriz de ponderación de impactos .....	165
9.9 Matriz de evaluación de interacciones potenciales.....	168
9.9.1 Descripción de cada impacto negativo significativo y no significativo.....	172
9.10 Discusión de los impactos negativos .....	176
9.11 Discusión de los impactos positivos.....	176
9.12 Resumen de impactos generados .....	176
10. 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. ....	178
10.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental .....	178
10.2 DISEÑO DE MEDIDAS DE MITIGACION.....	179
10.2.1 Medidas de Mitigación para Impactos Negativos Significativos.....	179
10.3 EXPLICACIÓN DE LAS MEDIDAS A EMPLEAR .....	183
10.4 Medidas de Mitigación para Impactos Negativos No Significativos .....	184
10.4.1 Tabla Descriptiva .....	184

---

10.4.2	EXPLICACIÓN DE LAS MEDIDAS A EMPLEAR .....	187
10.5.	PROGRAMAS .....	189
10.6.	IMPACTOS RESIDUALES .....	189
11.	PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS .....	192
12.	SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO PROPUESTO.....	202
12.1.	Importancia de los servicios ambientales .....	202
12.2.	Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto a nivel de predio.....	203
12.3.	Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto a nivel de cuenca .....	212
13.	JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO. ....	217
11.1	Justificación Técnica.....	217
11.2.	No se compromete la biodiversidad.....	217
11.2.1.	No se compromete la flora.....	217
11.2.1.1.	Estrato Arbóreo.....	218
11.2.1.2.	Estrato Arbustivo.....	220
11.2.1.3.	Estrato Herbáceo .....	221
11.2.2.	No se compromete la fauna en el ecosistema .....	223
11.2.3.	Estrategias que permitirán conservar la biodiversidad del predio después de la ejecución del proyecto. ....	225
11.3.	No se provocara la erosión del suelo.....	227



---

11.4. No se provocara el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación .....	241
11.5 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.....	245
11.5.1. Los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. ....	245
11.6 JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	246
14. DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DE LA PERSONA QUE HAYA FORMULADO EL ESTUDIO Y EN SU CASO DEL RESPONSABLE DE DIRIGIR LA EJECUCIÓN. ....	250
14.1 Nombre del Responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental.....	250
14.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP .....	250
14.3 Dirección del Responsable técnico del documento .....	250
14.4 Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo. ....	250
15. VINCULACIÓN Y APLICACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, EN SU CASO, LOS DEMÁS REQUISITOS QUE ESPECIFIQUEN LAS DISPOSICIONES APLICABLES. ....	254
15.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez. ....	254
15.2. Modificación al Programa de Desarrollo Urbano de Cancún 2014-2030 (MPDUC) publicado en el Periódico Oficial el 16 de Octubre de 2014. ....	289
15.3 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS	296
15.4. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE .....	297

---

15.5. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE .....	297
15.6. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE, 1996. ....	299
15.7. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL, 2000. ....	300
15.8. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE .....	301
15.9. NORMAS OFICIALES MEXICANAS APLICABLES AL PROYECTO. ....	302
16. ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DE SUELO. ....	307
16.1. Valoración económica directa .....	307
16.1.1. Valor del depósito de carbono por hectárea .....	308
16.1.2. Valor farmacéutico .....	310
16.1.3. Valor de la actividad ecoturística .....	311
16.1.4. Valor económico de los recursos forestales del predio por su propia existencia .....	312
16.1.5. Valor económico de las materias primas forestales .....	313
16.1.6. Valor económico de las especies de fauna silvestre .....	314
16.2. Valoración económica indirecta .....	315
16.3. Resumen de la valoración económica de los recursos biológicos del predio del proyecto .....	316
17. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO. ....	318

17.1. Se presentan el análisis en lo que se refiere a estructura y funcionalidad del ecosistema, planteando estrategias de restauración que consideren la diversidad biológica y el medio físico, por lo que deberá suponer escenarios a corto, mediano y largo plazo..... 322

# CAPÍTULO 1

## **1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE**

### **1.1 Nombre del proyecto**

“LOTES 1-08 Y 1-09, MZ. 23, SM.107”

### **1.2 Nombre o Razón Social del Promovente.**

VIVO DESARROLLO SOCIEDAD ANONIMA PROMOTORA DE INVERSION DE CAPITAL VARIABLE.

### **1.3 Dirección del proyecto:**

### **1.4 RFC del promovente**

### **1.5. Nombre del promovente**

José Ramón Contijoch Cebrian

### **1.6 Ubicación del promovente.**

### **1.7 Superficie solicitada de cambio de uso de suelo y tipo de vegetación forestal.**

En este DTU la superficie que conforma el polígono propuesto para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales es de 177,620.13 m<sup>2</sup> (17.762 has), el tipo de vegetación que se distribuye en el predio corresponde a un Acahual derivado de Selva Mediana Subperennifolia.

### **1.8 Duración del proyecto.**

Las actividades que se requieren para realizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto "**LOTES 1-08 Y 1-09, MZ. 23, SM.107**" se realizarán en un periodo de 3 años para la ejecución del cambio de uso de suelo, 6 años para la construcción y 99 años para la etapa de operación del mismo.

### **1.9. Documentación legal presentada**

La documentación que se presentará para demostrar la legal posesión del predio se realizará a través de un contrato notariado de promoción que celebran por una parte "Vivo Desarrollo, S.A.P.I de C.V." como la parte Promotora y la empresa Vivo Grupo Inmobiliario, S.A.P.I de C.V. como la parte Propietaria, por lo cual se presentará la legal constitución de ambas empresas, la legal propiedad y por lo tanto el contrato notariado:

#### **Documentación empresa Propietaria:**

- Acta constitutiva de la Empresa Inmobiliaria Oldum S.A de C.V., a través de la Escritura Pública No. 10,103 de fecha 06 de Diciembre de 1990, pasada ante fe del Notario Público Lic. Jorge Alberto Rodríguez Carrillo, titular de la Notaría Pública No. 6 del Estado de Quintana Roo.
- Por asamblea celebrada el 08 de Enero de 2008, se cambió su régimen al actual Vivo Grupo Inmobiliario, S.A.P.I de C.V., asamblea que quedó protocolizada mediante Escritura Pública No. 13,991 de fecha 13 de Marzo de 2008 ante fe del Notario Lic. Joaquín González Castro, titular de la Notaría Pública No. 29.
- Poder Notarial a favor del Sr. Sixto Javier Canul Chi, mediante la Escritura Pública No. 13,076 de fecha 06 de Noviembre de 2006, ante la Lic. María Cristina Castro Sariñada, Notaría Pública No. 29, del estado de Quintana Roo.
- Compraventa del Lote 1-08, Mz. 23, Sm.107, mediante la Escritura Pública No. 31,815 de fecha 09 de Julio de 2009, pasada ante fe del Lic. María Eli López Reyes, de la Notaría Pública No. 07 del Estado de Quintana Roo.
- Compraventa del Lote 1-09, Mz. 23, Sm.107, mediante la Escritura Pública No. 31,816 de fecha 09 de Julio de 2009, pasada ante fe del Lic. María Eli López Reyes, de la Notaría Pública No. 07 del Estado de Quintana Roo.

### **Documentación Empresa Promotora:**

- Escritura pública No. 13958, de fecha 27 de febrero de 2008, pasada ante fe del Lic. Joaquín González Castro, Titular de la Notaria Publica No. 29 del Estado de Quintana Roo. Dentro de la cual se muestra todo el historial desde la constitución de la empresa hasta el cambio a su Régimen actual como Vivo Desarrollo, S.A.P.I de C.V.
- Poder Notarial a favor de los Señores Lizandro Chan Euan y/o José Ramón Contijoch Cebrian mediante la Escritura Publica No. 2060 de fecha 29 de Septiembre de 2011, ante la Lic. Javier Reyes Carrillo, Notaria Publica No. 66, del estado de Quintana Roo.

### **1.10. Antecedentes**

Que con fecha 08 de enero de 2015 se ingresó por primera vez el Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales del presente proyecto antes denominado “Vivo Desarrollo IV Etapa”, asignándole el número de Bitácora 23/MA-0007/01/15, mismo que durante su evaluación se le requirió información complementaria mediante oficio No. 30/ARRN/0177/15 de fecha 21 de enero de 2015, la cual fue subsanada con fecha 03 de febrero de 2015, sin embargo por un error en la redacción del documento presentado el proyecto fue desechado mediante oficio Resolutivo No. 03/ARRN/0557/15 de fecha 10 de marzo de 2015, motivo por el cual el proyecto se ingresa nuevamente con el Nombre “LOTES 1-08 Y 1-09, MZ. 23, SM.107”.

# CAPÍTULO

# 2



## 2. USOS QUE SE PRETENDE DAR AL TERRENO.

### 2.1 Objetivos del proyecto.

- Cumplir con la legislación ambiental vigente, a través de la presentación de este documento para obtener la autorización del cambio de uso de suelo en terrenos forestales para la instalación del Desarrollo Multifamiliar denominado **“LOTES 1-08 Y 1-09, MZ. 23, SM.107”**
- Incorporar infraestructura para vivienda en la zona de expansión urbana de la Ciudad de Cancún para lo cual se prevé el establecimiento de viviendas y áreas comerciales a través del aprovechamiento sustentable del terreno.
- Impulsar el desarrollo económico del Municipio de Benito Juárez específicamente en la Ciudad de Cancún y por consiguiente elevar el nivel de vida de sus habitantes a través de la creación de opciones de empleo digno para los habitantes a nivel local y en las comunidades cercanas.

### 2.2 Naturaleza y descripción detallada del nuevo uso.

La Ciudad de Cancún es una de las pocas ciudades que alcanzan un importante crecimiento poblacional en el ámbito nacional. Por lo que cada día, un gran número de personas provenientes de los distintos estados del país, eligen como lugar de residencia permanente o temporal a esta parte de la República y que remata con atractivo litoral con el Caribe. En definitiva, en esta región se ofrecen beneficios que difícilmente se habrán de encontrar en otras entidades y en donde sobresalen impresionantes paisajes, destacadas ofertas de empleo y servicios urbanos de primer nivel.

Por lo anterior, uno de los retos más importantes que enfrenta el Estado y el Municipio de Benito Juárez en lo particular, es proporcionar los servicios públicos y de infraestructura que permita et armónico crecimiento poblacional. Además, de que se tiene que prever las necesidades del sostén de la industria turística que es la más importante en nuestro país y que hasta ahora se ha centralizado gran parte de esta en la ciudad de Cancún. La superficie de aprovechamiento será destinada al uso de suelo urbano, y en particular al uso habitacional Multifamiliar de acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano aplicable. Sin embargo, es importante aclarar que esta etapa del proyecto, sólo implica el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a través de la remoción de vegetación forestal, por ser una actividad que debe ser evaluada por la Federación, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT); por lo tanto, lo que concierne a la etapa constructiva del proyecto, o en su caso, la ejecución del Desarrollo Multifamiliar con la construcción de viviendas, será sometido a evaluación ante la autoridad competente, que en su caso, corresponde al Gobierno Estatal a través del Instituto de Impacto y Riesgo Ambiental. Así mismo,

se deja de manifiesto que en éste Documento Técnico Unificado Modalidad A. únicamente se describe las actividades y procesos implicados exclusivamente en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

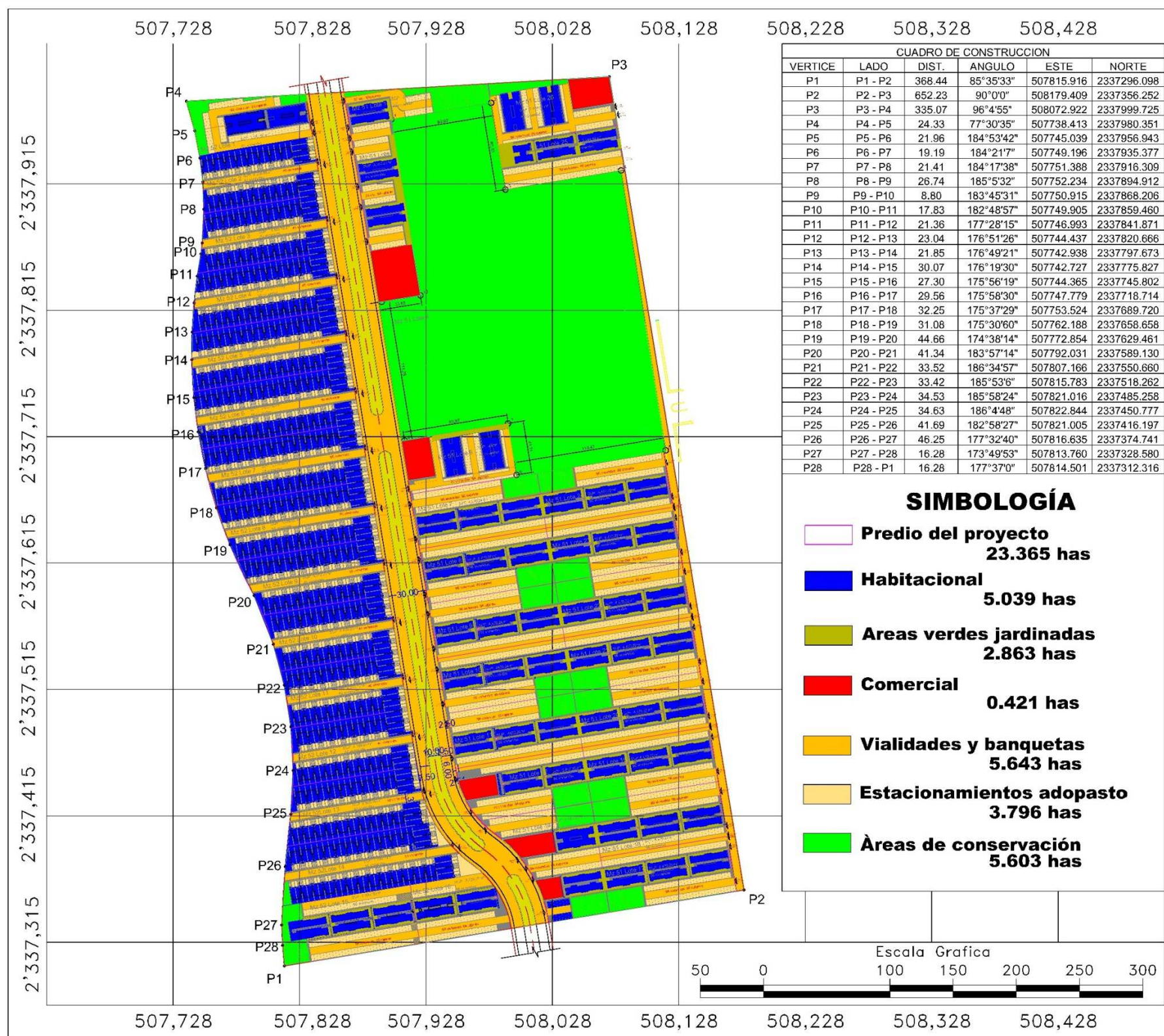
Este es el caso del proyecto que ahora se presenta y que se ha denominado “**LOTES 1-08 Y 1-09, MZ. 23, SM.107**”, el cual quedará ubicado en los Lotes 1-08 y 1-09, Manzana 23, Supermanzana 107 de la Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo, y cuyo proyecto se habrá de realizar acorde a lo dictaminado a través del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez (publicado en el periódico oficial del estado de Quintana Roo el 27 de Febrero de 2014), y del Programa de Desarrollo Urbano (modificación del programa de desarrollo urbano del centro de población Cancún, municipio de Benito Juárez, Q. Roo 2014-2030, publicado en el Periódico Oficial del Estado el 16 de octubre de 2014).

El proyecto **LOTES 1-08 Y 1-09, MZ. 23, SM.107**, que se propone, se refiere exclusivamente al cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a través de la remoción total de vegetación forestal correspondiente a un acahual derivado de Selva mediana subperennifolia, en una superficie de 17.762 has que representa el 76 % de la superficie total del terreno. Por su naturaleza, el proyecto se encuentra clasificado dentro del ramo de la construcción de viviendas multifamiliares de interés social; y contará con áreas habitacionales, comerciales, vialidades y áreas verdes que serán donadas al Municipio, que pretenden cubrir las necesidades familiares.

El presente proyecto contempla la construcción de 2519 viviendas con una densidad media bruta de 120 viviendas/hectárea. Asimismo, contará con lotes comerciales y con lotes de donación.

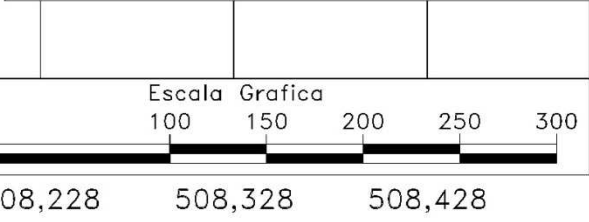
De acuerdo con las superficies planteadas por el presente proyecto de las 17.762 hectáreas que se solicitan para el Cambio de Uso de Suelo, el 24.2 % estará destinada a la construcción de vialidades/banquetas, 21.6 % para habitacional, 12.3 % para áreas jardinadas, 1.8 % será para el uso comercial, el 16.2 % para estacionamiento y el 24 % restante de conservación que será donado al H. Municipio de Benito Juárez y en dichas áreas se constituirán las áreas verdes.

Uso	Superficie del predio (m2)	%
Habitacional	50,392.78	21.6
Áreas jardinadas	28,626.55	12.3
Comercial	4,208.47	1.8
Vialidades, banquetas	56,434.81	24.2
Estacionamientos con adopasto	37,957.52	16.2
Áreas verdes de conservación	56,027.32	24
Total	233649.77	100



CUADRO DE CONSTRUCCION					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	368.44	85°35'33"	507815.916	2337296.098
P2	P2 - P3	652.23	90°0'0"	508179.409	2337356.252
P3	P3 - P4	335.07	96°4'55"	508072.922	2337999.725
P4	P4 - P5	24.33	77°30'35"	507738.413	2337980.351
P5	P5 - P6	21.96	184°53'42"	507745.039	2337956.943
P6	P6 - P7	19.19	184°21'7"	507749.196	2337935.377
P7	P7 - P8	21.41	184°17'38"	507751.388	2337916.309
P8	P8 - P9	26.74	185°5'32"	507752.234	2337894.912
P9	P9 - P10	8.80	183°45'31"	507750.915	2337868.206
P10	P10 - P11	17.83	182°48'57"	507749.905	2337859.460
P11	P11 - P12	21.36	177°28'15"	507746.993	2337841.871
P12	P12 - P13	23.04	176°51'26"	507744.437	2337820.666
P13	P13 - P14	21.85	176°49'21"	507742.938	2337797.673
P14	P14 - P15	30.07	176°19'30"	507742.727	2337775.827
P15	P15 - P16	27.30	175°56'19"	507744.365	2337745.802
P16	P16 - P17	29.56	175°58'30"	507747.779	2337718.714
P17	P17 - P18	32.25	175°37'29"	507753.524	2337689.720
P18	P18 - P19	31.08	175°30'60"	507762.188	2337658.658
P19	P19 - P20	44.66	174°38'14"	507772.854	2337629.461
P20	P20 - P21	41.34	183°57'14"	507792.031	2337589.130
P21	P21 - P22	33.52	186°34'57"	507807.166	2337550.660
P22	P22 - P23	33.42	185°53'6"	507815.783	2337518.262
P23	P23 - P24	34.53	185°58'24"	507821.016	2337485.258
P24	P24 - P25	34.63	186°4'48"	507822.844	2337450.777
P25	P25 - P26	41.69	182°58'27"	507821.005	2337416.197
P26	P26 - P27	46.25	177°32'40"	507816.635	2337374.741
P27	P27 - P28	16.28	173°49'53"	507813.760	2337328.580
P28	P28 - P1	16.28	177°37'0"	507814.501	2337312.316

SIMBOLOGÍA	
	<b>Predio del proyecto</b> 23.365 has
	<b>Habitacional</b> 5.039 has
	<b>Áreas verdes jardinadas</b> 2.863 has
	<b>Comercial</b> 0.421 has
	<b>Vialidades y banquetas</b> 5.643 has
	<b>Estacionamientos adopasto</b> 3.796 has
	<b>Áreas de conservación</b> 5.603 has



IDENTIFICACION GEOGRAFICA	
NOMBRE	CLAVE
ESTADO.....	QUINTANA ROO
MUNICIPIO.....	BENITO JUAREZ
REFERENCIAS GEODESICAS	
PROYECCION CARTOGRAFICA.....	U.T.M.
DATUM .....	WGS-84
ELIPSOIDE .....	WGS-84
ZONA U.T.M. ....	16

PROYECTO:  
**LOTES 1-08 Y 1-09,  
MZ. 23, SM.107**

UBICACIÓN:  
Lotes 1-08 y 1-09, Manzana 23, Supermanzana 107,  
Cancún, Benito Juárez, Q. Roo.

PLANO:  
**PLANO DE  
CONJUNTO**

ESCALA: 1:350      ACOTACIÓN: MTS.      FECHA: NOV. 2014

Figura 1. Plano de conjunto del proyecto

La superficie destinada a vialidades ocupa 56,434.81 m<sup>2</sup> y en ella se construirán tres tipos: vialidad arterial primaria con una sección transversal de 30 m, construidas por un camellón central de 10 m, banquetas de 2 m y 2 carpetas asfálticas de 7.5 m cada una; calles primarias con una sección transversal de 8.3 m, banquetas incluidas; calles secundarias, con 6.00 m de ancho y banquetas incluidas.

El predio de interés está en breña y carece en su interior de cualquier tipo de obra de urbanización. Sin embargo, cuenta con algunos servicios a pie de lote, como son electricidad, telefonía, agua potable y drenaje sanitario, por lo que únicamente se requerirá ejecutar las obras de conexión. El drenaje pluvial no está disponible y deberá proporcionarse.

En la misma superficie de desplante que ocupará la vialidad se llevarán a cabo las obras de equipamiento urbano que incluyen las siguientes actividades:

- Introducción de la red principal de drenaje sanitario y conexión a la red de drenaje de Cancún. Incluye un cárcamo de rebombeo.
- Introducción de la red principal de drenaje pluvial y construcción de pozos pluviales.
- Introducción de la red de agua potable y conexión a la red de distribución de Cancún.
- Introducción de la infraestructura para la red principal de electrificación, la cual será subterránea y para la conexión con la línea de distribución de la Comisión Federal de Electricidad.
- Introducción de la infraestructura para la red principal de telefonía, voz y datos la cual será subterránea, y para la conexión con la red de distribución de Teléfonos de México.
- Introducción de la red principal de alumbrado público sobre la vialidad.

En relación con las viviendas que serán desarrolladas por el presente proyecto, se contempla la construcción de viviendas de los siguientes prototipos:

Prototipo	No. Viviendas	Tipo
Aurora	1904	Vertical
Timón	561	Horizontal
Timón 2R	54	Horizontal

A continuación se presentan los planos de la distribución de casa tipo de prototipo:

[ ESTUDIO TÉCNICO JUSTIFICATIVO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES ]

PROYECTO  
"LOTES 1-08 Y 1-09, MZ. 23,  
SM.107"

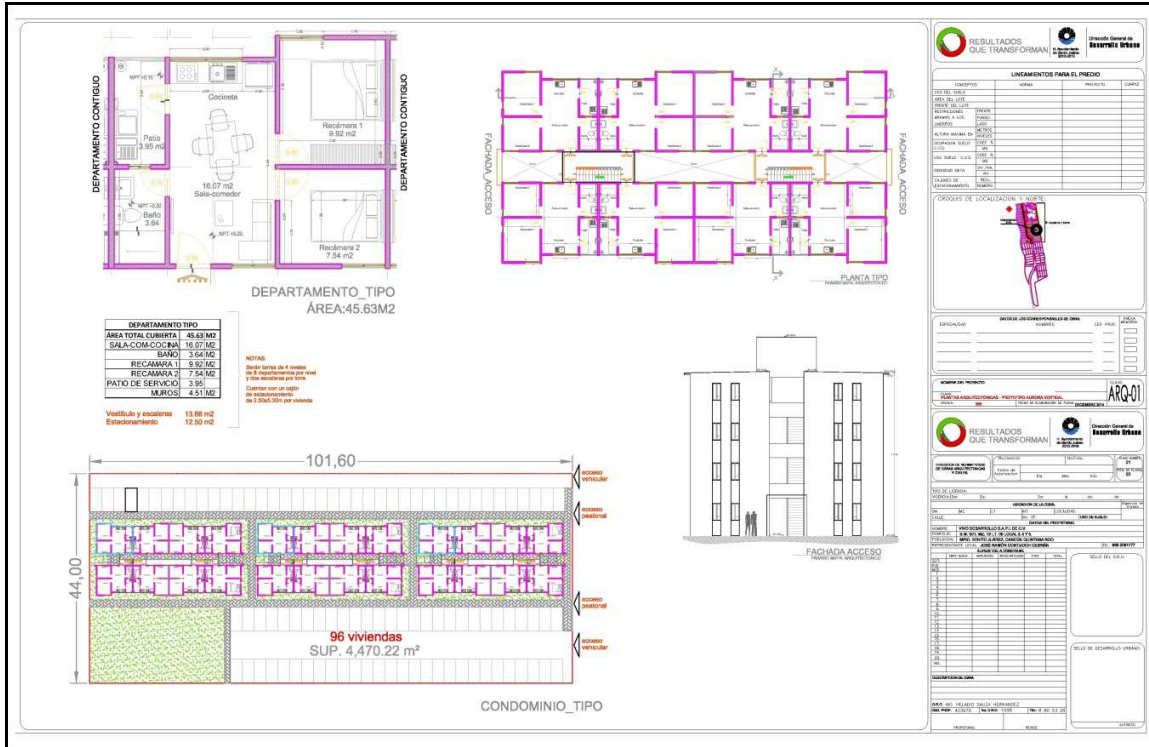


Figura 2. Vivienda Prototipo Aurora

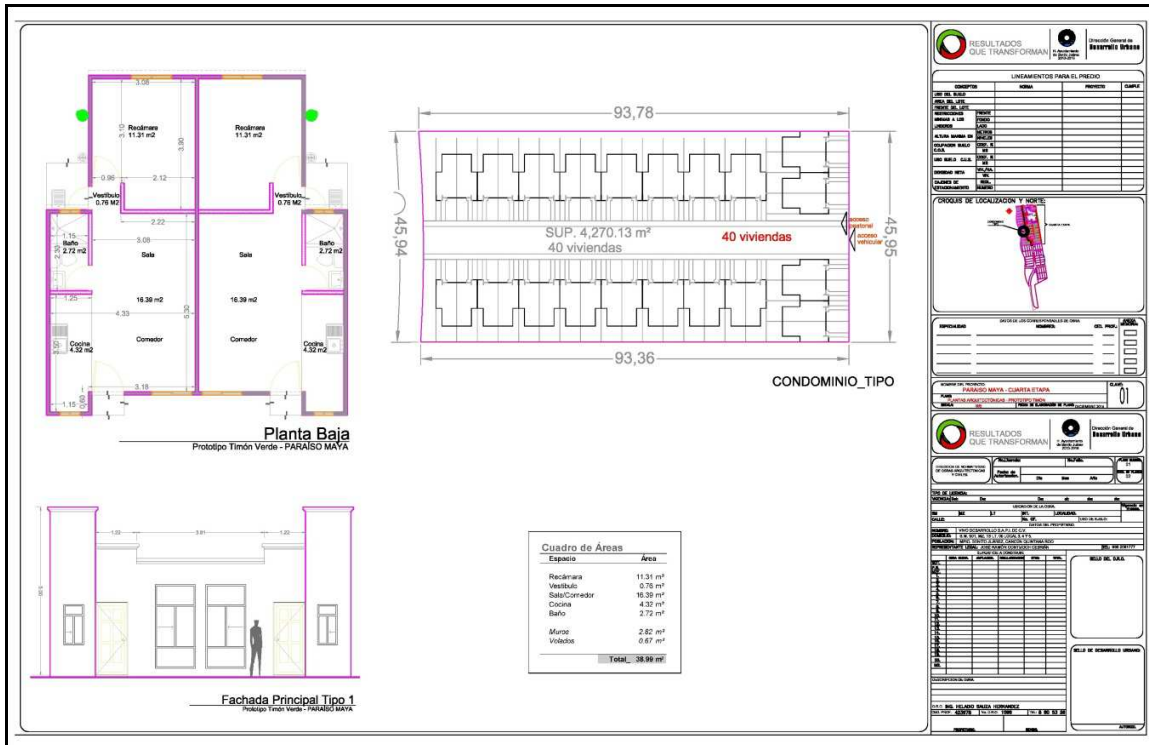


Figura 3. Vivienda Prototipo Timon

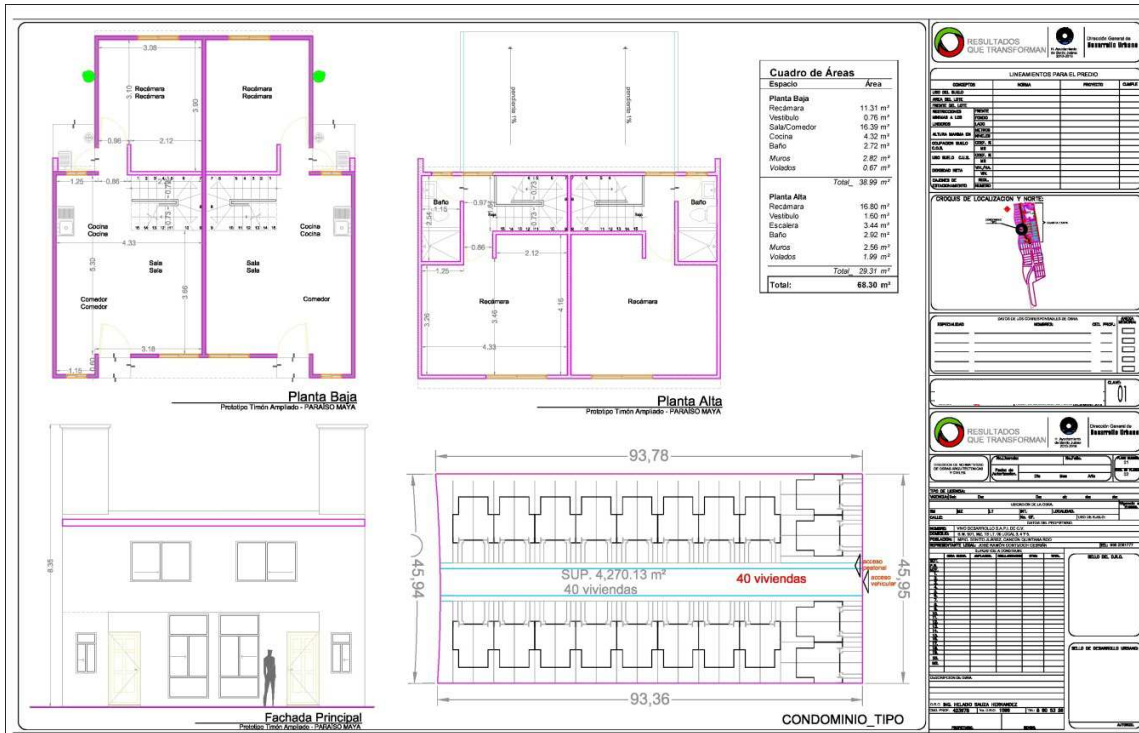


Figura 4. Vivienda Prototipo Timon 2R

Las viviendas contarán con todos los servicios de energía eléctrica, agua potable y drenaje sanitario además de contar con acometida tubular en azotea para antena de televisión y una para teléfono. La vivienda no se entrega con calentador pero si con la salida para que el cliente lo coloque cuando el desee.

Cabe destacar que por su ubicación el proyecto “**LOTES 1-08 Y 1-09, MZ. 23, SM.107**” contribuirá de manera directa en la satisfacción de las necesidades de vivienda de un sector de la población de la zona urbana de la ciudad de Cancún, lo que a su vez favorece de manera permanente a la población Local y sobre todo la creación de fuentes de empleo significativas para los habitantes, durante todas sus etapas, ya que durante la etapa de preparación del sitio y construcción serán requeridos materiales de relleno, construcción y servicios diversos. Lo que en conjunto ocasionará una derrama económica también importante para la Localidad y et municipio en general

El aspecto social se ve reflejado en la construcción de esta obra, ya que no solo se obtendrán empleos directos, sino que se espera un mayor número con la entrada en operación del mismo, además de la creación de una necesidad permanente de insumos materiales, alimentos y servicios diversos.

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

El crecimiento económico y turístico de la zona norte de Quintana Roo, ha traído como consecuencia la necesidad de ampliar la mancha urbana de las distintas poblaciones que han quedado incluidas dentro de este importante polo de desarrollo. Por ello y con la finalidad de mejorar los servicios que se proporcionan a las poblaciones asentadas, distintos organismos contribuyen de manera conjunta para el logro de estos objetivos.

La concentración de la actividad económica regional en los espacios con vocación turística ha producido una intensa polarización de la población, tal es el caso de las ciudades de Cancún y Playa del Carmen en donde se concentra la mayor población del Estado. El motor del crecimiento poblacional desde su creación es la construcción de desarrollos turísticos de diferente índole, estimando que cada uno de ellos genera alrededor de 4 empleos directos, lo que atrae a nuevos residentes y propician el arraigo de 15 habitantes más por cada cuarto construido.

Por lo que el proyecto 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.

Este crecimiento poblacional acelerado tiene como consecuencia que según el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, el cual es un instrumento establecido por la Legislación Ambiental Mexicana; el área del proyecto se ubica en la UGA-21 denominada 'Zona Urbana' con una política ambiental de Aprovechamiento Sustentable y un uso predominante de desarrollo urbano donde la actividad del proyecto es compatible con los usos condicionados a lo que establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano vigente de la ciudad de Cancún.

El proyecto contribuirá de manera directa en la satisfacción de las necesidades de vivienda de un sector de la población en la ciudad Cancún, lo que a su vez favorece de manera permanente a la población Local y sobre todo la creación de fuentes de empleo significativas para los habitantes, durante todas sus etapas.

El proyecto está dirigido a un segmento de la población de clase media ofreciendo una oportunidad de vivienda digna con precios competitivos, con un ambiente de áreas verdes y recreativas que proporcione un ambiente sano a las personas que la habiten, en una excelente ubicación, con inmejorables vías de comunicación y acceso al centro de la ciudad y a las avenidas más importantes de la ciudad, así como cercanía a los centros comerciales, áreas deportivas, escuelas y parques.

Por otra parte, se tiene que durante 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 200 personas de la región por concepto de empleos directos (temporales y algunos permanentes), así como diversos empleos indirectos en la zona estimado en aproximadamente 80. De esta manera, la construcción del proyecto generara una inversión total de \$150,000,000.00 pesos, siendo los beneficios sociales y económicos esperados con la operación del proyecto, a través de la construcción de un Desarrollo Multifamiliar de 2519 viviendas.

De acuerdo con los instrumentos de planeación aplicables, el desarrollo del proyecto permitirá controlar y, en su caso, mitigar algunos de los impactos adversos al ambiente, mediante La implementación de actividades, programas y medidas preventivas y/o correctivas, y no compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.

Adicionalmente, el sistema ambiental de este proyecto, no presenta ecosistemas excepcionales ya que el tipo de vegetación que cubre actualmente al predio corresponde a un acahual, ya que toda la zona anteriormente correspondía a potreros y trabajaderos y actualmente se encuentra sujeta a aprovechamiento urbano ya que presenta en sus colindancias otros desarrollos inmobiliarios además de las anteriores etapas del presente proyecto, por lo cual el ecosistemas ya se encuentra fragmentado.

Como se ha de demostrar en el contenido del presente estudio que las especies, el arbolado y la madera que conforman tanto la superficie que se pretende solicitar para cambio de uso de suelo forestal, como la totalidad del predio, no son económicamente redituables hablando en términos forestales, sumado a lo anterior se debe preponderar el hecho de que esta superficie cuenta con una política de Aprovechamiento sustentable y uso predominante de desarrollo urbano, sujeto al Programa de Desarrollo Urbano.

El cambio de uso de suelo del proyecto, es congruente con el escenario que se tiene considerado en el instrumento de planeación ambiental (POEL) aplicable al sitio del proyecto, ya que le asignan al sitio una política de Aprovechamiento sustentable con uso predominante de desarrollo urbano, denominada "Zona Urbana de Cancún". 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 el proyecto en este predio tiene justificación técnica sustentada.



## 2.4 Programa de Trabajo

En este marco de referencia técnica y administrativa, las obras y actividades que se pretenden y analizan en proyecto consisten en:

- Limpieza y Retiro de vegetación en una superficie del 76% del área total del predio que nos ocupa.
- Excavación y nivelación y conformación de vialidades.
- Construcción de viviendas y servicios complementarios.
- Instalaciones eléctricas e hidrosanitarias.
- Pintura, acabados y mobiliario.
- Jardinería y paisaje acordes con la vegetación de la zona.
- Reforestación y mejoramiento de las zonas de conservación.
- Operación y Mantenimiento de todas las áreas del proyecto entre las que destacan áreas de conservación.

**Tabla 3.** Cronograma General de todo el proyecto " LOTES 1-08 Y 1-09, MZ. 23, SM.107 "

Etapas	Actividades	1 er. Año		2 do. Año			3 er. Año			4 to. año			5 to. año			6 to. año		
		Trimestres																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Etapa de Remoción rescate y reubicación de vegetación para la ejecución del cambio de uso de suelo	1.- Delimitación física de las áreas de desplante y conservación.																	
	2.- Implementar el Programa de Rescate y Protección de fauna																	
	3.- Marcaje de los ejemplares de flora a rescatar																	
	4.- Acondicionamiento del vivero																	
	5.- Rescate de vegetación seleccionada.																	
	6.- Remoción de vegetación que no será rescatada																	
	7.-Selección y acopio de material vegetal.																	

	8.- Picado del material vegetal acopiado																	
	9.- Informe final del cambio de uso de suelo y se continua con la siguientes etapas del proyecto.																	
Construcción	10.- Nivelación y cimentación																	
	11.- Construcción																	
	12.- Albañilería																	
	13.- Acabados																	
	14.- Equipamiento																	
	15.- Instalación de equipo																	
	16.- Accesos																	
	17.- Áreas verdes																	
Operación	19. Mantenimiento de instalaciones.																	

# CAPÍTULO 3

### 3. 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.

#### 3.1 Ubicación del predio con respecto a la cuenca

El Estado de Quintana Roo comprende dos Regiones Hidrológicas, la Yucatán Norte y Yucatán Este. La primera, como su nombre lo infiere, se ubica hacia la porción del extremo norte del territorio estatal, ahí se encuentran la Cuenca *Quintana Roo* con aproximadamente la tercera parte de la superficie estatal y los cuerpos de agua L. Nichupté, L. Chakmochuk y L. Conil; también en esta Región se localiza la Cuenca *Yucatán* en pequeñas porciones del estado.

A la segunda Región denominada Yucatán Este, le corresponden también en Quintana Roo dos Cuencas que ocupan poco menos de 70% de la entidad; llamadas *Bahía de Chetumal* y otras donde se aprecian las corrientes superficiales Hondo, Azul, Escondido y Ucum, además de los cuerpos de agua L. Bacalar, L. San Felipe, L. Mosquitero, L. Chile Verde, L. Nohbec y L. La Virtud; mientras que en la Cuenca *Cuencas Cerradas* se tienen únicamente cuerpos de agua y son: L. Chunyaxché, L. Chinchancanab, L. Campechen, L. Boca Paila, L. Paytoro, L. Ocom y L. Esmeralda. (INEGI, 2011)

Por lo tanto con base en la carta hidrológicas del INEGI, el Predio se ubica dentro de la cuenca denominada "Quintana Roo", lo cual se pudo apreciar en la figura siguiente

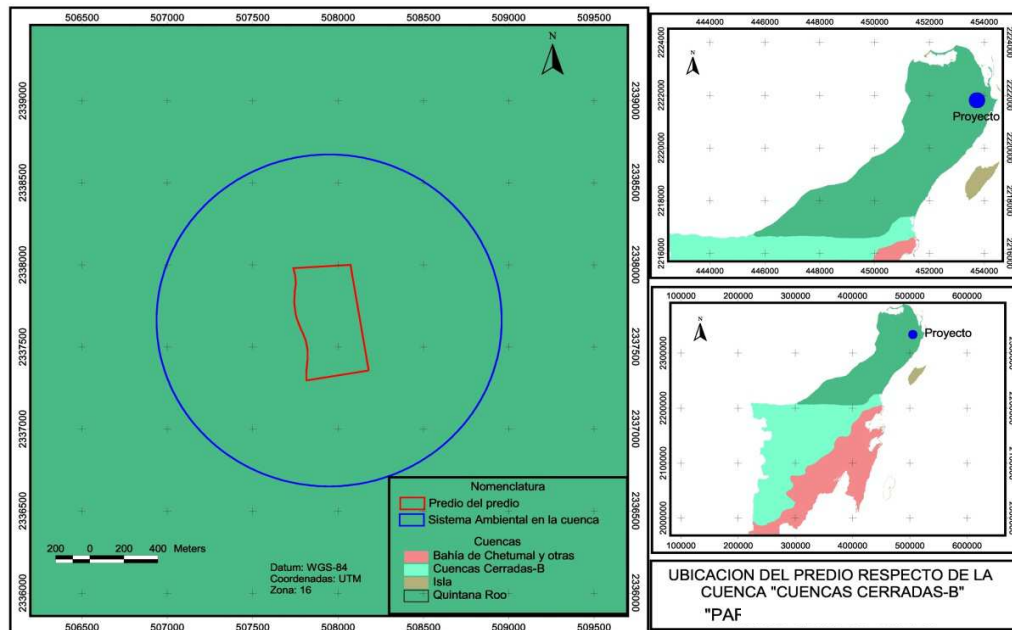


Figura 5. Ubicación del Predio respecto de la cuenca.

### 3.2 Colindancias y coordenadas geográficas del Predio.

Se aclara que el polígono de trabajo se compone de dos predios que de acuerdo a las escrituras publicas 31815 y 31816, acumulan una superficie de 240,663.96 m<sup>2</sup>; sin embargo durante el trabajo de campo y verificación de vértices, se verificó que el terreno solo consta de 233,649.77 m<sup>2</sup>, por lo cual todos los cálculos y delimitaciones del área sujeta al cambio de uso de suelo y desarrollo de los capítulos, se realizaron en base a la superficie física real del predio que corresponde a 233,649.77 m<sup>2</sup>, ya que no podríamos ajustar la superficie al total de las escrituras ya que físicamente no existen, sin embargo esto no representa un problema para el promovente ya que se encuentra consciente de esta situación.

El Predio se encuentra delimitado por las coordenadas geográficas que se mencionan en el siguiente cuadro y se presenta el plano georeferenciado en la figura 3.2.

**Tabla 4. Cuadro de construcción del polígono del predio**

VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	368.44	85°35'33"	507815.916	2337296.098
P2	P2 - P3	652.23	90°0'0"	508179.409	2337356.252
P3	P3 - P4	335.07	96°4'55"	508072.922	2337999.725
P4	P4 - P5	24.33	77°30'35"	507738.413	2337980.351
P5	P5 - P6	21.96	184°53'42"	507745.039	2337956.943
P6	P6 - P7	19.19	184°21'7"	507749.196	2337935.377
P7	P7 - P8	21.41	184°17'38"	507751.388	2337916.309
P8	P8 - P9	26.74	185°5'32"	507752.234	2337894.912
P9	P9 - P10	8.80	183°45'31"	507750.915	2337868.206
P10	P10 - P11	17.83	182°48'57"	507749.905	2337859.460
P11	P11 - P12	21.36	177°28'15"	507746.993	2337841.871
P12	P12 - P13	23.04	176°51'26"	507744.437	2337820.666
P13	P13 - P14	21.85	176°49'21"	507742.938	2337797.673
P14	P14 - P15	30.07	176°19'30"	507742.727	2337775.827
P15	P15 - P16	27.30	175°56'19"	507744.365	2337745.802
P16	P16 - P17	29.56	175°58'30"	507747.779	2337718.714
P17	P17 - P18	32.25	175°37'29"	507753.524	2337689.720
P18	P18 - P19	31.08	175°30'60"	507762.188	2337658.658
P19	P19 - P20	44.66	174°38'14"	507772.854	2337629.461
P20	P20 - P21	41.34	183°57'14"	507792.031	2337589.130
P21	P21 - P22	33.52	186°34'57"	507807.166	2337550.660
P22	P22 - P23	33.42	185°53'6"	507815.783	2337518.262
P23	P23 - P24	34.53	185°58'24"	507821.016	2337485.258
P24	P24 - P25	34.63	186°4'48"	507822.844	2337450.777
P25	P25 - P26	41.69	182°58'27"	507821.005	2337416.197
P26	P26 - P27	46.25	177°32'40"	507816.635	2337374.741
P27	P27 - P28	16.28	173°49'53"	507813.760	2337328.580
P28	P28 - P1	16.28	177°37'0"	507814.501	2337312.316

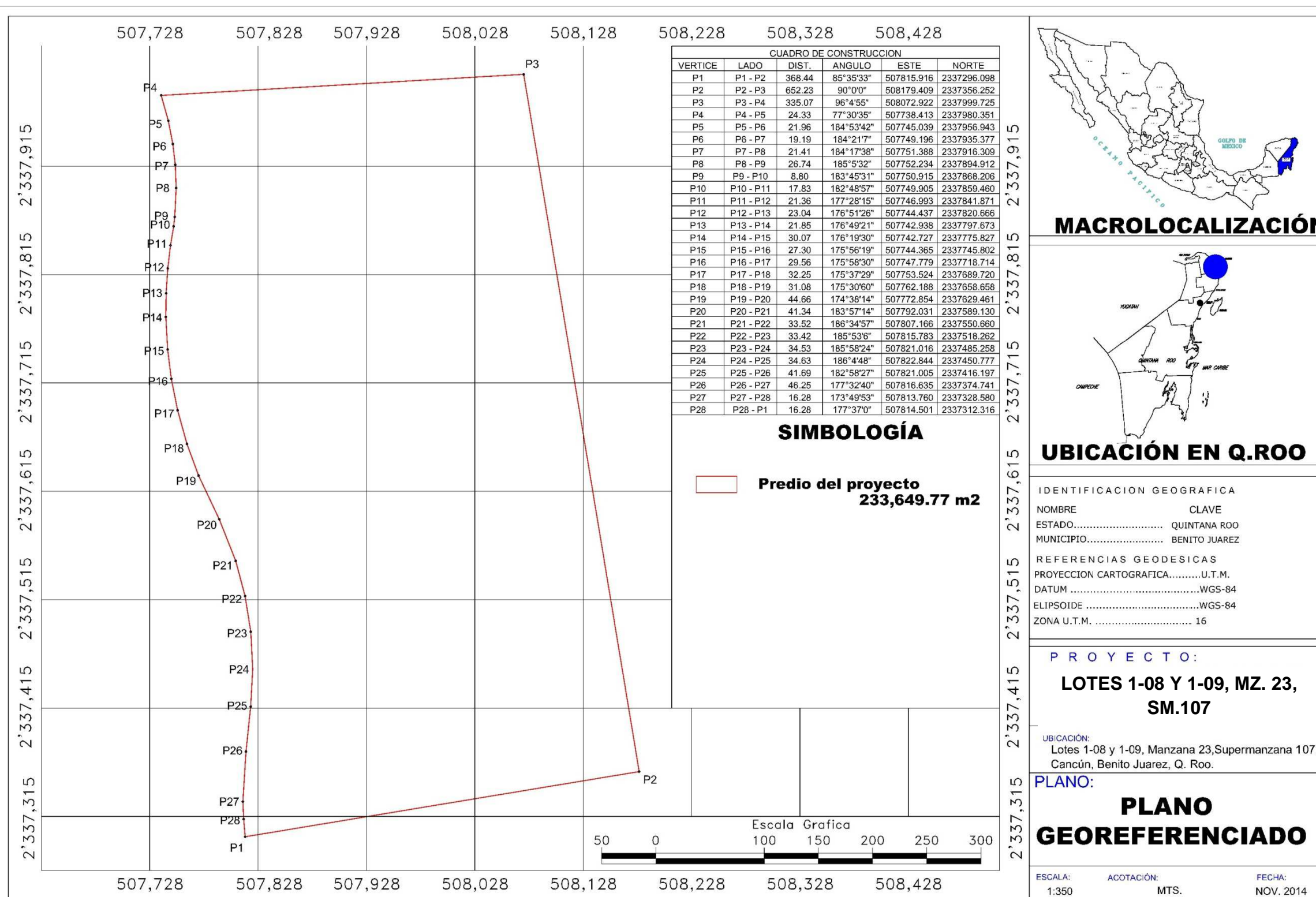


Figura 6. Plano Georeferenciado del Predio del proyecto

### 3.3 Dimensiones del proyecto enfocado al cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

La superficie total del predio donde se realizara el proyecto corresponde a 233,649.77 m<sup>2</sup> equivalentes a 23.365 ha, de las cuales para la instalación del proyecto se requiere una superficie total de **17.762 ha, equivalentes al 76% del predio que se solicitan para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestal**, esta superficie se desglosa y describe en el cuadro siguiente.

Este proyecto se ajusta a lo dispuesto en el POEL y PDU DE LA ZONA. (Ver capítulo XIV).

<b>Tabla 5. DIMENSIONES DEL PROYECTO ENFOCADAS AL CAMBIO DE USO DE SUELO.</b>				
Clasificación	Tipo de vegetación afectada	Uso	Sup. Has	%
Superficie solicitada para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales	Acahual derivado de selva baja subperennifolia	Habitacionales	5.039	21.6
		Áreas verdes jardinadas	2.863	12.3
		Comercial	0.421	1.8
		Vialidades, banquetas	5.643	24.2
		Estacionamientos con adopasto	3.796	16.2
<b>SUBTOTAL DE LA SUPERFICIE SOLICITADA PARA EL CUSTF</b>			<b>17.762</b>	<b>76.0</b>
Superficie NO incluida en el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales	Acahual derivado de selva baja subperennifolia	Áreas de conservación	5.603	24.0
<b>TOTAL DE LA SUPERFICIE DEL PREDIO</b>			<b>23.365</b>	<b>100.0</b>

En la siguiente figura se muestra el área sujeta al Cambio de Uso de Suelo y las de conservación dentro del Predio.

Estas 17.762 has solicitadas para el Cambio de Uso de Suelo se encuentran delimitados por las coordenadas UTM, con datum: WGS84, Zona 16 N, de los dos polígonos que conforman dicha superficie, que se presentan a continuación impresas y en un archivo de Excel dentro del CD con la versión electrónica del documento.

<b>Tabla 6. Cuadro de Coordenadas Polígono No. 1. "LOTES 1-08 Y 1-09, MZ. 23, SM.107"</b>		
Vert.	UTM, Datum: WGS-84	
	X	Y
1	508044.830	2337334.002
2	508042.220	2337349.788
3	508042.493	2337349.833
4	508033.359	2337405.083
5	508033.086	2337405.038
6	508027.866	2337436.610
7	508028.140	2337436.655
8	508019.005	2337491.905
9	508013.786	2337523.476
10	508004.652	2337578.726
11	507999.432	2337610.298
12	507990.298	2337665.548
13	507987.688	2337681.333
14	507999.780	2337683.332
15	507992.827	2337725.385
16	507908.516	2337711.447
17	507890.364	2337821.240
18	507923.445	2337826.709
19	507900.417	2337965.996
20	507933.744	2337971.506
21	507931.135	2337987.291
22	507911.402	2337984.029
23	507910.444	2337986.635
24	507908.600	2337988.586
25	507907.282	2337989.313
26	507904.679	2337989.832
27	507863.599	2337983.129
28	507862.862	2337987.593
29	507832.742	2337985.853
30	507833.688	2337980.133
31	507813.335	2337976.768
32	507812.112	2337984.167
33	507807.181	2337983.352
34	507807.035	2337984.240
35	507783.375	2337980.329

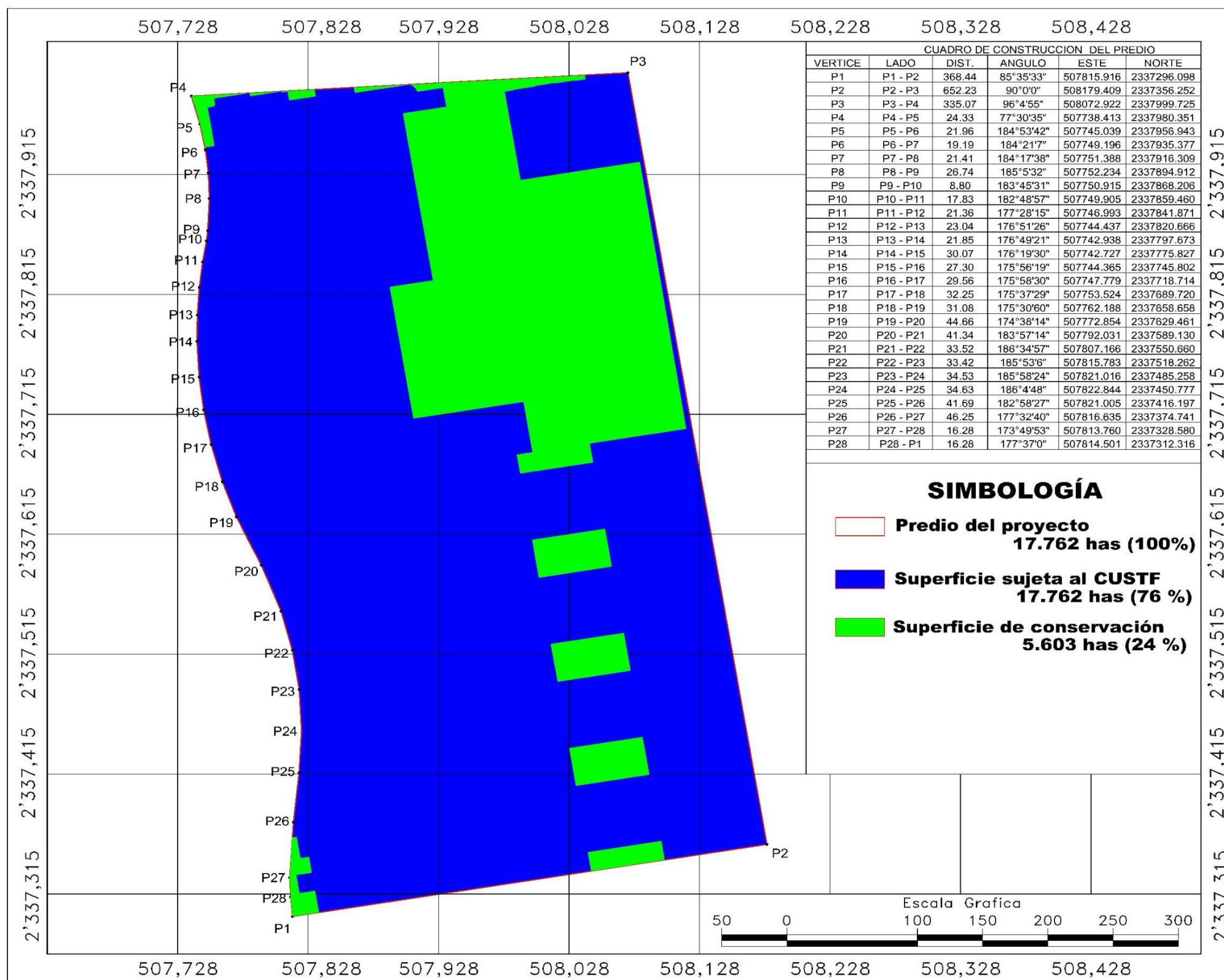


<b>Tabla 6. Cuadro de Coordenadas Polígono No. 1. "LOTES 1-08 Y 1-09, MZ. 23, SM.107"</b>		
Vert.	UTM, Datum: WGS-84	
	X	Y
36	507782.950	2337982.894
37	507755.816	2337978.408
38	507756.632	2337973.475
39	507756.141	2337973.080
40	507755.813	2337972.472
41	507755.768	2337971.732
42	507750.850	2337970.836
43	507756.151	2337938.771
44	507748.855	2337937.565
45	507750.168	2337928.275
46	507751.187	2337918.617
47	507751.942	2337907.218
48	507752.218	2337895.006
49	507751.873	2337881.341
50	507750.804	2337867.361
51	507749.131	2337854.222
52	507746.968	2337841.923
53	507746.049	2337835.319
54	507745.324	2337829.446
55	507744.452	2337821.177
56	507744.040	2337816.571
57	507743.486	2337809.118
58	507743.143	2337803.175
59	507742.894	2337797.398
60	507742.637	2337780.822
61	507742.882	2337768.602
62	507743.965	2337750.011
63	507745.941	2337731.178
64	507747.910	2337717.683
65	507750.743	2337702.210
66	507754.191	2337686.791
67	507758.184	2337671.710
68	507766.958	2337644.627
69	507777.122	2337619.335
70	507786.478	2337599.606

<b>Tabla 6. Cuadro de Coordenadas Polígono No. 1. "LOTES 1-08 Y 1-09, MZ. 23, SM.107"</b>		
Vert.	UTM, Datum: WGS-84	
	X	Y
71	507791.966	2337589.174
72	507794.112	2337584.497
73	507796.510	2337579.028
74	507802.374	2337564.335
75	507806.345	2337553.004
76	507811.945	2337534.133
77	507815.244	2337520.457
78	507819.234	2337498.668
79	507821.233	2337482.357
80	507822.304	2337468.053
81	507822.746	2337453.580
82	507822.561	2337439.561
83	507820.735	2337414.607
84	507819.392	2337404.142
85	507818.784	2337398.533
86	507818.369	2337394.535
87	507818.149	2337392.360
88	507816.909	2337379.138
89	507815.987	2337367.970
90	507815.544	2337362.033
91	507819.059	2337362.614
92	507821.236	2337349.448
93	507821.995	2337344.855
94	507828.520	2337345.934
95	507830.718	2337332.640
96	507818.750	2337330.661
97	507821.223	2337315.704
98	507833.191	2337317.683
99	507836.210	2337299.512
1	508044.830	2337334.002

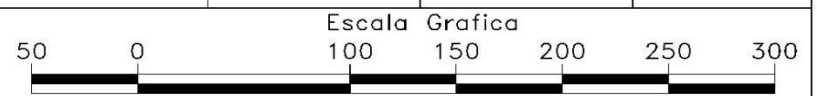
<b>Tabla 7. Cuadro de Coordenadas Polígono No. 2. "LOTES 1-08 Y 1-09, MZ. 23, SM.107"</b>	
Vert.	UTM, Datum: WGS-84

	X	Y
1	508121.882	2337703.58
2	508072.922	2337999.73
3	508039.925	2337997.82
4	508040.496	2337994.36
5	508032.302	2337993.09
6	508032.233	2337993.5
7	508017.276	2337991.03
8	508017.214	2337991.4
9	508001.429	2337988.79
10	508001.491	2337988.42
11	507985.646	2337985.8
12	507985.722	2337985.34
13	507978.52	2337984.15
14	507990.717	2337910.45
15	508082.152	2337925.59
16	508117.638	2337702.91
17	508043.716	2337690.62
18	508046.33	2337674.81
19	507990.298	2337665.55
20	507999.432	2337610.3
21	508055.464	2337619.56
22	508060.683	2337587.99
23	508004.652	2337578.73
24	508013.786	2337523.48
25	508069.818	2337532.74
26	508075.037	2337501.17
27	508019.005	2337491.9
28	508028.14	2337436.65
29	508084.172	2337445.92
30	508089.391	2337414.35
31	508033.359	2337405.08
32	508042.493	2337349.83
33	508098.525	2337359.1
34	508101.135	2337343.31
35	508179.307	2337356.23
1	508121.882	2337703.58



**SIMBOLOGÍA**

- Predio del proyecto  
17.762 has (100%)
- Superficie sujeta al CUSTF  
17.762 has (76 %)
- Superficie de conservación  
5.603 has (24 %)



IDENTIFICACION GEOGRAFICA

NOMBRE: ..... CLAVE: .....

ESTADO..... QUINTANA ROO

MUNICIPIO..... BENITO JUAREZ

REFERENCIAS GEODESICAS

PROYECCION CARTOGRAFICA.....U.T.M.

DATUM .....WGS-84

ELIPSOIDE .....WGS-84

ZONA U.T.M. .... 16

**PROYECTO:**  
**LOTES 1-08 Y 1-09, MZ. 23,  
SM.107**

UBICACIÓN:  
Lotes 1-08 y 1-09, Manzana 23, Supermanzana 107,  
Cancún, Benito Juárez, Q. Roo.

**PLANO:**  
**PLANO  
DE SUPERFICIES  
SUJETAS AL CUSTF**

ESCALA: 1:350      ACOTACIÓN: MTS.      FECHA: NOV. 2014

Figura 7. Plano de Superficies sujetas al Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales

### 3.4 Ubicación del Predio Respecto de las Áreas Naturales Protegidas

Como se puede apreciar en la imagen siguiente el Predio donde se pretende instalar el proyecto no se encuentra dentro de ningún Área Natural Protegida. Conforme a la siguiente figura:

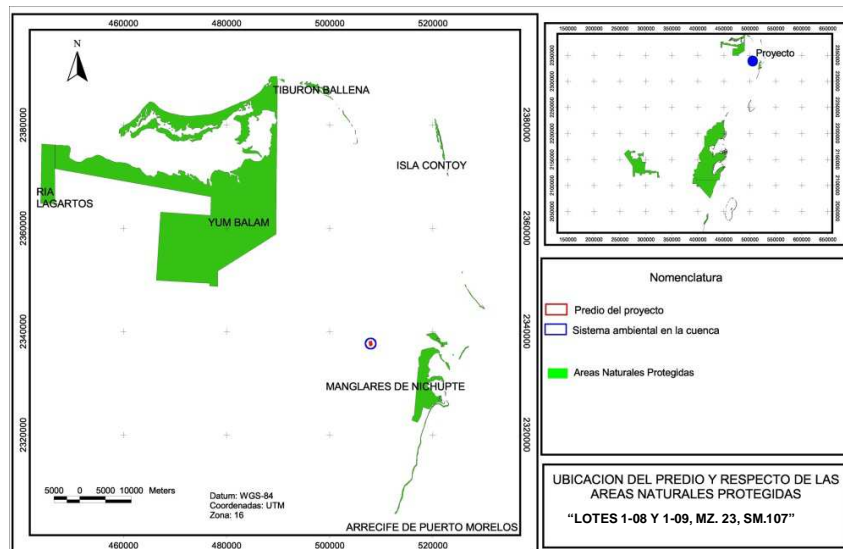


Figura 8. Localización del predio respecto de las ANP

### 3.5 Ubicación del Predio con referencia a Regiones terrestres prioritarias (CONABIO 2007).

El Predio no se encuentra dentro de ninguna Región Terrestre Prioritaria, como se puede apreciar en la siguiente figura..

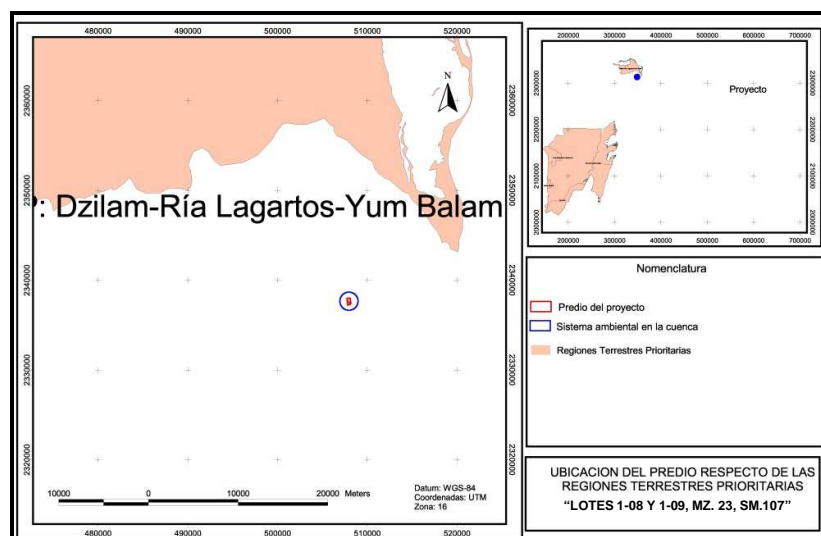


Figura 9. Localización del predio respecto de las RTP

### 3.6 Ubicación del Predio con referencia a Regiones Hidrológicas Prioritarias (CONABIO, 2008)

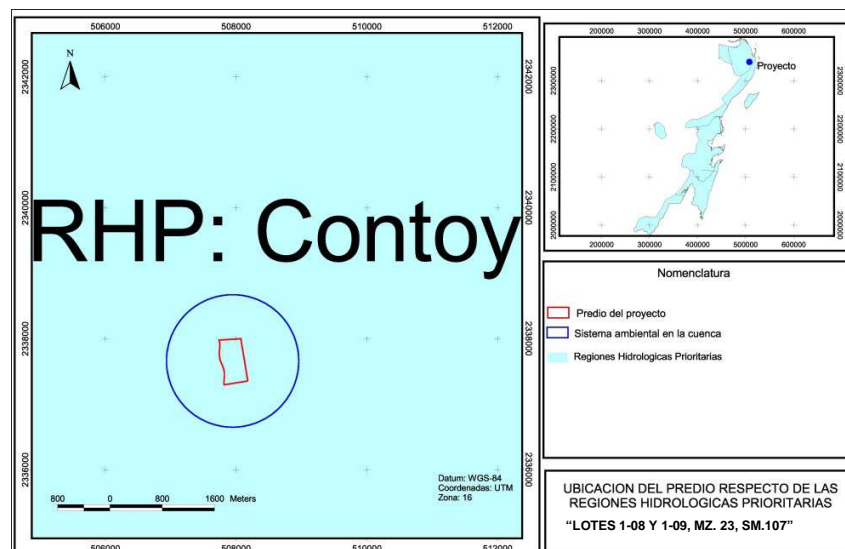


Figura 10. Localización del predio respecto de las RHP

Con referencia a la Región Hidrológica Prioritaria el predio se ubica en la 103, misma que ha sido denominada como "Contoy" y que se ubica entre las coordenadas geográficas de los 21° 48' 00" y 20° 53' 24" de Latitud Norte y los 87° 21' 00" y 86° 47' 24" Longitud Oeste (Ver figura 3.6). Se reconoce que el proyecto se ubica hacia su porción centro-oeste. Esta unidad alcanza una extensión de 2,785.2 km<sup>2</sup>.

Además, dentro de esta zona se ubican algunos cuerpos de agua de tipo lénticos de gran importancia como son: la Laguna Yalahau y la laguna Chacmucuc. Así como algunas lagunas costeras, ciénagas. Además se reconoce la importancia de las aguas subterráneas

De manera adicional, se considera a esta zona como la reserva del acuífero más importante del noreste de la península de Yucatán. Por lo que el agua subterránea forma todo un sistema de estructuras tipificadas por los cenotes y las cavernas. Se manifiestan extensas sabanas inundables propiciadas por el escurrimiento y la captación de agua de lluvia. No obstante, se debe reconocer que aunque se les asigna gran importancia, en realidad se carece de indicadores de calidad de agua.

Con referencia al Proyecto **LOTES 1-08 Y 1-09, MZ. 23, SM.107**, se puede referir que el proyecto no afectará los flujos hidrológicos propios de la Unidad 103, Contoy, ya que éste se habrá de ubicar en el área de influencia lejana de los

cuerpos lagunares arriba referidos, lo que refiere unos 42 Km al sur de la laguna Yalahau y a 8 Km al oeste de la laguna Chacmucuc.

Asimismo y dada la distancia, se considera poco probable que se pudiere enviar contaminantes hacia estos cuerpos de agua. Además no existe una comunicación directa hacia éstos ya que en la zona se carece de ríos y escurrimientos superficiales de agua.

Por otra parte, se debe referir que dentro de esta Unidad se ubica la gran mayoría de las Zonas de Captación que proporcionan el suministro de agua a la zona urbana de la ciudad de Cancún e Isla Mujeres; lo que refiere una población asentada de cerca de 800,000 habitantes. Por lo antes expuesto el recurso de mejor calidad se extrae desde los alrededores de la zona urbana de Cancún, lo que alcanzó un volumen de 2,028 l/s tan solo para el 2006 (Figura 11).

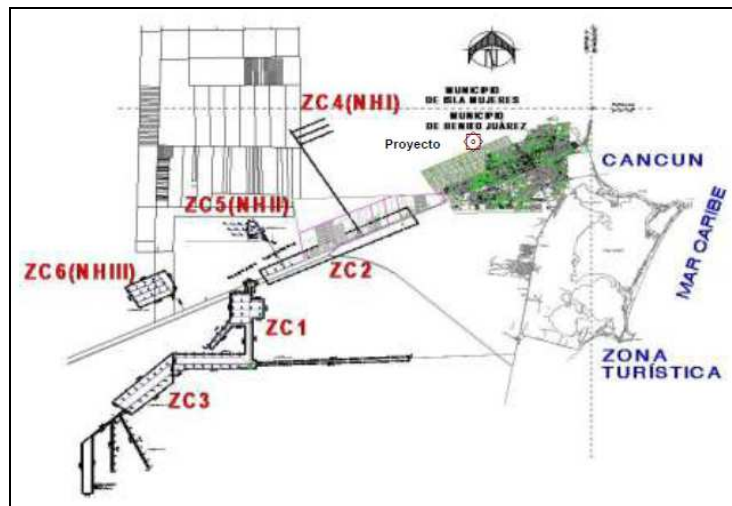


Figura 11. Ubicación del proyecto en relación con las Zonas de Captación de Agua para el abasto de la ciudad de Cancún.

En este sentido y de manera precisa, el proyecto se ubicará a una distancia de 9 Km al sureste de la Zona de Captación Nuevos Horizontes I, en la cual se obtiene un gasto de 270 lt/seg. Además y de acuerdo con los datos de la CAPA mantiene un régimen de subexplotación de recurso, por lo que existen planes para su ampliación y de esta forma se podrá dotar de un mayor volumen de agua hacia la zona urbana de Cancún. De acuerdo con lo anterior, el proyecto no establecerá pozos de extracción que incrementen los volúmenes de extracción y que pudieran alterar los flujos hidrológicos de la región.

De manera adicional, el proyecto tiene contemplada la construcción de un drenaje sanitario que enviará los efluentes hacia la Planta de Tratamiento del Municipio. Por lo que se dispondrá de manera adecuada los contaminantes que se habrán de generar en los inmuebles de interés y que pudieran afectar el agua superficial y subterránea de la región.

Por otra parte, se considera que el proyecto no afectará de manera dolosa los flujos que sostienen el sistema de la Región Hidrológica Prioritaria Contoy, misma que cuenta con una superficie de 2,785.2 Km<sup>2</sup>. Lo anterior, debido que el proyecto tan solo contempla el aprovechamiento de un 0.177 Km<sup>2</sup> (0.006% de la superficie total). Asimismo, se debe citar que el área que se solicita se encuentra anexa a la ciudad de Cancún, mientras que el resto de la superficie del Área Hidrológica Prioritaria Contoy corresponde prácticamente con ecosistemas naturales de selva baja, selva mediana, sabana y humedales con manglar. Así como dunas costeras, en donde existen las condiciones naturales para la libre recarga del acuífero.

### 3.7 Ubicación del Predio con referencia a Áreas de Importancia para Conservación de las Aves (AICAs). (CONABIO, 2008)

El proyecto no se ubica dentro de las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves, lo cual se puede apreciar en la imagen 3.8.

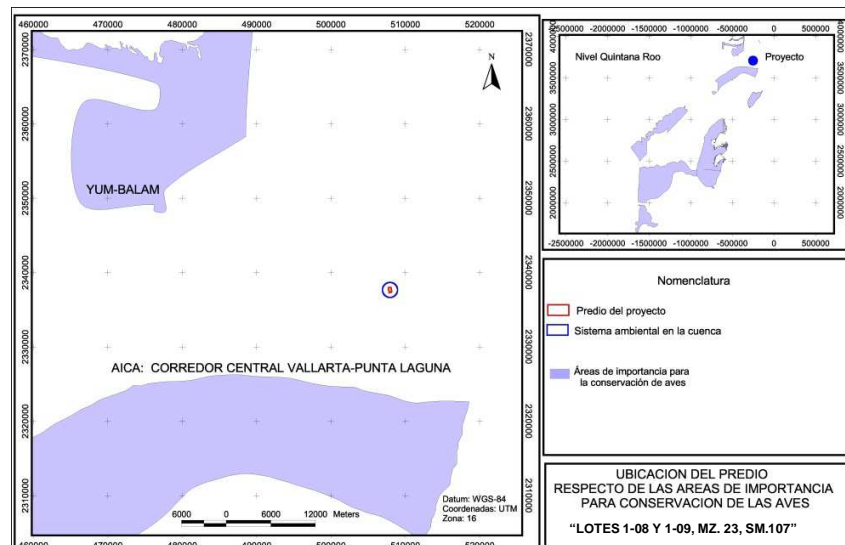


Figura 12. Localización del predio respecto de las AICAs



# CAPÍTULO

# 4

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

##### 4.1. Descripción de los elementos físicos de la cuenca hidrológico- forestal en donde se ubica el predio.

El Estado de Quintana Roo comprende dos Regiones Hidrológicas, la Yucatán Norte y Yucatán Este (*Figura 2.1*). La primera, como su nombre lo infiere, se ubica hacia la porción del extremo norte del territorio estatal, ahí se encuentran la Cuenca *Quintana Roo* con aproximadamente la tercera parte de la superficie estatal y los cuerpos de agua L. Nichupté, L. Chakmochuk y L. Conil; también en esta Región se localiza la Cuenca *Yucatán* en pequeñas porciones del Estado.

A la segunda Región denominada Yucatán Este, le corresponden también en Quintana Roo dos Cuencas que ocupan poco menos de 70% de la entidad; llamadas *Bahía de Chetumal* y otras donde se aprecian las corrientes superficiales Hondo, Azul, Escondido y Ucum, además de los cuerpos de agua L. Bacalar, L. San Felipe, L. Mosquitero, L. Chile Verde, L. Nohbec y L. La Virtud; mientras que en la Cuenca *Cuencas Cerradas* se tienen únicamente cuerpos de agua y son: L. Chunyaxché, L. Chinchancanab, L. Campechen, L. Boca Paila, L. Paytoro, L. Ocom y L. Esmeralda. (*INEGI, 2011*)

Por lo tanto con base en la carta hidrológicas del INEGI, el predio se ubica dentro de la cuenca denominada “Quintana Roo”, lo cual se pudo apreciar en la figura 2.1.

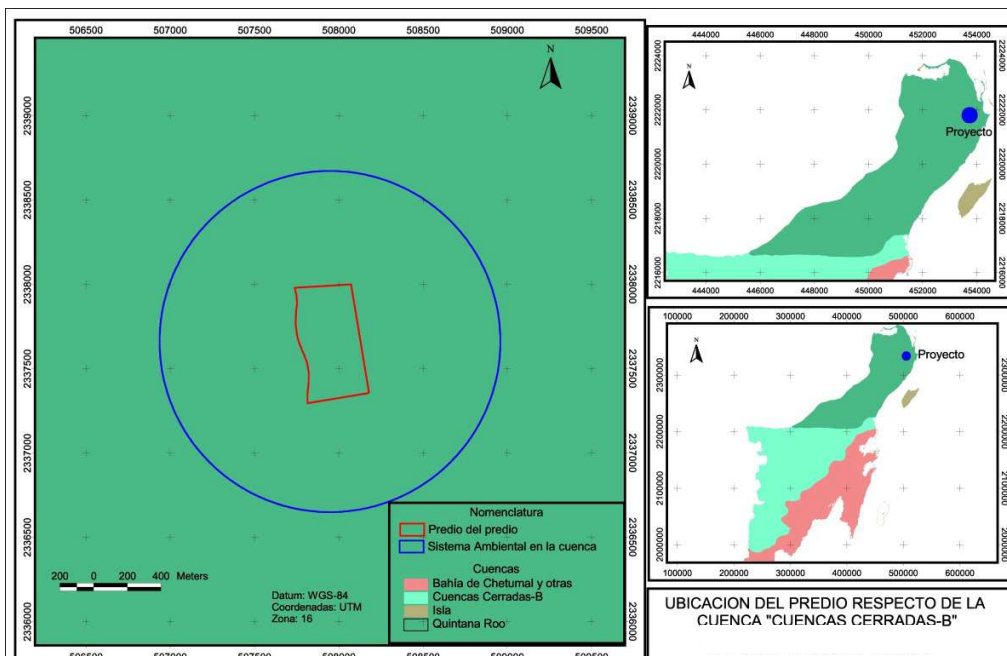


Figura 13. Ubicación del Predio respecto de la cuenca.

#### 4.1.1. Clima.

De acuerdo con la carta de unidades climáticas (escala 1:1000000, INEGI), la Cuenca Quintana Roo se ubica en una zona que presenta un clima cálido subhúmedo, con cuatro subtipos climáticos: Aw0 (x'); Aw1 (x'); Aw2 (X'); y Aw1 (ver plano de la página siguiente), los cuales se describen a continuación:

- Aw0 (x'). Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.
- Aw1. de humedad intermedia entre los cálidos subhúmedos. Manifiesta una temperatura media anual de 25.5 °C, con diferencias de la temperatura media mensual entre el mes más caliente y el más frío, de 5 °C y 7 °C, que lo ubica entre isotermal o con poca variabilidad. Por otro lado la precipitación promedio anual es de 1 224.7 mm.
- Aw1 (x'). Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano mayores al 10.2% anual.
- Aw2 (x'). Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura 84% del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano mayores al 10.2% anual.

#### ***Temperaturas promedio***

La temperatura media anual en la Cuenca Quintan Roo es de 26°C, la temperatura máxima promedio es de 33°C y se presenta en los meses de abril a agosto, en tanto que la temperatura mínima promedio es de 17°C durante el mes de enero.

#### ***Precipitación promedio anual***

El régimen de lluvias es afectado por los ciclones que se generan en los centros de presión del Océano Atlántico y Mar Caribe. La Cuenca sufre la mayor incidencia ciclónica debido a su ubicación dentro de la trayectoria que sigue la mayoría de las tormentas tropicales y ciclones que se originan en el Atlántico. Con base en los registros de precipitación mensual y anual promedio en milímetros de la estación meteorológica de Puerto Morelos en el periodo 1991-2010, se tiene que los meses de menor precipitación media anual son 45.7 y 40.6 mm, respectivamente. La precipitación media anual es de 1,300 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.

### ***Vientos Dominantes***

Los vientos alisios predominan durante todo el año, con una dirección durante el primer semestre del año (enero-mayo) Este-Sureste y velocidad promedio de 3.2 m/s. Para el lapso de junio a septiembre los vientos mantienen una dirección hacia el Este, incrementando su velocidad promedio a 3.5 m/s. En los meses de noviembre y diciembre la dirección de los vientos cambia hacia el norte y presenta velocidades de 2 m/s, lo que coincide con la temporada de huracanes.

### ***Humedad Relativa.***

Las isoyetas se encuentran cercanas a los 1,500 mm y el cociente precipitación/temperatura es mayor que 55.3, estando los valores medios de humedad relativa en un rango del 80 al 90 % como consecuencia del régimen de lluvias prevaeciente. El balance de escurrimientos medio anuales de 0-20 mm mientras que el déficit por evapotranspiración para la zona es de 800 a 1,100 mm anuales.

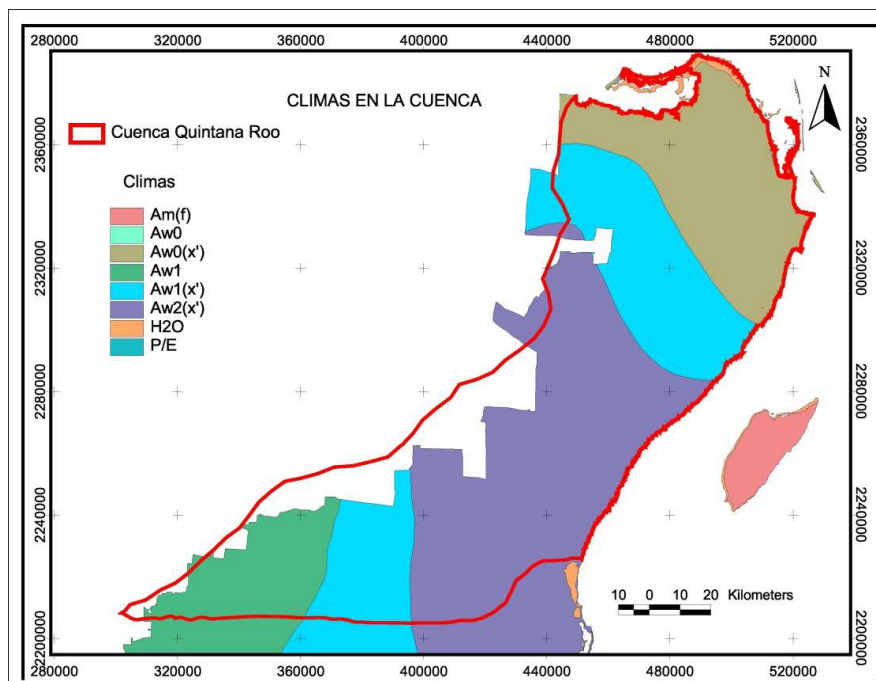


Figura 14. Climas en la cuenca.

De acuerdo a la Carta de Climas, escala 1: 1 000 000, en la cuenca se presentan 4 tipos de clima.

## **Nortes**

Estos fenómenos atmosféricos se generan anualmente, entre los meses de Junio a Noviembre (temporada de huracanes) y arrastran consigo grandes volúmenes de humedad, misma que se precipita por medio de ráfagas y fuertes precipitaciones. La formación de estas perturbaciones atmosféricas sucede en una de las dos matrices registradas en la región. La primera se localiza en el Mar Caribe, frente a las costas de Venezuela y Trinidad, cuyos fenómenos se desplazan hacia el noroeste sobre el Mar Caribe, atravesando América Central y las Antillas Menores, dirigiéndose finalmente hacia el norte hasta las costas de Florida, Estados Unidos de Norteamérica, afectando a su paso las costas del estado de Quintana Roo. La segunda, comprende desde el frente de las Antillas Menores en el Caribe oriental hasta el océano Atlántico tropical, por el área de Cabo Verde frente a las costas del continente Africano.

Los fenómenos originados aquí tienen un rumbo general hacia el oeste, cruzando entre las Islas de la Antillas de sotavento y barlovento, para encausarse hacia la Península de Yucatán, y luego continuar al Golfo de México, afectando los estados de Veracruz y Tamaulipas en México, así como Texas y Florida en los Estados Unidos de Norteamérica. Estos fenómenos naturales pueden evolucionar hasta tres etapas (depresión tropical, tormenta tropical y huracán) de acuerdo a la velocidad del viento que logren alcanzar. Para el estado de Quintana Roo, en los últimos 20 años (1991-2012) se tienen un registro del impacto de 8 huracanes, 4 tormentas tropicales y 4 depresiones tropicales, entre los huracanes que han afectado al estado podemos citar a Wilma huracán categoría 4 en Octubre del 2005 y a Dean huracán categoría 5 en Julio del 2007.

### **4.1.2. Edafología.**

Dentro de la Cuenca Quintana Roo se identificaron 13 tipos edáficos: E+l/2/L; Lc+Vp/3/L; Lc+Vp+l/3/L; I+E+Lc/2; I+E/2; I+E+Zo/2; E+Lc+l/2/L; I+Lc/2, I+Lc+E/2; Lc+l+E/3/L; I+Lc+E/3; Gv+E+l/3/L; y Zo+Rc/1/n, los cuales se muestra en el plano de la figura 3.2

Unidad Rendzina (símbolo: E), del polaco rzedzic: ruido; connotativo de suelos someros que producen ruido con el arado por su pedregosidad. Son suelos con menos de 50 cm de espesor que están encima de rocas duras ricas en cal. La capa superficial es algo gruesa, oscura y rica en materia orgánica, y nutrientes. Se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Generalmente las rendzinas son suelos arcillosos y poco profundos (por debajo de los 25 cm) pero llegan a soportar vegetación de selva alta perennifolia. Si se desmontan se

pueden usar en la ganadería con rendimientos bajos a moderados pero con gran peligro de erosión en laderas y lomas. El uso forestal de estos suelos depende de la vegetación que presenten. Son moderadamente susceptibles a la erosión y no tienen subunidades.

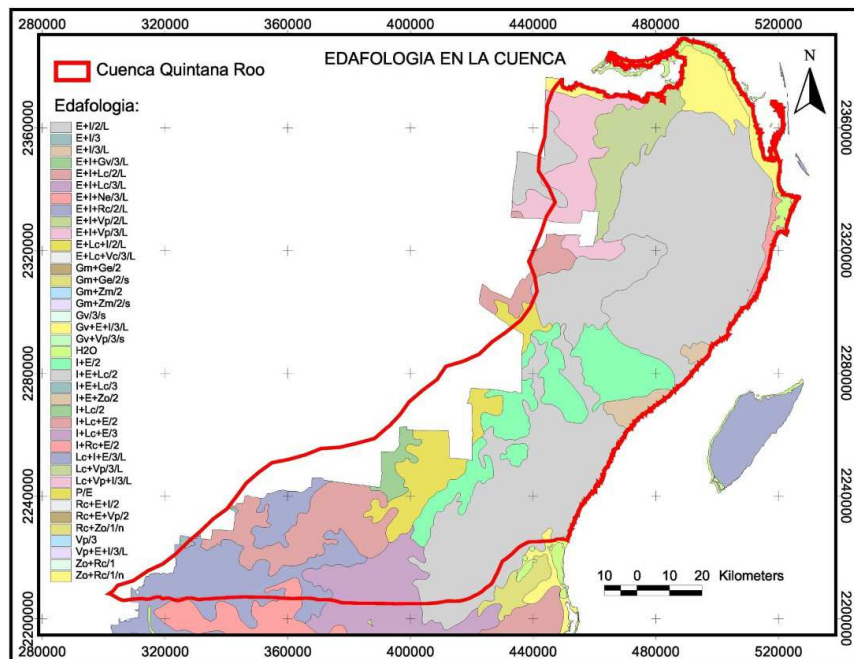


Figura 15. Tipos de suelo en la cuenca.

Unidad Leptosol (símbolo: I), del griego lithos: piedra; literalmente, suelo de piedra. Son suelos muy delgados, su espesor es menor a 10 cm, y descansa sobre un estrato duro y continuo, tal como roca, tepetate o caliche. Son los suelos más abundantes del país pues ocupan 22 de cada 100 hectáreas de suelo. Se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión es muy variable dependiendo de otros factores ambientales. El uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre. En bosques y selvas su uso es forestal; cuando hay matorrales o pastizales se puede llevar a cabo un pastoreo más o menos limitado y en algunos casos se destinan a la agricultura, en especial al cultivo de maíz o el nopal, condicionado a la presencia de suficiente agua. No tiene subunidades.

Unidad Luvisol (símbolo: L), del latín luvi, luo: lavar; literalmente, suelo con acumulación de arcilla. Son suelos con mucha arcilla acumulada en el subsuelo. La vegetación es generalmente de bosque o selva y se caracterizan por tener un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo. Son frecuentemente rojos o amarillentos, aunque también presentan tonos pardos, que no llegan a ser oscuros. Se diferencian de los Acrisoles en que son más fértiles en general. Para el caso de la cuenca se identificó la subunidad Luvisol crómico (símbolo: Lc), del

griego kromos: color. Suelos de color pardo (o rojizo, en algunas ocasiones amarillento). Son de fertilidad moderada y con alta capacidad para proporcionar nutrientes a las plantas; cuando está húmedo es de color pardo oscuro a rojo poco intenso (rojizo).

Unidad Vertisol (símbolo: V), del latín vertere, voltear; literalmente, suelo que se revuelve o que se voltea. Son suelos muy arcillosos en cualquier capa a menos de 50 cm de profundidad; en época de secas tienen grietas muy visibles a menos de 50 cm de profundidad, siempre y cuando no haya riego artificial. Estos suelos se agrietan en la superficie cuando están muy mojados. Suelos de climas templados y cálidos, especialmente de zonas con una marcada estación seca y otra lluviosa. La vegetación natural va de selvas bajas a pastizales y matorrales. Se caracterizan por su estructura masiva y su alto contenido de arcilla, la cual es expandible en húmedo formando superficies de deslizamiento llamadas facetas y que por ser colapsables en seco pueden formar grietas en la superficie o a determinada profundidad. Tienen baja susceptibilidad a la erosión y alto riesgo de salinización. Para la cuenca se identificó la subunidad Vertisol pélico (símbolo: Vp), del griego plinthos: ladrillo. Suelos con una capa de color blanco o amarillo con manchas rojas muy notables que se endurecen si quedan expuestas permanentemente al aire; se trata de un Vertisol muy oscuro.

Unidad Gleysol (símbolo: G), del ruso gley: pantano; literalmente, suelo pantanoso. Son suelos que se encuentran en zonas donde se acumula y estanca el agua la mayor parte del año dentro de los 50 cm de profundidad. Se caracterizan por presentar, en la parte donde se saturan con agua, colores grises, azulosos overdosos, que muchas veces al secarse y exponerse al aire se manchan de rojo. Son. Para la cuenca se identificó la subunidad Gleysol vértico (símbolo: Gv), del latín yerto: voltear. Son suelos que cuando están secos presentan grietas notables en alguna parte del subsuelo. Son de fertilidad moderada a alta. Se trata de un Gleysol con subsuelo ligeramente agrietado en alguna parte de la mayoría de los años.

Solonchak (símbolo: Z). Del ruso sol: sal; literalmente suelos salinos. Se presentan en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas costeras y lechos de lagos, o en las partes más bajas de los valles y llanos de las regiones secas del país. Tienen alto contenido de sales en todo o alguna parte del suelo. La vegetación típica para este tipo de suelos es el pastizal u otras plantas que toleran el exceso de sal (halófilas). Su empleo agrícola se halla limitado a cultivos resistentes a sales o donde se ha disminuido la concentración de salitre por medio del lavado del suelo. Su uso pecuario depende del tipo de pastizal pero con rendimientos bajos. Son suelos alcalinos con alto contenido de sales en alguna capa a menos de 125 cm de profundidad. Para la cuenca se identificó la subunidad Solonchak órtico (símbolo: Zo), del griego orthos: recto, derecho. Suelos que no presentan características de otras subunidades existentes en ciertos tipos de suelo. Se trata de un Solonchak con una capa superficial clara y pobre en materia orgánica, y nutrientes.

Regosoles (símbolo: R), del griego reghos: manto, cobija o capa de material suelto que cubre a la roca. Son suelos sin estructura y de textura variable, muy parecidos a la roca madre. Son suelos ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión (19.2%). Muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad. Para la cuenca se identificó la subunidad Regosol calcárico (símbolo: Rc), del latín calcareum: calcáreo. Suelos ricos en cal y nutrientes para las plantas. Se trata de un tipo de regosol con algo de cal a menos de 50 cm de profundidad.

#### **4.1.3. Geología.**

Por su parte, la Cuenca Quintana Roo se ubica dentro de una estructura geológica que corresponde a una plataforma, o sea un conjunto de capas de rocas sedimentarias, con un grosor de más de 3,500 metros que descansan sobre un basamento paleozoico. La base del paquete sedimentario es de rocas jurásicas y por encima de éstas se encuentran las de edad cretácica, mismas que constituyen la mayor parte de la estructura profunda, donde domina una formación conocida como Evaporizas Yucatán: las rocas paleogénicas se encuentran en todo el subsuelo y consisten en calizas, areniscas y evaporitas del Paleoceno y Eoceno. La constitución geológica es en su totalidad de rocas sedimentarias marinas-calizas y derivadas de éstas; las edades abarcan del Paleoceno al Cuaternario. Las calizas de la superficie se encuentran formando una coraza calcárea o reblandecida. En ambos casos se trata del intemperismo químico que las ha modificado en un grosor de varios metros. La coraza calcárea es de extrema dureza y constituye la superficie del relieve en amplios territorios; es conocida con los nombres de laja o chaltún.

Las calizas blandas tienen el nombre maya de sascab (deformación de “tierra blanca” en maya), que se considera un rasgo fisiográfico característico del relieve en la Península y representa una transición de la evolución de la roca dura original, al reblandecimiento y posteriormente se transforma en la coraza calcárea; además favorece el desarrollo de las formas cársticas subterráneas. En particular la plataforma sobre la que descansa la cuenca, presenta un sustrato geológico altamente permeable, que evita la existencia de corrientes de agua superficiales y favorece la existencia de acuíferos subterráneos tanto dinámicos como estáticos.



#### **4.1.4. Topografía:**

De acuerdo al INEGI en la cuenca la topografía es sensiblemente plana. Así para el estado de Quintana Roo las principales elevaciones se ubican en la formación del Petén y son: el cerro del Charro, el cual tiene una altura promedio de 230 msnm (18° 06' N y 88°53' W). El cerro Nuevo Bécar, con una altura promedio de 180 msnm (18° 44' N, 89° 07' W). De manera precisa, en el área del proyecto el relieve es prácticamente plano y con alturas que fluctúan entre los 12 y 10 msnm.

##### *Orientación.*

En la zona el relieve se encuentra orientado de frente al Mar Caribe, por lo que forma una barrera que se extiende a todo lo largo del litoral.

#### **4.1.5. Hidrografía:**

##### **Hidrología superficial.**

En la región hidrológica 32, Yucatán Norte, existe una carencia total de corrientes superficiales por las características particulares de alta infiltración en el terreno y el escaso relieve, así como una carencia de cuerpos de agua de gran importancia; solo pequeñas lagunas como la de Cobá, Punta Laguna, La Unión; lagunas que se forman junto al litoral como son las de Conil, Chakchomuk y Nichupté (INEGI, 2002).

Debido a la conformación del terreno dentro de la cuenca Quintana Roo, la precipitación que se presenta en la parte continental, aun cuando anualmente es superior a 1,000 mm, sólo genera escurrimientos superficiales efímeros, que son interceptados por los pozos naturales de recarga del acuífero denominados “Xuch”, por lo que no se tienen escurrimientos superficiales.

Uno de los cuerpos de agua superficiales más representativos en la cuenca Quintana Roo se refieren principalmente a afloramientos de agua subterránea alumbrados por procesos naturales de disolución de la roca caliza por efecto del agua de lluvia que se infiltra al subsuelo y erosiona, química y físicamente, la roca formando grutas y cavernas, algunas de las cuales presentan desplomes en su techo formando los denominados cenotes. Otros cuerpos de agua que se presentan son intermitentes y de origen pluvial, Akalchés, como se les denomina localmente, los cuales se forman en suaves depresiones topográficas con sedimentos finos impermeables, hacia donde fluye el agua producto de la precipitación pluvial por escurrimientos y queda atrapada por el sedimento impermeable. La permanencia y temporalidad de estos cuerpos de agua dependen de factores climáticos como la temperatura, evaporación y precipitación pluvial.

## **Hidrología subterránea**

En la cuenca Quintana Roo el 80 % de la precipitación anual que se registra se infiltra en el suelo entre las grietas de la masa rocosa de éste, el 72.2% del agua infiltrada (unos 35,000 mm<sup>3</sup>/año) es retenida por las rocas que se encuentran arriba de la superficie freática y posteriormente es extraída por la transpiración de las plantas, el otro 27.8 % constituye la recarga efectiva del acuífero, unos 13,500 mm<sup>3</sup>.

En lo referente a la dirección del flujo subterráneo, éste se da de Poniente a Oriente, aflorando en el mar. Los cambios del nivel base del flujo, generan diferentes zonas de carstificación y propician mayor desarrollo del carst en los materiales más antiguos y hacia niveles más profundos. El movimiento del agua en el subsuelo se manifiesta también en su componente horizontal en la porción superficial del acuífero, sobre todo hacia las franjas costeras, en donde la traza de la interface salina presenta un movimiento estacional de varios kilómetros. A diferencia de los acuíferos en medios granulares, en donde la “intrusión salina” es un proceso irreversible, en el caso de un medio cárstico como el que presenta la península de Yucatán, la intrusión salina es un proceso reversible, con invasiones entre 10 y 20 kilómetros tierra adentro durante el estiaje, para retornar hacia las costas durante la temporada de lluvias.

La recarga del acuífero de la Península se ha estimado en 25 316 hm<sup>3</sup> con una explotación de 1 448 hm<sup>3</sup>/ año. Lo anterior representa un grado de presión de apenas el 6% por lo que se considera dentro de la categoría escasa. Sin embargo en los últimos años ha aumentado el uso de agua subterránea en un 45%. En el mismo contexto, cabe señalar que las características del agua de la región geohidrológica donde se ubica el proyecto (costas bajas), corresponde a agua de buena calidad, los sólidos totales rebasan los 4,000 ppm, con predominancia de aguas cálcicas, magnésicas-bicarbonatadas y sódico-cloruradas. Tiene una explotación de 6.04 Mm<sup>3</sup>/año, de los cuales más del 10% son captados para uso agrícola, 51.9 Mm<sup>3</sup>/año son para uso potable y solamente 0.004 Mm<sup>3</sup>/año son usados para uso industrial.

## **4.2 Descripción de los elementos bióticos de la cuenca.**

### **4.2.1 Uso de suelo y vegetación.**

La mayoría de las selvas en la Cuenca Quintana Roo son del tipo mediano subperennifolio, con árboles que pierden de 25% a 50% de sus hojas durante la estación seca del año. Entre otras cualidades, estas selvas presentan una elevada resiliencia, pues son capaces de restablecerse a pesar de las perturbaciones que continuamente las han afectado y las afectan, sobre todo los huracanes. A continuación se describen de manera general los diez tipos de vegetación

reportados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en su Guía para la Interpretación de Cartografía Uso de Suelo y Vegetación Escala 1:250,000 Serie V, respecto a la Cuenca Quintana Roo, donde se ubica el terreno forestal de interés, así como el plano tomado como base.

**Selva Alta Subperennifolia (SAQ).** Se presenta en regiones climáticas cálidohúmedas, con precipitaciones de 1 100 a 1 300 mm anuales, con una época de sequía bien marcada que puede durar de tres a cuatro o incluso cinco meses.

Las temperaturas son muy semejantes a las de la Selva Alta Perennifolia, aunque llegan a presentar oscilaciones de 6 a 8 oC, entre el mes más frío y el más cálido. Rango altitudinal: aproximadamente entre 200 y 900 msnm.

Especies importantes: *Swietenia macrophylla* (caoba), *Manilkara zapata* (ya',zapote, chicozapote), *Bucida buceras* (pukte'), *Brasimum alicastrum* (ox, ramón), *Bursera simaruba* (chaka', palo mulato), *Pimenta dioica* (pimienta), *Cedrela odorata* (cedro rojo), *Terminalia amazonia* (kanxa'an), *Zuelania guidonia*, *Carpodiptera ameliae*, *Tabebuia rosea*, *Alseis yucatanensis*, *Aspidosperma megalocarpon*, *A. cruentum*, *Coccoloba barbadensis*, *C. spicata* (boop), *Swartzia cubensis* (katalox), *Thouinia paucidentata* (k'anchunup), *Oendropanax arboreus*, *Sideroxylon capiri* (tempisque), *Aphananthe monoica*, *Hernandia sonora* (palo de campana), *Alchornea latifolia*, *Cupania* spp., *Guarea glabra* (hoja blanca), *Sapranthus humilis*, *Trichilia havanensis*, *Vitex gaumeri*, *Astronium graveolens*, *Smira rhodoclada*, *Sterculia apetala*, *S. mexicana*, *Vatairea lundellii*, *Chrysophyllum mexicanum* (caimito), *Myroxylon balsamum*, *Cryosophila stauracantha* (wano kum), *Robinsonella mirandae*, *Exothea diphylla* (wayam cox), *Maclura tinctoria*, *Pseudobombax ellipticum* (amapola), *Sabal mauritiiformis* (batán), *Metopium brownei*(boxchechem), *Talisia olivaeformis* (waya), *Thrinax parviflora* (chit), *Caesalpinia gaumeri*, *Pouteria sapota* (chakalja'as), *Zuelania guidonia* (tamay), *Cedrela odorata* (k'uche'), *Lonchocarpus castilloi* (machiche'), *Trichilia minutiflora* (morgao colorado), *Protium copal* (copal o pom), *Lysiloma bahamense*, *Pouteria campechiana*, *Thrinax radiata* (ch'it), *Calophyllum brasiliense*, *Poulsenia armata*, *Acosmium panamense*, *Cryosophylla argentea*.

**Selva Mediana Subperennifolia (SMQ).** Se desarrolla en climas cálidohúmedos y subhúmedos, Aw para las porciones más secas, Am para las más húmedas y Cw en menor proporción. Con temperaturas típicas entre 20 y 28 grados centígrados. La precipitación total anual es del orden de 1000 a 1 600 mm. Se le puede localizar entre los 0 a 1300 metros sobre el nivel medio del mar. Ocupa lugares de moderada pendiente, con drenaje superficial más rápido o bien en regiones planas pero ligeramente más secas y con drenaje rápido, como en la Península de Yucatán. El material geológico que sustenta a esta comunidad vegetal son predominantemente rocas cársticas. Sus árboles de esta comunidad, al igual que los de la selva alta perennifolia, tienen contrafuertes y por lo general poseen muchas epífitas y lianas. Los árboles tienen una altura media de 25 a 35 m,

alcanzando un diámetro a la altura del pecho menor que los de la selva alta perennifolia aún cuando se trata de las mismas especies. Es posible que esto se deba al tipo de suelo y a la profundidad. En este tipo de selva, se distinguen tres estratos arbóreos, de 4 a 12 m, de 12 a 22 m y de 22 a 35 m. Formando parte de los estratos (especialmente del bajo y del medio) se encuentran las palmas.

Especies importantes: *Lysiloma latisiliquum*, *Brosimum malicastrum* (ox, ramón, capomo), *Bursera simaruba* (chaka', palo mulato, jote, copal), *Manilkara zapota* (ya', zapote, chicozapote), *Lysiloma* spp. (tsalam, guaje, tepeguaje), *Vitex gaumeri* (ya'axnik), *Bucida buceras* (pukte'), *Alseis yucatanensis* Ua'asché), *Carpodiptera floribunda*. En las riberas de los ríos se nota a *Pachira aquatica* (k'uyche'). Las epífitas más comunes son algunos helechos y musgos, abundantes orquídeas y bromeliáceas y aráceas

**Selva Baja Perennifolia (SBP).** Esta selva se desarrolla bajo la influencia de climas cálido - húmedos y subhúmedos, bajo condiciones de inundación permanente. Se le puede encontrar entre 1 400 Y 1 900 msnm. El estrato arbóreo de esta selva está constituido por individuos con altura promedio de 7 metros.

Especies importantes: *Pachira aquatica* (zapote de agua), *Annona glabra* (anona), *Chrysobalanus icaco* (icaco), *Calophyllum brasiliense* (barí), *Oreopanax xalapensis*, *Clusia salvinii*, *Myrica cerifera*, *Rapanea juergensenii*, *Alfaroa costaricensis*, *Alsophila salvinii*, *Hesdiomum mexicanum*, *Matayba oppositifolia*, *Ocotea efusa*, *Ropula montana*, *Weinmannia pinnanta*, *Ardisia* sp., *Clethra* sp., *Conostegia* sp., *Eugenia* sp., *Hediosmum* sp., *Nectandra* sp., *Rhamnus* sp., *Styrax* sp., *Matudaea trinervia*, *Clethra matudae*, *Podocarpus guatemalensis*, *Osmanthus americanus*, *Chichito olmediella*, *Betschleriana* sp. (manzana de danta), *Haematoxylon campechianum*, *Bucida buceras*, *Metopium brownei*, *Cameraria latifolia*, *Byrsonima crassifolia*, *Manilkara zapota*, *Jatropha gaumeri*, *Crhysophyllum mexicanum*, *Crescentia cujete*, *Coccoloba cozumelensis*, *Croton* sp., *Hyerbaena winzerlingii*, *Psidium sartorianum*, *Cordia dodecandra*, *Gymnopodium floribundum*, *Cassia alata*, *Acacia millenaria*, *Mimosa bahamensis*, *Bursera simaruba*, *Bucida spinosa*, *Dalbergia glabra*, *Byrsonima bucidaefolia*, *Bravaisia tubiflora*, *Erithroxylon aerolatum*, *Malpighia lundellii*, *Acoelorrhapha wrightii*, *Lysiloma latisiliquum*, *Sebastiania adenophora*, *Gymnopodium antigonoides*, *Byrsonima crassifolia* y *Coccoloba schiedana*. Abundantes gramíneas y ciperáceas tales como: *Scleria* spp. y *Eleocharis* sp. Las epífitas las constituyen *Orchidaceae* como *Encyclia alata*, *Piperaceae* como *Peperomia* sp. y bromeliáceas, así como el bejuco *Dalbergia glabra*.

**Selva Baja Subperennifolia (SBO).** Los climas en donde se desarrolla son cálido-húmedo y subhúmedo. Puede presentarse en condiciones climáticas similares a las de la selva alta perennifolia, la mediana subperennifolia, la mediana subcaducifolia y las sabanas. Se le encuentra en zonas bajas y planas, en

terrenos con drenaje deficiente, mismos que se inundan en la época de lluvias pero se secan totalmente en invierno (temporada seca). Los suelos que soportan a esta selva son relativamente profundos, con una lámina de agua más o menos somera en época de lluvias. Esta selva está caracterizada por árboles bajos (no mayores de 5 m), generalmente con los troncos muy torcidos; la densidad de los árboles puede ser bastante grande; acusan una fuerte disminución de plantas trepadoras y epífitas; el estrato herbáceo frecuentemente no existe.

Especies importantes: *Haematoxylon campechianum* (ek', tinto, palo de tinte), *Bucida buceras* (pukte'), *Metopium brownei* (chechem), *Byrsonima bucidaefolia* (sarpaj), *Pachira acuatica* (zapote bobo, kuche'), *Cameraria latifolia*, *Talisia floresii*, *Byrsonima crassifolia*, *Crescentia alata*, *C. kujete*, *Curatella americana*, *Eugenia lundellii*, *Coccoloba cozumelensis*, *Croton reflexifolius*, *Hyperbaena winzerlingii* y *Coccoloba* spp. También la constituyen ciperáceas y gramíneas. Miranda (1958) dice que el número de bejucos, algunos de ellos de gran grosor, es frecuentemente elevado, así como el de plantas epífitas. Entre las epífitas están orquídeas y bromeliáceas como *Tillandsia* sp.

**Selva Baja Caducifolia (SBC).** Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. El más común es Aw, aunque también se presenta SS y Cw. El promedio de temperaturas anuales es superior a 20 °C. Las precipitaciones anuales son de 1200 mm como máximo, teniendo como mínimo a los 600 mm con una temporada seca bien marcada, que puede durar hasta 7 u 8 meses y que es muy severa.

Desde el nivel del mar hasta unos 1700 m, rara vez hasta 1900 se le encuentra a este tipo de selva, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje. Esta selva presenta corta altura de sus componentes arbóreos (normalmente de 4 a 10m, muy eventualmente de hasta 15 m o un poco más). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vida suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros *Agave*, *Opuntia*, *Stenocereus* y *Cephalocereus*.

**Selva Baja Subcaducifolia (SBS).** En cuanto a su fisonomía, esta es muy semejante a la SBC, excepto en que los árboles dominantes conservan por más tiempo el follaje a causa de una mayor humedad edáfica. Especies importantes: *Metopium brownei* (boxchechem), *Lysiloma latisiliquum* (tsalam), *Beaucarnea ameliae* (ts'ipil), *Pseudophoenix sargentii* (kuka'), *Agave angustifolia* (ki, babki'), *Bursera simaruba* (chaka'), *Beaucarnea pliabilis*, *Nopalea gaumeri* (tsakam), *Bromelia pinguin* (ch'om), *Coccoloba* sp. (boop), *Thevetia gaumeri* (akits).

**Vegetación secundaria de las selvas.** Comunidades originadas por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original; en otros casos presenta un aspecto y composición florística diferente. Se desarrollan en zonas desmontadas para diferentes usos y en áreas agrícolas abandonadas. En la clasificación de estas comunidades se consideran las siguientes etapas sucesionales secundarias:

- ➔ **ARBÓREA (\*VSA):** se desarrolla después de transcurridos varios años del desmonte original y por lo tanto después de las etapas herbácea y arbustiva. Según la antigüedad se pueden encontrar comunidades de árboles formadas por una sola especie o varias.
- ➔ **ARBUSTIVA (\*VSA):** Fase sucesional secundaria de la vegetación con predominancia de arbustos. Puede ser sustituida o no por una fase arbórea. Con el tiempo puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original.
- ➔ **HERBÁCEA (\*VSh):** Primera fase sucesional secundaria de la vegetación, con predominancia de formas herbáceas. Puede ser sustituida o no por una fase arbustiva. Con el tiempo puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original.

**Manglar (VM).** Es una comunidad densa, dominada principalmente por un grupo de especies arbóreas cuya altura es de 3 a 5 m, pudiendo alcanzar hasta los 30 m. Una característica que presenta los mangles son sus raíces en forma de zancos, cuya adaptación le permite estar en contacto directo con el agua salobre, sin ser necesariamente plantas halófitas. Se desarrolla en zonas bajas y fangosas de las costas, en lagunas, esteros y estuarios de los ríos. La composición florística que lo forman son el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle salado (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*). El uso principal desde el punto de vista forestal es la obtención de taninos para la curtiduría, la madera para la elaboración de carbón, aperos de labranza y embalses. Una característica importante que presenta la madera de mangle es la resistencia a la putrefacción. Pero quizá el uso más importante que presenta el manglar es el albergue de muchas especies de invertebrados como los moluscos y crustáceos, destacando el camarón y el ostión cuyo valor alimenticio y económico es alto.

**Tular (VT).** Es una comunidad de plantas acuáticas, arraigadas en el fondo, constituida por monocotiledóneas de 80 cm hasta 2.5 m de alto, de hojas largas y angostas o bien carente de ellas. Su distribución es cosmopolita, se desarrollan en lagunas y lagos de agua dulce o salada y de escasa profundidad, principalmente en la zona del altiplano. Este tipo de vegetación está constituido básicamente por plantas de tule (*Typha spp.*), y tulario (*Scirpus pp.*), también es común encontrar los llamados carrizales de (*Phragmites communis*) y (*Arundonax*). Incluye los “seibadales” de *Cladium jamaicense* del sureste del país. En México es bien

conocido por la utilización de los tallos de *Typha* y *Scirpus* en la confección artesanal de petates, cestos, juguetes y diversos utensilios. Los carrizales también son de gran importancia para la elaboración estructural de juegos pirotécnicos y muchos objetos artesanales. En muchos sitios se conservan como refugios de aves para la actividad cinegética.

**Vegetación de Dunas Costeras (VU).** Comunidad vegetal que se establece a lo largo de las costas, se caracteriza por plantas pequeñas y suculentas. Las especies que la forman juegan un papel importante como pioneras y fijadoras de arena, evitando con ello que sean arrastradas por el viento y el oleaje. Algunas de la especies que se pueden encontrar son nopal (*Opuntia dillenii*), riñonina (*Ipomoea pescarpe*), alfombrilla (*Abronia maritima*), (*Croton sp.*), verdolaga (*Sesuvium portulacastrum*), etc. También se pueden encontrar algunas leñosas y gramíneas como el uvero (*Coccoloba uvifera*), pepe (*Chrysobalanos icacos*), cruceta (*Randia sp.*), espino blanco (*Acacia sp. haerocephala*), mezquite (*Prosopis juliflora*), zacate salado (*Distichlis spicata*), zacate (*Sporobolus sp.*) entre otros. La actividad principal que se desarrolla en esta comunidad es el pastoreo de ganado bovino y caprino. En algunos casos se presenta la eliminación de la vegetación de dunas para incorporar terrenos a la agricultura.

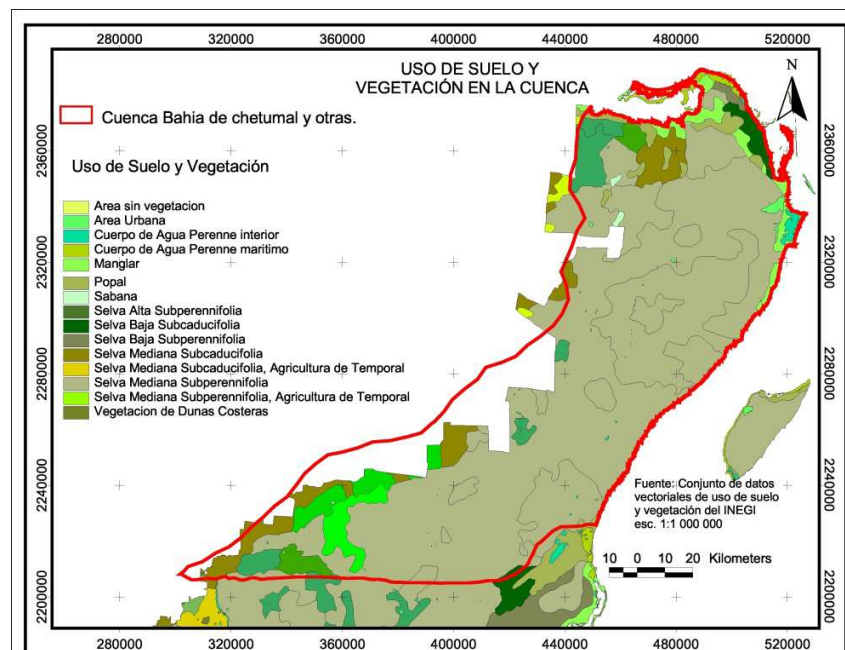


Figura 16. Ubicación la cuenca Quintana Roo dentro de la carta de Uso de Suelo y Vegetación, S. Fuente: Datos vectoriales, INEGI (escala 1:1000000).

Con base en los tipos de vegetación antes descritos, se menciona que el ecosistema que se desarrolla en el predio corresponde al conformado por la selva mediana subperennifolia, por lo cual se realizó un análisis específico de este tipo de vegetación a través de la delimitación de un sistema ambiental alrededor del predio, para poder demostrar el comportamiento de este tipo de vegetación y de las actividades que se desarrollan en la zona urbana.

#### **4.3 Análisis del ecosistema conformado por vegetación secundaria secundaria derivada de selva mediana subperennifolia de la delimitación del sistema ambiental:**

##### **4.3.1. Delimitación del área de estudio**

El sistema ambiental de 320.91 has de superficie fue delimitado tomando en cuenta que un sistema es un complejo de elementos que interactúan generalmente dentro de un espacio tridimensional que tiene límites reales o imaginarios (Valverde 2005), en donde pueden existir más de un ecosistema en donde se contendrán algunos elementos vivos (Garmendia 2005) y que es necesario definir sus límites espacio- temporales.

La delimitación del Sistema Ambiental para este proyecto parte de los límites que imponen las vialidades y obras e intervenciones humanas en el polígono estudiado las que, finalmente, definieron las Unidades de Paisaje que son notorias tanto en la imagen satelital utilizada<sup>1</sup> que se presenta a continuación, como a nivel del suelo. Así, se orientó el ejercicio para identificar y determinar las Unidades de Paisaje (UP) entendidas estas como componentes discretos y perceptibles del espacio terrestre que se estructuran en función de su composición característica o su fisonomía distintiva que la hace ser claramente diferenciables unas de otras.

Esta particularidad de las UP ofrece, además, la posibilidad de evaluar y cuantificar la oferta de recursos naturales, su condición y localización territorial ya que éstas son, entonces, porciones de un mosaico diferenciado localizadas de la superficie terrestre que establecen, entre y con ellas, límites visibles sean estos naturales o producidos por el hombre. En estos espacios los componentes naturales, bióticos y abióticos forman ensambles que se interrelacionan o no, de manera clara y evidente. Bajo el planteamiento de diferenciación mencionado se delimitó el Sistema Ambiental (SA).

La delimitación planteada se estableció a través de un buffer que engloba de una superficie homogénea, con las características y espacios que dividen el espacio que se analiza. Es un ejercicio replicable que permite la caracterización del estado

---

<sup>1</sup> IMAGEN SATELITAL ESCALA 1:500 UTILIZADA PARA LA DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL



general de aquellos elementos ambientales que forman parte del espacio en el que se inserta el proyecto tal como lo establece el Artículo 35 de la LGEEPA:

".. Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación."

Bajo este postulado el SA delimitado para la valoración de este proyecto es concordante con el requerimiento de su evaluación en materia de impacto ambiental ya que deriva en un diagnóstico del medio así como en la identificación de cualquier problemática ambiental existente en el área de influencia del proyecto. Para lo anterior y mediante la utilización del Sistema de Información Geográfica (SIG) Arc View V3.3 se llevaron a cabo análisis de la imagen satelital disponible para este fin.

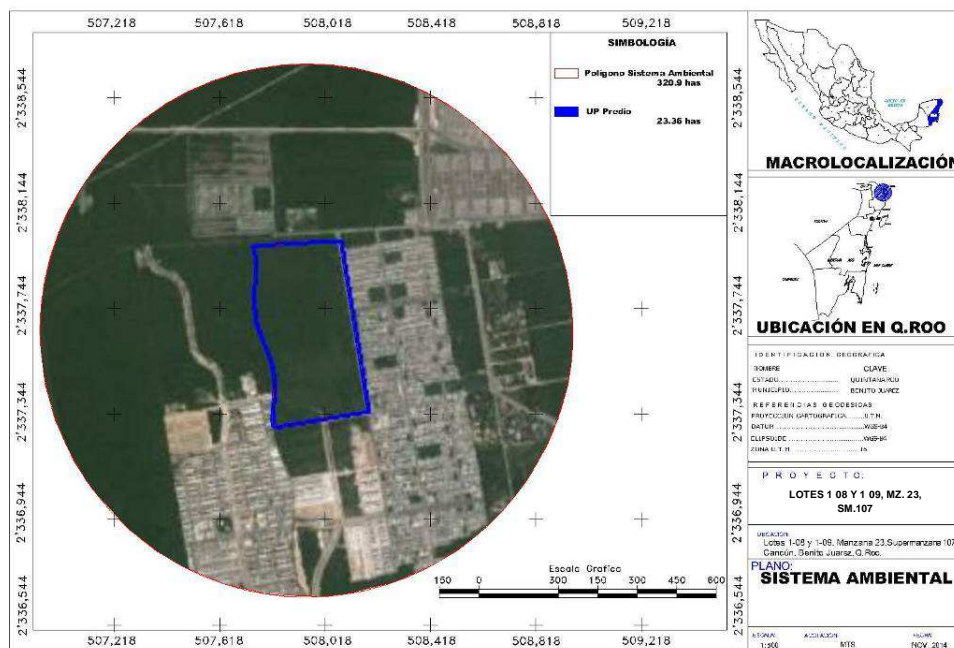


Figura 17. Imagen satelital escala 1:500

Las corroboraciones de campo fueron realizadas de manera sistemática sobre cada Unidad de Paisaje definida. A continuación se muestra, sobre un mosaico fotográfico, el Sistema Ambiental delimitado para este ejercicio.

Esta imagen permite visualizar que dentro del SA que se analiza existe un entorno ocupado por obras y actividades humanas inmersas dentro de reducidos espacios naturales. Se puede observar que el área en la que se pretende llevar a cabo el cambio de uso de suelo implica principalmente, vegetación de tipo Acahual derivado de una vegetación secundaria de Selva mediana subperennifolia,

fraccionamientos de tipo habitacional (urbano) (LFEQROO, 1992) con áreas verdes y recreativas en donde se llevan a cabo actividades de esparcimiento, además de sitios sin vegetación; y el polígono de actuación.

El espacio delimitado expresa, también, un avance de componentes y equipamiento urbano que sigue un orden. No obstante, existen espacios degradados donde se ha ejecutado un cambio de uso de suelo, posiblemente regulado, de acuerdo a las características de crecimiento y homogeneidad de las actividades realizadas en el sistema ambiental.

Para efecto del análisis del Sistema Ambiental se determinó una escala de trabajo 1:500 y la misma a nivel predial, que se estiman adecuadas ya que muestran de manera clara, los elementos presentes permitiendo su cuantificación y con ello la realización del inventario.

El análisis cuantitativo de las superficies del mapeo y que caracteriza el Sistema Ambiental en el que se pretende el proyecto expresa que en las 320.91 Has del espacio estudiado, 167.16 has son aún predominantemente naturales y que corresponden a vegetación de tipo de selva baja secundario a una selva mediana subperennifolia; 118.15 has corresponden a áreas ya urbanizadas con viviendas unifamiliares y multifamiliares; 23.36 has corresponde al predio de actuación, que será descrito a detalle por separado; y 12.24 has correspondientes a las vialidades que dan acceso a los habitantes y al transporte público en el área.

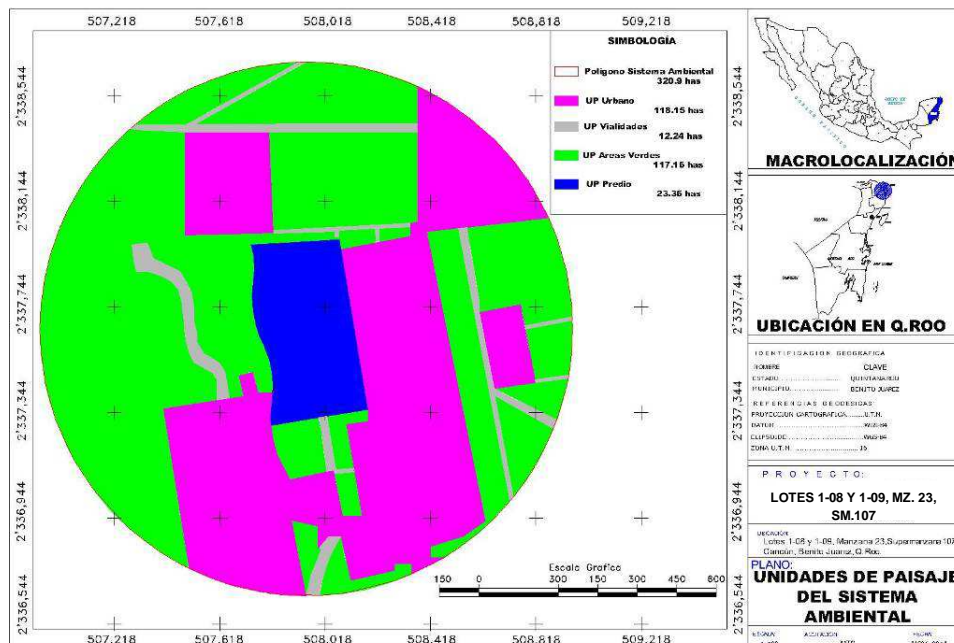


Figura 18. Unidades de paisaje discriminadas

El inventario realizado implica lo siguiente:

<b>Tabla 8.- INVENTARIO DEL SISTEMA AMBIENTAL</b>	
UNIDAD DE PAISAJE (UP)	SUPERFICIE (HA)
AREA CON VEGETACION NATURAL	167.16
ÁREA URBANA	118.15
POLIGONO DE ACTUACION	23.36
VIALIDADES	12.24
TOTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL	320.91

Las coberturas de las UP se expresan armónicamente con la siguiente gráfica:

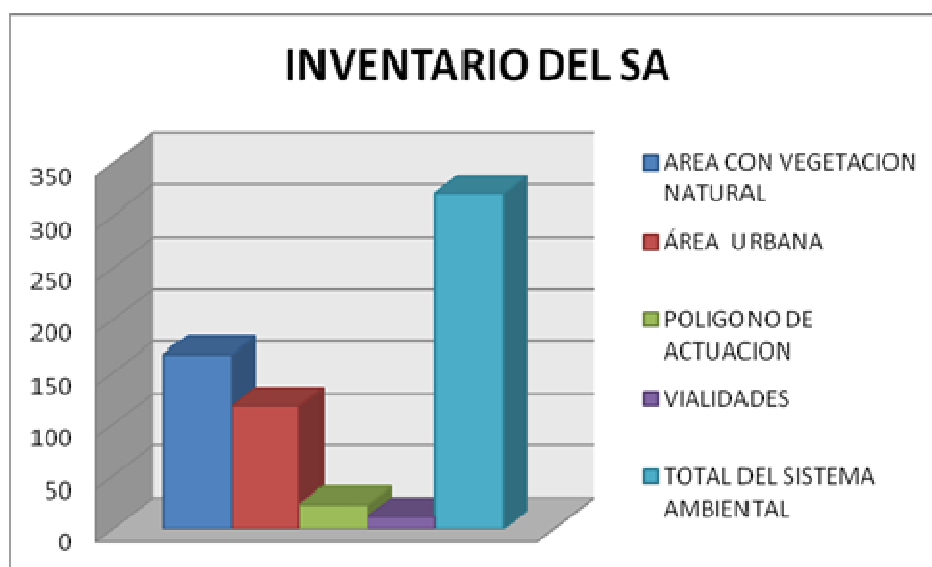


Figura 19. Ocupación en superficie de cada UP identificado dentro del SA.

La gráfica anterior permite visualizar que, en términos de cobertura geográfica, el espacio delimitado y analizado como Sistema Ambiental corresponde a un sitio que es transformado por las actividades humanas.

La comparación de espacios transformados contra sitios que aún mantienen la naturalidad se expresa en hectáreas en la siguiente gráfica:

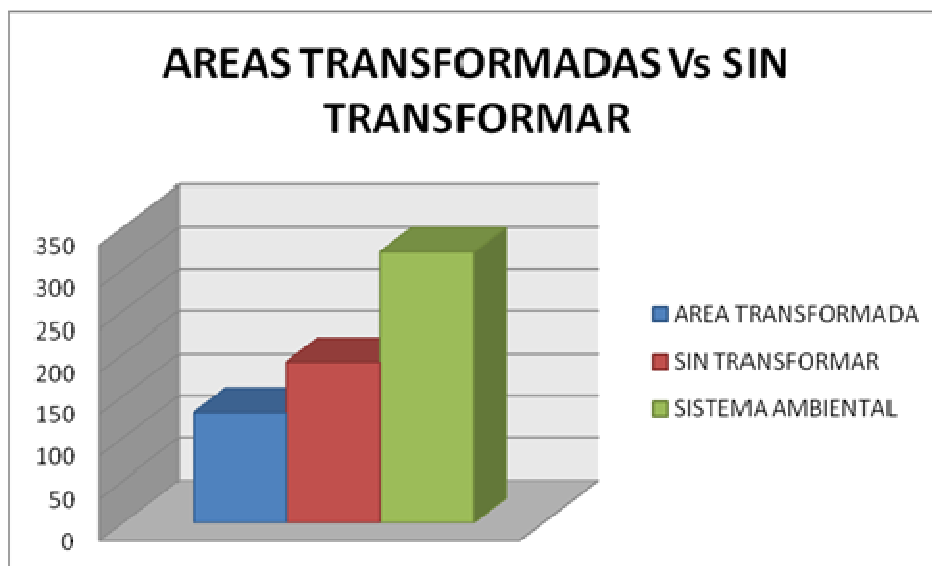


Figura 20. Nos indica el comparativo entre superficie ocupada y sin ocupar dentro del SA.

El inventario del sistema ambiental, considera cuatro Unidades de Paisaje.

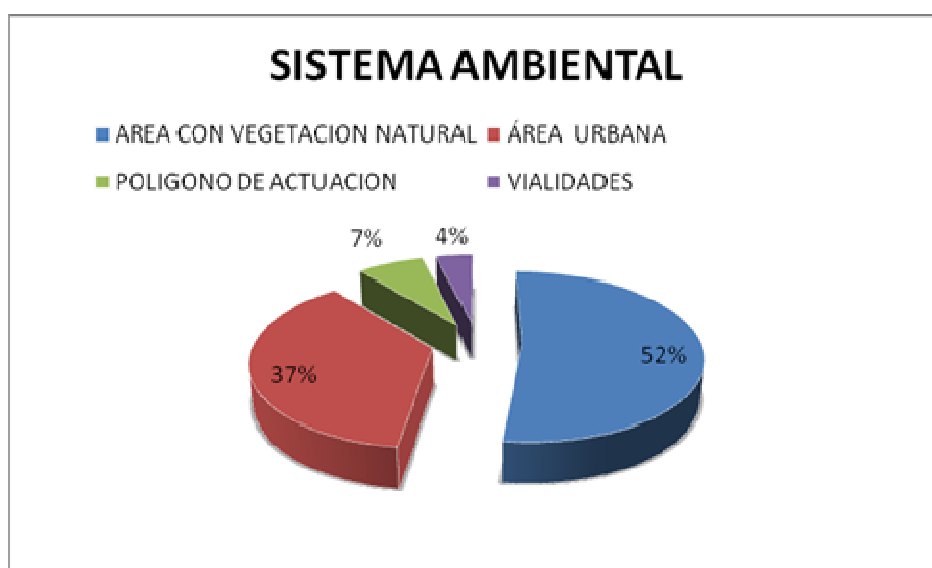


Figura 21. Porcentajes de ocupación de cada UP dentro del Sistema Ambiental

Lo anterior, en términos del inventario, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 9. PORCENTAJE DE OCUPACIÓN POR CADA UP	
UNIDAD DE PAISAJE (UP)	% DE OCUPACIÓN EN EL SA
AREA CON VEGETACION NATURAL	52
ÁREA URBANA	37
POLIGONO DE ACTUACION	7
VIALIDADES	4
TOTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL	100

El conteo expuesto indica que el predio se encuentra en un ambiente en el que predominan los elementos antropológicos, en este contexto establecido por el Sistema Ambiental, se describen las Unidades de Paisaje definidas y con las cuales el proyecto interactuará eventualmente en un espacio y tiempo.

#### **4.4. Descripción de las Unidades de Paisaje discriminadas.**

La descripción de las Unidades de Paisaje que se realiza a continuación aclarando lo siguientes puntos:

La UP con vegetación natural se describirá en este capítulo y los resultados obtenidos servirán para comprar lo obtenidos en el predio y poder demostrar en el capítulo 13 la no afectación a la biodiversidad.

La UP Área Urbano se describirá en este capítulo y servirá para demostara que el proyecto esta acorde con los uso de suelo que se desarrollan en la zona, asi como mostrar que en las colindancias del predio ya se han desarrollado proyectos habitacionales que han ocasionado la fragmentación del ecosistema dentro del predio.

La UP Poligono de Actuación se describirá en el Capítulo 5, donde se presntaran tanto sus elementos bióticos como los abióticos.

Las vialidades forman parte de los desarrollos habitacionales que se desarrollan en la zona, por lo cual se consideran como parte del área urbana.

##### **4.4.1 Unidad de Paisaje Área Urbana**



**Figura 22. Conjunto habitacional en desarrollo**

Esta UP ocupa 118.15 has del SA, lo que representa el 37% del sistema estudiado. Aquí se encuentra inmerso todos los proyectos de tipo habitacional unifamiliar y multifamiliar bajo un esquema de crecimiento regulado por un Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún 2014-2030.

## Fauna

Dentro de la fauna avistada dentro de esta UP, las aves, son el grupo más conspicuo ya que por su sistema de locomoción pueden trasladarse con facilidad de un lado a otro sin barreras físicas. Por otro lado, algunas de las especies que son observadas en las zonas ya urbanizadas están adaptadas a encontrar con mayor facilidad alimento y sitios de refugio temporales dentro de los mismos complejos habitacionales.

Tabla 10. avifauna presente en la UP Urbano			
Familia	Nombre común	Especie	Estatus
Cathartidae	aura	Cathartes aura	
Cracidae	Chachalaca	Ortalis vetula	
Icteridae	Zanate	Quiscalus mexicanus	
Icteridae	Calandria	Icterus cucullatus	
Mimidae	Cenzontle	Mimus gilvus	
Tyrannidae	Xtakay	Tyrannus melancholicus	
Strigidae	Lechuza enana	Glaucidium brasilianum	



Figura 23. Individuo de *Mimus gilvus* posado en los cables de energía eléctrica.

Ninguna de las especies enlistadas se encuentra en alguna categoría de protección.



Figura 24. Fauna domestica que deambula en la UP.

En cuanto a la mastofauna, son solo dos las especies de tipo domestico las avistadas en los alrededores de esta UP: *Canis familiaris* y *Felis silvestris catus*.

Este tipo de fauna doméstica puede representar un problema de salud pública, ya que algunos de estos son individuos ferales pueden portar enfermedades zoonoticas para la población humana; por otro lado, también puede representar un riesgo para la fauna silvestre local, ya que suelen alimentarse de pequeños mamíferos, reptiles, anfibios y pequeñas aves.

Tabla 11.- Mastofauna presente en la UP			
Familia	Nombre común	Especie	Estatus
	Perro domestico	<i>Canis familiaris</i>	
	Gato domestico	<i>Felis silvestris catus</i>	

## Flora

Dentro de la flora encontrada en esta Unidad de Paisaje destacan las comúnmente utilizadas para jardinería u ornato.

Tabla 12.- flora presente en la UP Urbano			
Familia	Nombre común	Especie	Estatus
Nyctaginaceae	Bugambilia	<i>Bougainvillea buttiana</i>	
Malvaceae	Tulipan	<i>Hibiscus roja</i>	
Palmae	cocotero	<i>Cocos nucifera</i>	
Palmae	areca	<i>Dypsis lutescens</i>	
Rubiaceae	Ixora	<i>Ixora coccínea</i>	
Fabaceae	Lluvia de oro	<i>Cassia fistula</i>	
Moracea	ficus	<i>Ficus benjamina</i>	

Como es evidente, la mayor parte de las especies encontradas en la UP, corresponden a plantas con un uso predominante de ornato, ninguna se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

#### 4.4.2 Unidad de Paisaje Área con Vegetación Natural

Esta Unidad de Paisaje corresponde a las áreas en donde todavía se distribuye vegetación natural de tipo selva baja, derivado de una selva mediana subperennifolia según la carta F1611 serie V (INEGI, 2011).

La cobertura esta UP es de 167.16 has que corresponden al 52% implicando los espacios que todavía no han sido intervenidos para el desarrollo urbano, sin embargo por la dinámica del sitio, es evidente que la tendencia es para ser destinados para el desarrollo habitacional, ya que corresponde a predios particulares que forman parte de un crecimiento planeado y regulado por un Programa de Desarrollo Urbano Municipal.



Figura 25. Vegetación natural presente dentro del SA delimitado

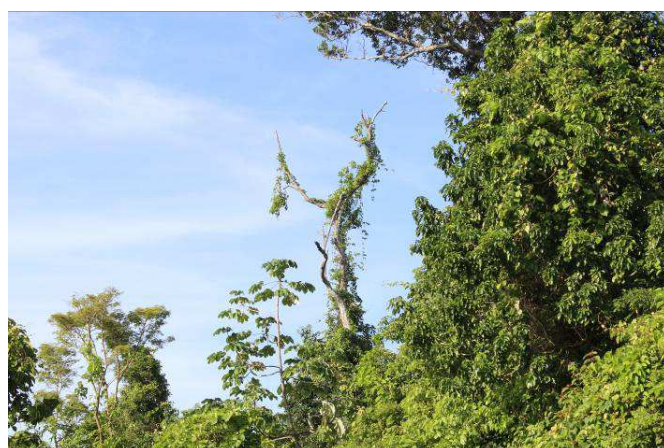


Figura 26. Estado actual de la vegetación



La vegetación que se distribuye dentro del SA, muestra evidente cambio en su fisonomía debido al paso de fenómenos meteorológicos como los huracanes e incendios que han provocado que otras especies herbáceas oportunistas se puedan desarrollar con facilidad y cubrir espacios que eran ocupados por especies arbóreas.

#### 4.4.2.1. Descripción del método de muestreo de la Flora.

La vegetación se caracterizó aplicando el método de muestreo por cuadrantes, levantando 5 sitios de 500 m<sup>2</sup> cada uno. Durante el muestreo se contaron e identificaron las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, los ejemplares arbóreos con diámetros mayores a 10 cm se contabilizaron en todo el sitio, mientras que las especies arbustivas y herbáceas se contabilizaron dentro de una subsitio de 4 metros cuadrados, denominados dentro del sitio primario.

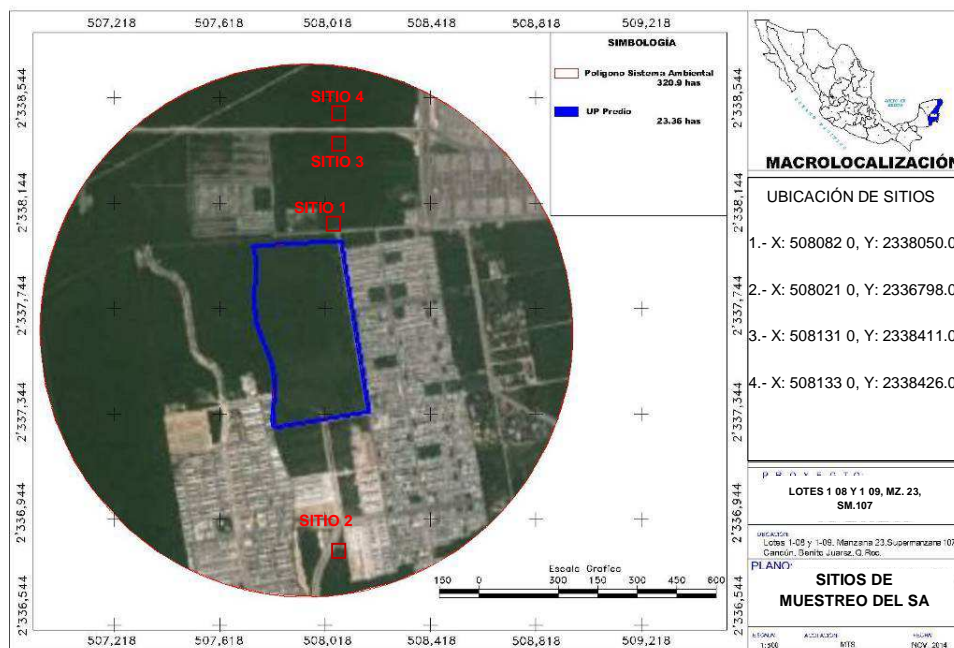


Figura 27. Sitios de muestreo del Sistema Ambiental

El número total de especies registradas al interior del predio sin considerar plantas no vasculares corresponde a la riqueza específica (s), que es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (s) obtenido por un censo de

la comunidad. Esto es posible únicamente para ciertos taxa bien conocidos y de manera puntual en tiempo y en espacio.

Se obtuvieron 96 registros de plantas divididos en 47 especies:

<b>Tabla 13. Lista de especies vegetales predominantes en el ecosistema.</b>				
<b>No.</b>	<b>Estrato</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>No/individuo</b>
1	Arbóreo	Amatillo	Ficus perdusa	1
2	Arbóreo	Capulinsillo	Muntingia calabura	2
3	Arbóreo	Ceiba	Ceiba pentandra	1
4	Arbóreo	Pochote	Ceiba schottii	1
5	Arbóreo	Chaca	Bursera simaruba	2
6	Arbóreo	Chechem	Metopium brownei	2
7	Arbóreo	Chit	Thrinax radiata	1
8	Arbóreo	Ekulub	Drypetes lateriflora	1
9	Arbóreo	Mata palo	Ficus maxima	2
10	Arbóreo	Guarumbo	Cecropia obtusifolia	2
11	Arbóreo	Huano	Sabal japa	1
12	Arbóreo	Jabin	Piscidia piscipula	2
13	Arbóreo	Naranjache	Esenbeckia pentaphylla	1
14	Arbóreo	Negrito	Simaruba glauca	1
15	Arbóreo	Sacchaca	Dendropanax arboreus	1
16	Arbóreo	Tzalam	Lysolima latisiliqua	4
17	Arbóreo	Xuul	Lonchocarpus xuul	1
18	Arbóreo	Yaxnic	Vitex gaumeri	1
19	Arbóreo	Zapote	Manilkara zapota	1
20	Arbóreo	Zapotillo	Pouteria unilocularis	1
21	Arbóreo	Katalox	Swartzia cubensis	1
22	Arbóreo	Laurelillo	Nectandra coriacea	1
23	Arbóreo	Majahua	Hamphea trilobata	2
24	Arbóreo	Ramon	Brosimum allicastrum	1
25	Arbustivo	Akitz	Thevetia gaumeri	3
26	Arbustivo	Boob	Coccoloba spicata	2
27	Arbustivo	Caimito	Chrysophyllum mexicanum	1
28	Arbustivo	Cordonsillo	Piper amalago	1
29	Arbustivo	Flor blanca	Callicarpa acuminata	2
30	Arbustivo	kanasin	Lonchocarpus rugosus	1
31	Arbustivo	Tabaquillo	Alseis yucatanensis	3
32	Arbustivo	Tastap	Gutterda elliptica	3
33	Arbustivo	Tronco oscuro	Zygia stevensonii	6
34	Arbustivo	Elemuy	Mosannonna drepessa	1
35	Arbustivo	Cojolute	Cupania glabra	1
36	Arbustivo	Pata de venado	Bauhinia ungulaata	1
37	Herbáceo	Bejuco hoja aserrada	Cissus gossypiifolia	5
38	Herbáceo	Bejuco hoja de Huaco	Pentalinon andrieuxii	4
39	Herbáceo	Bejuco hoja de yaxnic	Serjania mexicana	1
40	Herbáceo	Bejuco hoja redonda/barba de viejo	Cissampelos pareira	1

Tabla 13. Lista de especies vegetales predominantes en el ecosistema.				
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	No/individuo
41	Herbáceo	Café silvestre	Psychotria nervosa	1
42	Herbáceo	Floresita roja	Melanthera nivea	1
43	Herbáceo	Platanillo	Marantha gibbas	1
44	Herbáceo	Tulipansillo	Malvaviscus arboreus	1
45	Herbáceo	Guia	Tripogandra grandiflora	15
46	Herbáceo	pasiflora	Passiflora biflora	4
47	Herbáceo	zacate guia	Centhrus incertus	3

El número total de especies registradas o la riqueza específica obtenida fue de 47 especies el ecosistema de selva mediana subperennifolia. La riqueza específica (s) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (s) obtenido por un censo de la comunidad. Esto es posible únicamente para ciertos taxa bien conocidos y de manera puntual en tiempo y en espacio.

El estrato más representativo de todos fue el estrato arbóreo teniendo un total de 24 especies, seguido del arbustivo con 12 especies y la herbácea con 11 especies, como se puede observar en la siguiente figura.

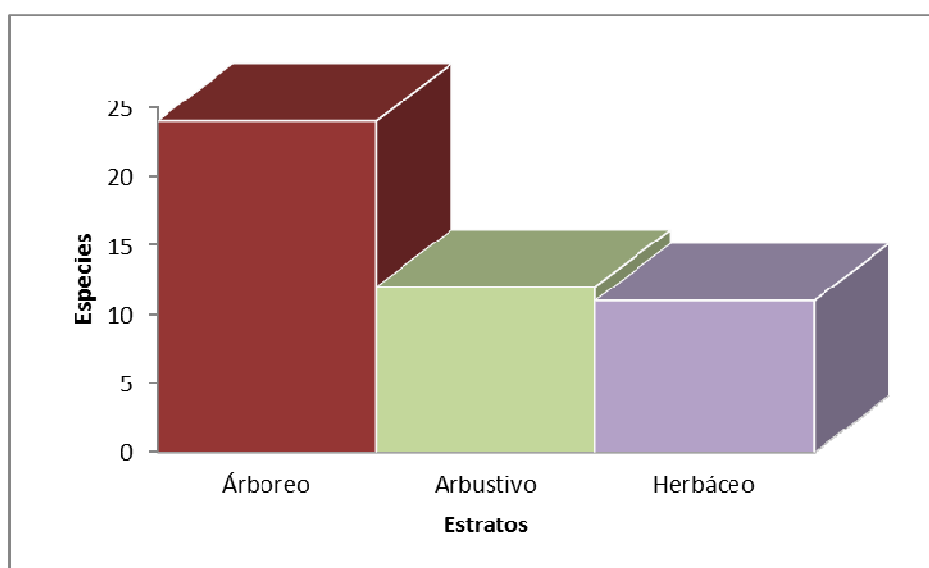


Figura 28. Riqueza específica por estrato

#### 4.4.2.2. Estimación de la Abundancia relativa por estrato

De igual forma se estimó la abundancia relativa, la cual expresa la representatividad de cierta especie dentro de un área de estudio en particular, los resultados obtenidos se pueden apreciar en el cuadro.

Para lo anterior se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Abundancia Relativa} = (n/N) * 100$$

Siendo:

n= Número de individuos de una especie

N= Número total de individuos

Tabla 14. Estimación de la Abundancia relativa por estrato Arboreo				
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Abundancia relativa
1	Arbóreo	Amatillo	Ficus perdusa	2.9412
	Arbóreo	Capulinsillo	Muntingia calabura	5.8824
3	Arbóreo	Ceiba	Ceiba pentandra	2.9412
4	Arbóreo	Pochote	Ceiba schottii	2.9412
5	Arbóreo	Chaca	Bursera simaruba	5.8824
6	Arbóreo	Chechem	Metopium brownei	5.8824
7	Arbóreo	Chit	Thrinax radiata	2.9412
8	Arbóreo	Ekulub	Drypetes lateriflora	2.9412
9	Arbóreo	Mata palo	Ficus maxima	5.8824
10	Arbóreo	Guarumbo	Cecropia obtusifolia	5.8824
11	Arbóreo	Huano	Sabal japa	2.9412
12	Arbóreo	Jabin	Piscidia piscipula	5.8824
13	Arbóreo	Naranjache	Esenbeckia pentaphylla	2.9412
14	Arbóreo	Negrilo	Simaruba glauca	2.9412
15	Arbóreo	Sacchaca	Dendropanax arboreus	2.9412
16	Arbóreo	Tzalam	Lysolima latisiliqua	11.7647
17	Arbóreo	Xuul	Lonchocarpus xuul	2.9412
18	Arbóreo	Yaxnic	Vitex gaumeri	2.9412
19	Arbóreo	Zapote	Manilkara zapota	2.9412
20	Arbóreo	Zapotillo	Pouteria unilocularis	2.9412
21	Arbóreo	Katalox	Swartzia cubensis	2.9412
22	Arbóreo	Laurelillo	Nectandra coriacea	2.9412
23	Arbóreo	Majahua	Hamphea trilobata	5.8824
24	Arbóreo	Ramon	Brosimum allicastrum	2.9412
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Abundancia relativa
1	Arbustivo	Akitz	Thevetia gaumeri	12.0000
2	Arbustivo	Boob	Coccoloba spicata	8.0000
3	Arbustivo	Caimito	Chrysophyllum mexicanum	4.0000
4	Arbustivo	Cordonsillo	Piper amalago	4.0000
5	Arbustivo	Flor blanca	Callicarpa acuminata	8.0000
6	Arbustivo	kanasin	Lonchocarpus rugosus	4.0000
7	Arbustivo	Tabaquillo	Alseis yucatanensis	12.0000
8	Arbustivo	Tastap	Gutterda elliptica	12.0000
9	Arbustivo	Tronco oscuro	Zygia stevensonii	24.0000
10	Arbustivo	Elemuy	Mosannonna drepessa	4.0000
11	Arbustivo	Cojolute	Cupania glabra	4.0000

Tabla 14. Estimación de la Abundancia relativa por estrato Arboreo				
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Abundancia relativa
12	Arbustivo	Pata de venado	Bauhinia ungulaata	4.0000
1	Herbáceo	Bejuco hoja aserrada	Cissus gossypiifolia	13.5135
2	Herbáceo	Bejuco hoja de Huaco	Pentalinon andrieuxii	10.8108
3	Herbáceo	Bejuco hoja de yaxnic	Serjania mexicana	2.7027
4	Herbáceo	barba de viejo	Cissampelos pareira	2.7027
5	Herbáceo	Café silvestre	Psychotria nervosa	2.7027
6	Herbáceo	Floresita roja	Melanthera nivea	2.7027
7	Herbáceo	Platanillo	Marantha gibbas	2.7027
8	Herbáceo	Tulipansillo	Malvaviscus arboreus	2.7027
9	Herbáceo	Guia	Tripogandra grandiflora	40.5405
10	Herbáceo	pasiflora	Passiflora biflora	10.8108
11	Herbáceo	zacate guia	Centhrus incertus	8.1081

#### 4.4.2.3. Estimación del Índice de Valor de Importancia por estrato

Este índice indica la relevancia y nivel de ocupación del sitio de una especie con respecto a los demás, en función de su cuantía, frecuencia, distribución y dimensión de los individuos de dicha especie (Krebs, 1985).

Las especies que obtienen más altos valores son las especies más importantes en el ecosistema (área de estudio) es decir, que tienen más abundancia, cobertura y frecuencia.

Tabla 15. Estimación del IVI estrato Árboreo							
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Árboreo	Amatillo	Ficus perdusa	2.9412	3.7037	21.0626	27.7075
	Árboreo	Capulinsillo	Muntingia calabura	5.8824	3.7037	0.8739	10.4599
3	Árboreo	Ceiba	Ceiba pentandra	2.9412	3.7037	1.6850	8.3299
4	Árboreo	Pochote	Ceiba schottii	2.9412	3.7037	1.4744	8.1193
5	Árboreo	Chaca	Bursera simaruba	5.8824	3.7037	0.4897	10.0757
6	Árboreo	Chechem	Metopium brownei	5.8824	3.7037	2.0066	11.5927
7	Árboreo	Chit	Thrinax radiata	2.9412	3.7037	0.1654	6.8103
8	Árboreo	Ekulub	Drypetes lateriflora	2.9412	3.7037	1.7903	8.4352
9	Árboreo	Mata palo	Ficus maxima	5.8824	7.4074	21.0626	34.3524
10	Árboreo	Guarumbo	Cecropia obtusifolia	5.8824	7.4074	21.0626	34.3524
11	Árboreo	Huano	Sabal japa	2.9412	3.7037	0.5972	7.2421
12	Árboreo	Jabin	Piscidia piscipula	5.8824	7.4074	1.5797	14.8695
13	Árboreo	Naranjache	Esenbeckia pentaphylla	2.9412	3.7037	1.5797	8.2246

**Tabla 15. Estimación del IVI estrato Árboreo**

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
14	Árboreo	Negrilo	Simaruba glauca	2.9412	3.7037	10.5313	17.1762
15	Árboreo	Sacchaca	Dendropanax arboreus	2.9412	3.7037	1.8746	8.5195
16	Árboreo	Tzalam	Lysolima latisiliqua	11.7647	3.7037	1.6639	17.1324
17	Árboreo	Xuul	Lonchocarpus xuul	2.9412	3.7037	1.7693	8.4141
18	Árboreo	Yaxnic	Vitex gaumeri	2.9412	3.7037	1.8956	8.5405
19	Árboreo	Zapote	Manilkara zapota	2.9412	3.7037	3.8114	10.4563
20	Árboreo	Zapotillo	Pouteria unilocularis	2.9412	3.7037	1.7482	8.3931
21	Árboreo	Katalox	Swartzia cubensis	2.9412	3.7037	0.4781	7.1230
22	Árboreo	Laurelillo	Nectandra coriacea	2.9412	3.7037	0.3015	6.9464
23	Árboreo	Majahua	Hamphea trilobata	5.8824	3.7037	0.3309	9.9169
24	Árboreo	Ramon	Brosimum allicastrum	2.9412	3.7037	0.1654	6.8103
				100.00000	100.00000	100.00000	300.00000

**Tabla 16. Estimación del IVI estrato Árbustivo**

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Árbustivo	Akitz	Thevetia gaumeri	12.0000	11.1111	33.3097	56.4208
2	Árbustivo	Boob	Coccoloba spicata	8.0000	0.0000	0.0004	8.0004
3	Árbustivo	Caimito	Chrysophyllum mexicanum	4.0000	11.1111	0.0000	15.1111
4	Árbustivo	Cordonsillo	Piper amalago	4.0000	11.1111	0.0007	15.1118
5	Árbustivo	Flor blanca	Callicarpa acuminata	8.0000	0.0000	33.3097	41.3097
6	Árbustivo	kanasin	Lonchocarpus rugosus	4.0000	11.1111	33.3097	48.4208
7	Árbustivo	Tabaquillo	Alseis yucatanensis	12.0000	0.0000	0.0004	12.0004
8	Árbustivo	Tastap	Gutterda elliptica	12.0000	11.1111	0.0072	23.1183
9	Árbustivo	Tronco oscuro	Zygia stevensonii	24.0000	11.1111	0.0039	35.1150
10	Árbustivo	Elemuy	Mosannonna drepressa	4.0000	11.1111	0.0419	15.1530
11	Árbustivo	Cojolute	Cupania glabra	4.0000	11.1111	0.0164	15.1275
12	Árbustivo	Pata de venado	Bauhinia unguilaata	4.0000	11.1111	0.0001	15.1112
				100	100	100	300

**Tabla 17. Estimación del IVI estrato Herbáceo**

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Herbáceo	Bejuco hoja aserrada	Cissus gossypiifolia	13.5135	5.2632	0.0143	18.7910
2	Herbáceo	Bejuco hoja de Huaco	Pentalinon andrieuxii	10.8108	21.0526	0.0050	31.8684
3	Herbáceo	Bejuco hoja de yaxnic	Serjania mexicana	2.7027	5.2632	2.4671	10.4330

[ ESTUDIO TÉCNICO JUSTIFICATIVO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES ]

PROYECTO  
“LOTES 1-08 Y 1-09, MZ. 23,  
SM.107”

4	Herbáceo	barba de viejo	Cissampelos pareira	2.7027	5.2632	0.0536	8.0195
5	Herbáceo	Café silvestre	Psychotria nervosa	2.7027	5.2632	0.0193	7.9852
6	Herbáceo	Floresita roja	Melanthera nivea	2.7027	5.2632	0.0036	7.9694
7	Herbáceo	Platanillo	Marantha gibbas	2.7027	5.2632	91.0500	99.0158
8	Herbáceo	Tulipansillo	Malvaviscus arboreus	2.7027	5.2632	6.3735	14.3394
9	Herbáceo	Guia	Tripogandra grandiflora	40.5405	15.7895	0.0107	56.3407
10	Herbáceo	pasiflora	Passiflora biflora	10.8108	15.7895	0.0007	26.6010
11	Herbáceo	zacate guia	Centhrus incertus	8.1081	10.5263	0.0021	18.6366
				100	100	100.0000	300.0000

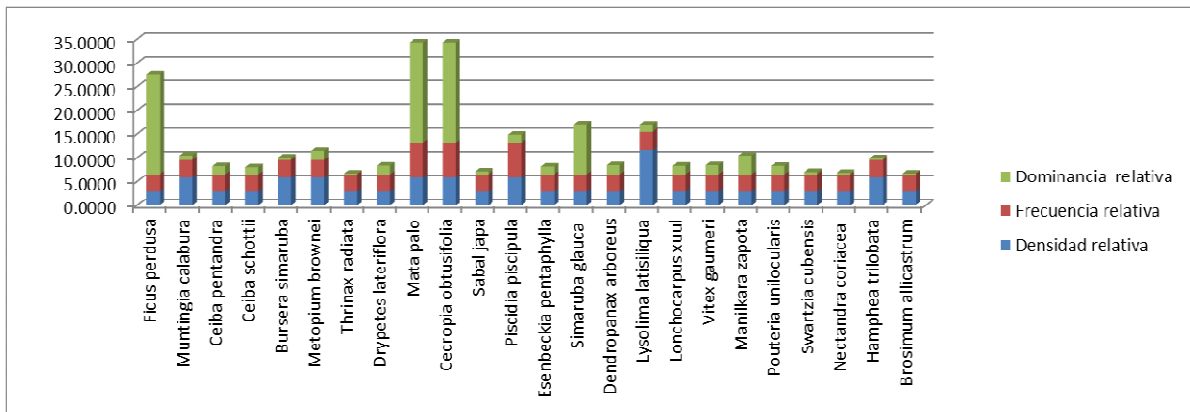


Figura 29. IVI del Estrato arbóreo

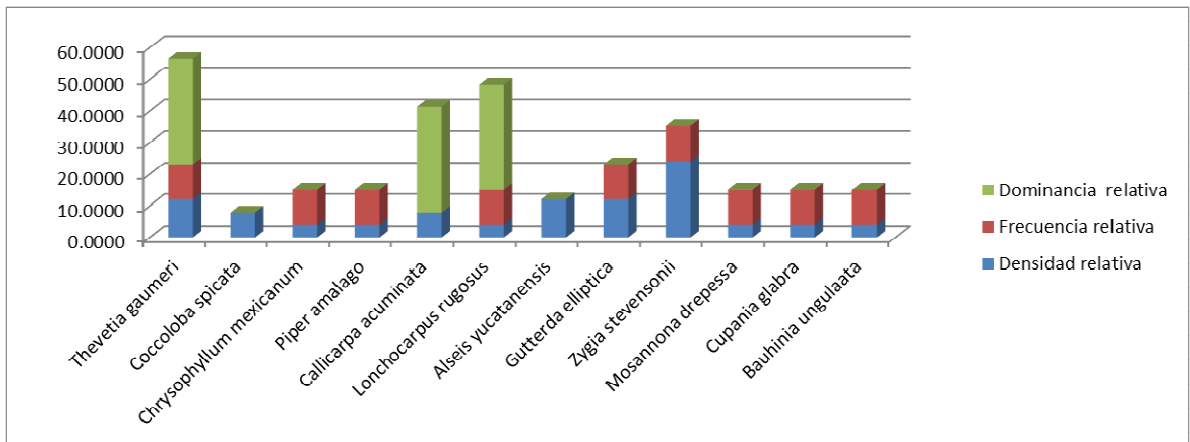


Figura 30. IVI del estrato arbustivo

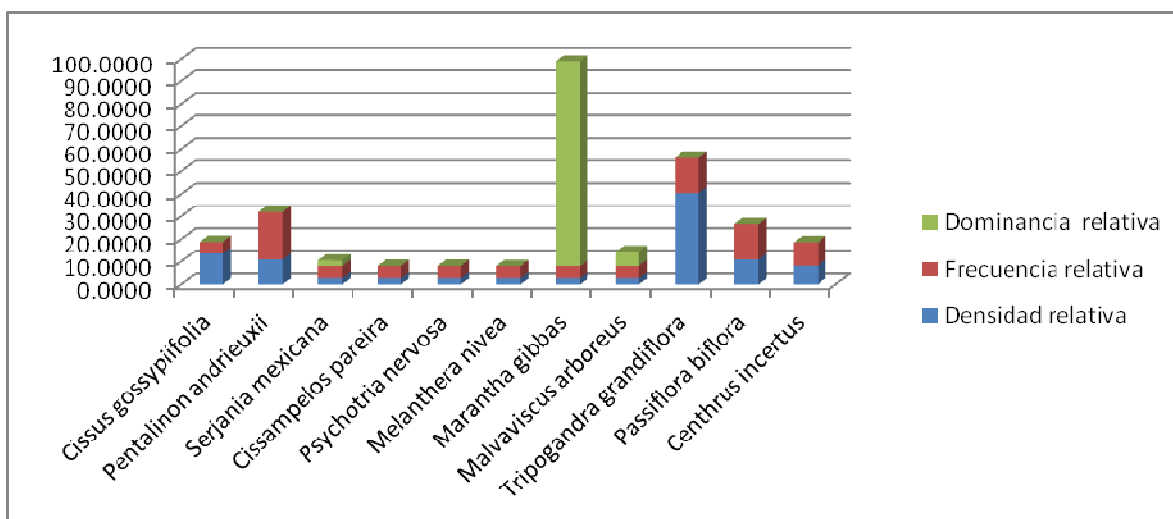


Figura 31. IVI del estrato herbáceo

#### 4.4.2.4. Estimación del Índice de Shannon-Wiever por estrato

Se estimó el índice de Shannon-Wiever con los datos directos recabados, para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$H' = -\sum p_i \log_2 p_i$$

Dónde:

H' = diversidad (bits/individuo)

S = número de especies

P<sub>i</sub> = proporción del número de individuos de la especie i con respecto al total (n<sub>i</sub>/N<sub>t</sub>)

La equitatividad se calculó con la siguiente fórmula:

$$E = \frac{H'}{H'_{max}} = \frac{H'}{\log_2 S}$$

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	No. De Individuos	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Arbóreo	Amatillo	Ficus perdusa		1	0.0303	-3.4965	0.1060
2	Arbóreo	Capulinsillo	Muntingia calabura		2	0.0606	-2.8034	0.1699
3	Arbóreo	Ceiba	Ceiba pentandra		1	0.0303	-3.4965	0.1060
4	Arbóreo	Pochote	Ceiba schottii		1	0.0303	-3.4965	0.1060
5	Arbóreo	Chaca	Bursera simaruba		2	0.0606	-2.8034	0.1699
6	Arbóreo	Chechem	Metopium brownei		2	0.0606	-2.8034	0.1699
7	Arbóreo	Chit	Thrinax radiata	Amenazada	1	0.0303	-3.4965	0.1060
8	Arbóreo	Ekulub	Drypetes lateriflora		1	0.0303	-3.4965	0.1060
9	Arbóreo	Mata palo	Ficus maxima		2	0.0606	-2.8034	0.1699
10	Arbóreo	Guarumbo	Cecropia obtusifolia		2	0.0606	-2.8034	0.1699
11	Arbóreo	Huano	Sabal japa		1	0.0303	-3.4965	0.1060
12	Arbóreo	Jabin	Piscidia piscipula		2	0.0606	-2.8034	0.1699



[ ESTUDIO TÉCNICO JUSTIFICATIVO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN  
TERRENOS FORESTALES ]

PROYECTO  
"LOTES 1-08 Y 1-09, MZ. 23,  
SM.107"

13	Arbóreo	Naranjache	Esenbeckia pentaphylla		1	0.0303	-3.4965	0.1060
14	Arbóreo	Negrilo	Simaruba glauca		1	0.0303	-3.4965	0.1060
15	Arbóreo	Sacchaca	Dendropanax arboreus		1	0.0303	-3.4965	0.1060
16	Arbóreo	Tzalam	Lysolima latisiliqua		4	0.1212	-2.1102	0.2558
17	Arbóreo	Xuul	Lonchocarpus xuul		1	0.0303	-3.4965	0.1060
18	Arbóreo	Yaxnic	Vitex gaumeri		1	0.0303	-3.4965	0.1060
19	Arbóreo	Zapote	Manilkara zapota		1	0.0303	-3.4965	0.1060
20	Arbóreo	Zapotillo	Pouteria unilocularis		1	0.0303	-3.4965	0.1060
21	Arbóreo	Katalox	Swartzia cubensis		1	0.0303	-3.4965	0.1060
22	Arbóreo	Laurelillo	Nectandra coriacea		1	0.0303	-3.4965	0.1060
23	Arbóreo	Majahua	Hamphea trilobata		2	0.0606	-2.8034	0.1699
24	Arbóreo	Ramon	Brosimum allicastrum		1	0.0303	-3.4965	0.1060
Riqueza	24				33			3.14036

Riqueza (S) =	28
H' Calculada =	3.1404
H max =	3.17805383
Equidad (J) =	0.988141
H max - H' =	0.037690

**Tabla 19.** Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Arbustivo

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	No. De Individuos	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Arbustivo	Akitz	Thevetia gaumeri		3	0.1200	-2.1203	0.2544
2	Arbustivo	Boob	Coccoloba spicata		2	0.0800	-2.5257	0.2021
3	Arbustivo	Caimito	Chrysophyllum mexicanum		1	0.0400	-3.2189	0.1288
4	Arbustivo	Cordonsillo	Piper amalago		1	0.0400	-3.2189	0.1288
5	Arbustivo	Flor blanca	Callicarpa acuminata		2	0.0800	-2.5257	0.2021
6	Arbustivo	kanasin	Lonchocarpus rugosus		1	0.0400	-3.2189	0.1288
7	Arbustivo	Tabaquillo	Alseis yucatanensis		3	0.1200	-2.1203	0.2544
8	Arbustivo	Tastap	Gutterda elliptica		3	0.1200	-2.1203	0.2544
9	Arbustivo	Tronco oscuro	Zygia stevensonii		6	0.2400	-1.4271	0.3425
10	Arbustivo	Elemuy	Mosannonna drepessa		1	0.0400	-3.2189	0.1288
11	Arbustivo	Cojolute	Cupania glabra		1	0.0400	-3.2189	0.1288
12	Arbustivo	Pata de venado	Bauhinia unguilaata		1	0.0400	-3.2189	0.1288
Riqueza	12				25			2.28244958

Riqueza (S) =	12
H' Calculada =	2.2824
H max =	2.48490665
Equidad (J) =	0.918525
H max - H' =	0.202457

Tabla 20. Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato herbáceo								
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	No. De Individuos	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Herbáceo	Bejuco hoja aserrada	Cissus gossypifolia		5	0.1667	-1.7918	0.2986
2	Herbáceo	Bejuco hoja de Huaco	Pentalinon andrieuxii		4	0.1333	-2.0149	0.2687
3	Herbáceo	Bejuco hoja de yaxnic	Serjania mexicana		1	0.0333	-3.4012	0.1134
4	Herbáceo	barba de viejo	Cissampelos pareira		1	0.0333	-3.4012	0.1134
5	Herbáceo	Café silvestre	Psychotria nervosa		1	0.0333	-3.4012	0.1134
6	Herbáceo	Floresita roja	Melanthera nivea		1	0.0333	-3.4012	0.1134
7	Herbáceo	Platanillo	Marantha gibbas		1	0.0333	-3.4012	0.1134
8	Herbáceo	Tulipansillo	Malvaviscus arboreus		1	0.0333	-3.4012	0.1134
9	Herbáceo	Guia	Tripogandra grandiflora		15	0.5000	-0.6931	0.3466
10	Herbáceo	pasiflora	Passiflora biflora		4	0.1333	-2.0149	0.2687
11	Herbáceo	zacate guia	Cenchrus incertus		3	0.1000	-2.3026	0.2303
Riqueza	11				30			2.0930

Riqueza (S) =	11
H' Calculada =	2.0930
H max =	2.39789527
Equidad (J) =	0.872851
H max - H' =	0.304890

#### 4.4.2.5. Especies vegetales en la NOM 059-SEMARNAT-2010.

Durante el muestreo en el ecosistema únicamente se registraron dos especies dentro de la Norma Oficial mexicana 059-SEMARNAT-2010 las cuales se encuentran en la categoría de riesgo A (amenazada), siendo la palma de chit (*Thrinax radiata*).

#### 4.4.3. Estimación de la diversidad de fauna presente en el ecosistema

Al igual que en el caso de la flora, también se realizó un estudio de la fauna existente en este tipo de ecosistema para estimar la diversidad.

##### 4.4.3.1. Descripción del método de muestreo.

Para el muestreo de la fauna se aplicaron tres métodos diferentes, en donde se muestrearon roedores, quirópteros, mamíferos de talla mediana y grande y la realización de un listado de aves presentes en el sitio.

Para estimar la densidad y registrar las especies de roedores se colocaron dos cuadrículas con cinco trampas tipo Sherman ubicadas a 5 m de distancia entre ellas, cubriendo un área de 375 m<sup>2</sup>. Las trampas fueron cebadas con una mezcla de avena y crema de cacahuate para atraer y garantizar la captura de los roedores, estas se mantuvieron activas durante 2 noches acumulando un esfuerzo total de 25/ trampa/ noche.



**Figura 32.** Colocación de trampas tipo Sherman

Cada trampa fue revisada y cerrada por las mañanas para evitar capturas durante el día para evitar mayor estrés y riesgo de muerte por calor para los animales. En caso de captura los individuos serían identificados, sexados, marcados con pintura y liberados en el mismo sitio de su captura.

Para registrar las especies de quirópteros en el área, se colocó una red niebla entre las 19:00 y 22:00 hrs durante dos noches, muestreando dos sitios distintos en cada ocasión y de esta forma se acumuló un esfuerzo de muestreo de 6 horas/red. La red se colocó a tres metros de altura y fue revisada cada 30 min. En caso de captura los individuos serían extraídos de la red, identificados, sexados y liberados.



**Figura 33.** A todos los mamíferos pequeños capturados se marcaba y sexaban

Para registrar las especies de mamíferos de talla mediana y grande se dispusieron de cuatro cámaras trampa Marca Moultrie modelo Game Spy por tres días, lo que representa un esfuerzo de muestreo de 288 hrs/ cámara trampa.



**Figura 34.** Colocación de Cámaras trampa.

Las cámaras se colocaron a una altura promedio de 35 cm y fueron programadas para hacer dos disparos al momento de detectar el movimiento de cualquier tipo de organismo. Estos se restablecían a los 60 seg. después del último disparo. Dos de las cámaras fueron cebadas con frutas como atrayente para especies frugívoras y herbívoras; y otras dos fueron cebadas con vísceras de pollo como atrayente para especies carnívoras. La identificación de los mamíferos se basó en las descripciones de Ceballos y Oliva (2005).

Las cámaras fueron colocadas en senderos o brechas, y cerca de pasos o madrigueras que indicaron la presencia de fauna.

Para caracterizar la avifauna se utilizó el método de conteo por puntos, para ello se seleccionaron dos sitios, en cada punto se realizaron observaciones con duración de 30 minutos cada una, durante ese tiempo se observaron y anotaron

todos los individuos que se percharon a los alrededores y los que pasaron volando. Las observaciones se realizaron entre las 06:00 a 08:00 hrs.

Al final, una vez recabada la información del número total de especies de los diferentes grupos registrados (Riqueza Especifica [S]), además del conteo de todos los individuos pertenecientes a cada especie registrada (Abundancia), se elaboraron una serie de tablas y gráficos para representar lo anterior

Se obtuvieron 111 registros de animales, los cuales están representados en 4 grupos, 24 familias y 29 especies.

Tabla 21. Lista de especies predominantes en el sitio de estudio						
No.	Grupo	Familia	Nombre común	Especies	Estatus	Total absoluto
1	Ave	Cathartidae	aura	<i>Cathartes aura</i>		4
2	Ave	Cracidae	Chachalaca	<i>Ortalis vetula</i>		7
3	Ave	Columbidae	Paloma morada	<i>Columba flavirostris</i>		5
4	Ave	Cuculidae	Garrapatero	<i>Crotophaga sulcirostris</i>		6
5	Ave	Cuculidae	Español vaquero	<i>Piaya cayana</i>		3
6	Ave	Icteridae	Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>		5
7	Ave	Icteridae	Calandria	<i>Icterus cucullatus</i>		6
8	Ave	Mimidae	Cenzontle	<i>Mimus gilvus</i>		4
9	Ave	Tyrannidae	Xtakay	<i>Tyrannus melancholicus</i>		3
10	Ave	Strigidae	Lechuza enana	<i>Glaucidium brasilianum</i>		3
11	Ave	Cardinalidae	Tangara rojinegra	<i>Piranga olivacea</i>		2
12	Ave	Ramphastidae	Carpintero	<i>Melanerpes pygmaeus</i>		4
13	Ave	Corvidae	Chara yucateca	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>		3
14	Reptil	Corytophanidae	Tolok	<i>Basiliscus vittatus</i>		7
15	Reptil	Phrynosomatidae	Lagartija	<i>Sceloporus chrysostictus</i>		5
16	Reptil	Teiidae	Lagartija	<i>Ameiva undulata</i>		6
17	Reptil	Columbidae	culebra rallada	<i>Coniophanes schmidti</i>		3
18	Reptil	Polychridae	Toloquito	<i>Anolis sagrei</i>		4
19	Reptil	Gekkonidae	Cuija	<i>Phyllodactylus tuberculosus</i>		2
20	Anfibio	Leptodactylidae	Rana	<i>Smilisca baudini</i>		4
21	Anfibio	Hylidae	Ranita amarilla	<i>Hyla ebraccata</i>		2
22	Anfibio	Bufo	Sapo comun	<i>Bufo valliceps</i>		5
23	Mamífero	Canidae	Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>		1
24	Mamífero	Cricetidae	Raton	<i>Peromyscus yucatanicus</i>		2
25	Mamífero	Cricetidae	Rata	<i>Ototylomys phyllotis</i>		1
26	Mamífero	Didelphidae	Tlacoache	<i>Didelphys virginianus</i>		6
27	Mamífero	Procyonidae	Tejon	<i>Nasua narica</i>		2
28	Mamífero	Procyonidae	Mapache	<i>Procyon lotor</i>		4
29	Mamífero	Sciuridae	Ardilla	<i>Sciurus yucatanensis</i>		2

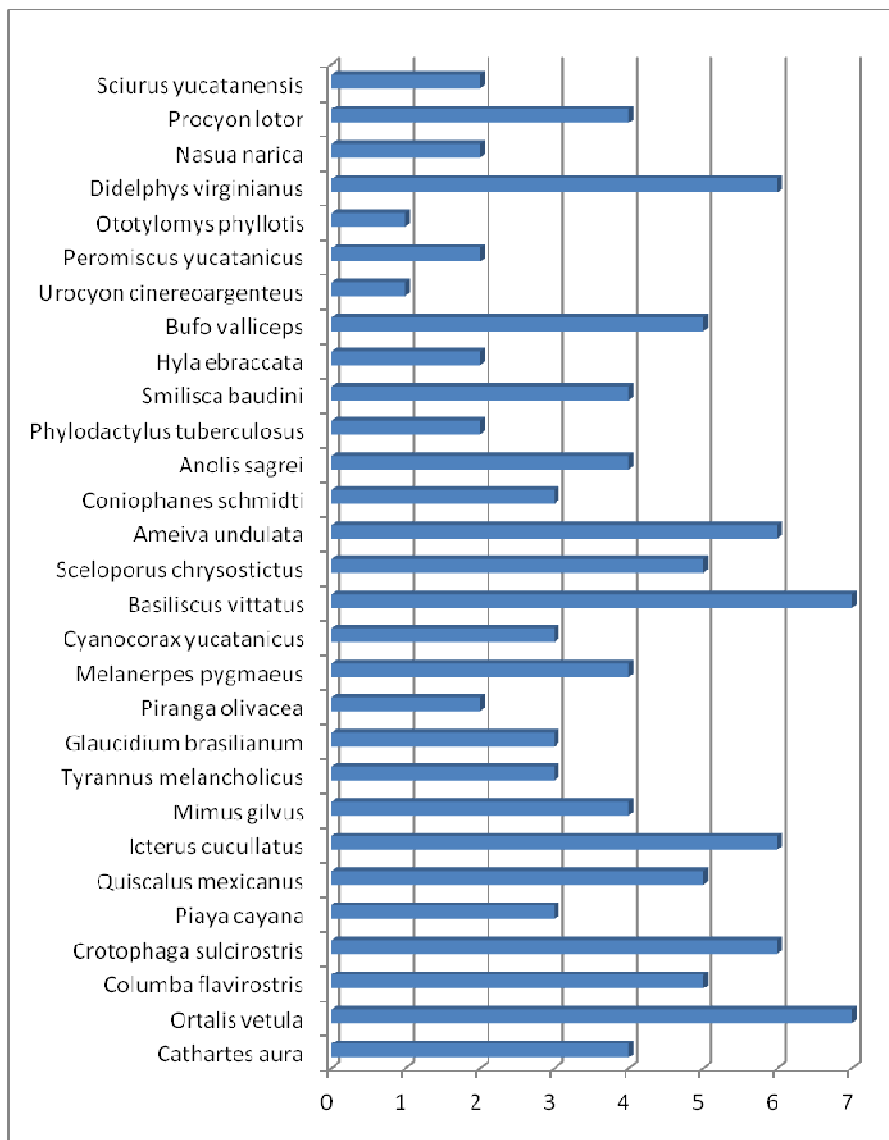


Figura 35. Número de individuos muestreados presentes en el ecosistema.

De los grupos el más representativo de todos fue el grupo de las aves teniendo un total de 13 individuos

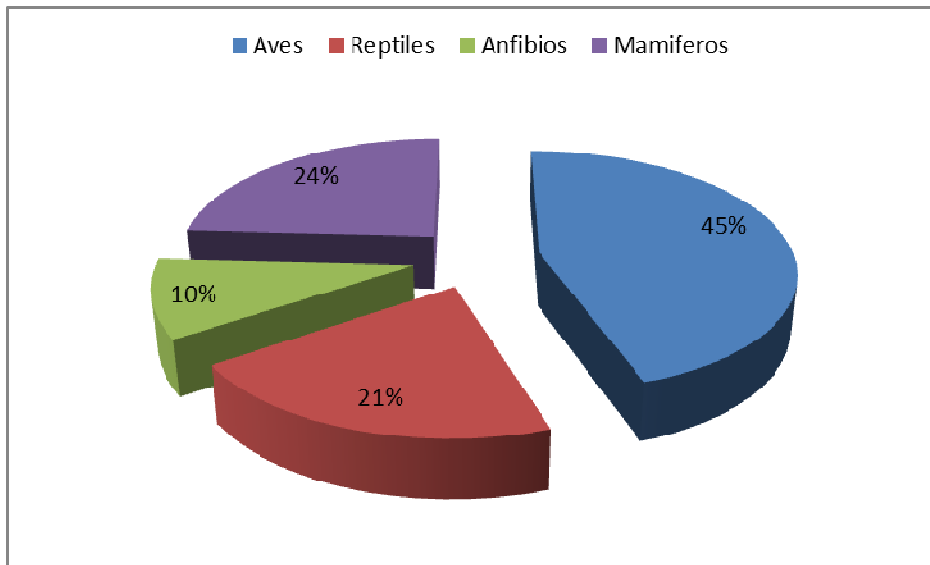


Figura 36. Abundancia por tipo de grupo registrados en el sitio de estudio.

El grupo de las aves resultó dominante en riqueza y abundancia general, en cuanto a la abundancia por especie, la Chachalaca (*Ortalis vetula*) y el Tolok (*Basiliscus vittatus*) resultaron ser las que presentan un mayor número de individuos en comparación a todos los demás como se muestra en la gráfica presentada a continuación.

Así mismo para estimar la biodiversidad del ecosistema se calculó el índice de Shannon-Weiner con los datos directos recabados, los resultados obtenidos se pueden apreciar en el cuadro anterior.

Para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Dónde:

$H'$  = diversidad (bits/individuo).

$S$  = número de especies.

$P_i$  = proporción del número de individuos de la especie  $i$  con respecto al total ( $n_i/N$ ).

$n_i$  = número de individuos de la especie  $i$ .

$N$  = número de todos los individuos de todas las especies.

Finalmente para terminar el análisis del ecosistema se calculó el índice de equitatividad a través de la siguiente fórmula:

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

En donde:

$$H_{max} = \ln S$$

S= número de especies

(j: justness =equidad)

Los resultados obtenidos se pueden apreciar en el cuadro siguiente

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener Fauna	
Riqueza (S) =	29
H' Calculada =	3.264
H max =	3.367
Equidad (J) =	0.969
H max - H' =	0.104

Tabla 22. Índice de Diversidad Shannon- Wiene de Fauna en la vegetación natural									
No.	Grupo	Familia	Nombre común	Especies	Estatus	Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Ave	Cathartidae	aura	<i>Cathartes aura</i>		4	0.036	-3.323	0.120
2	Ave	Cracidae	Chachalaca	<i>Ortalis vetula</i>		7	0.063	-2.764	0.174
3	Ave	Columbidae	Paloma morada	<i>Columba flavirostris</i>		5	0.045	-3.100	0.140
4	Ave	Cuculidae	Garrapatero	<i>Crotophaga sulcirostris</i>		6	0.054	-2.918	0.158
5	Ave	Cuculidae	Español vaquero	<i>Piaya cayana</i>		3	0.027	-3.611	0.098
6	Ave	Icteridae	Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>		5	0.045	-3.100	0.140
7	Ave	Icteridae	Calandria	<i>Icterus cucullatus</i>		6	0.054	-2.918	0.158
8	Ave	Mimidae	Cenzontle	<i>Mimus gilvus</i>		4	0.036	-3.323	0.120
9	Ave	Tyrannidae	Xtakay	<i>Tyrannus melancholicus</i>		3	0.027	-3.611	0.098
10	Ave	Strigidae	Lechuza enana	<i>Glaucidium brasilianum</i>		3	0.027	-3.611	0.098
11	Ave	Cardinalidae	Tangara rojinegra	<i>Piranga olivacea</i>		2	0.018	-4.016	0.072
12	Ave	Ramphastidae	Carpintero	<i>Melanerpes pygmaeus</i>		4	0.036	-3.323	0.120
13	Ave	Corvidae	Chara yucateca	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>		3	0.027	-3.611	0.098



14	Reptil	Corytophanidae	Tolok	<i>Basiliscus vittatus</i>		7	0.063	-2.764	0.174
15	Reptil	Phrynosomatidae	Lagartija	<i>Sceloporus chrysostictus</i>		5	0.045	-3.100	0.140
16	Reptil	Teiidae	Lagartija	<i>Ameiva undulata</i>		6	0.054	-2.918	0.158
17	Reptil	Columbidae	culebra rallada	<i>Coniophanes schmidtii</i>		3	0.027	-3.611	0.098
18	Reptil	Polychridae	Toloquito	<i>Anolis sagrei</i>		4	0.036	-3.323	0.120
19	Reptil	Gekkonidae	Cuija	<i>Phyllodactylus tuberculatus</i>		2	0.018	-4.016	0.072
20	Anfibio	Leptodactylidae	Rana	<i>Smilisca baudini</i>		4	0.036	-3.323	0.120
21	Anfibio	Hylidae	Ranita amarilla	<i>Hyla ebraccata</i>		2	0.018	-4.016	0.072
22	Anfibio	Bufo	Sapo comun	<i>Bufo valliceps</i>		5	0.045	-3.100	0.140
23	Mamífero	Canidae	Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>		1	0.009	-4.710	0.042
24	Mamífero	Cricetidae	Raton	<i>Peromyscus yucatanicus</i>		2	0.018	-4.016	0.072
25	Mamífero	Cricetidae	Rata	<i>Ototylomys phyllotis</i>		1	0.009	-4.710	0.042
26	Mamífero	Didelphidae	Tlacoache	<i>Didelphys virginianus</i>		6	0.054	-2.918	0.158
27	Mamífero	Procyonidae	Tejon	<i>Nasua narica</i>		2	0.018	-4.016	0.072
28	Mamífero	Procyonidae	Mapache	<i>Procyon lotor</i>		4	0.036	-3.323	0.120
29	Mamífero	Sciuridae	Ardilla	<i>Sciurus yucatanensis</i>		2	0.018	-4.016	0.072
<b>Riqueza S=29</b>						<b>111</b>			<b>3.264</b>

#### 4.4.3.3. Especies animales en la NOM 059-SEMARNAT-2001.

No se registró ninguna especie enlistada en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**

# CAPÍTULO

# 5

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

### 5.1 Tipo de ecosistema presente en el predio.

La Carta F1611, Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación Escala 1:250000, Serie V, INEGI 2011, en donde la información vertida indica que el tipo de vegetación que se presenta en la zona de ubicación del predio corresponde a Vegetación secundaria arbóreo de selva mediana subperennifolia, lo cual se verifico en campo a traves del inventario forestal, el cual nos arrojó que la vegetación presente en el terreno corresponde a un acahual derivado de selva mediana subperennifolia, debido a que se presentan menos de  $4m^2$  de área basal por hectarea en la zona.

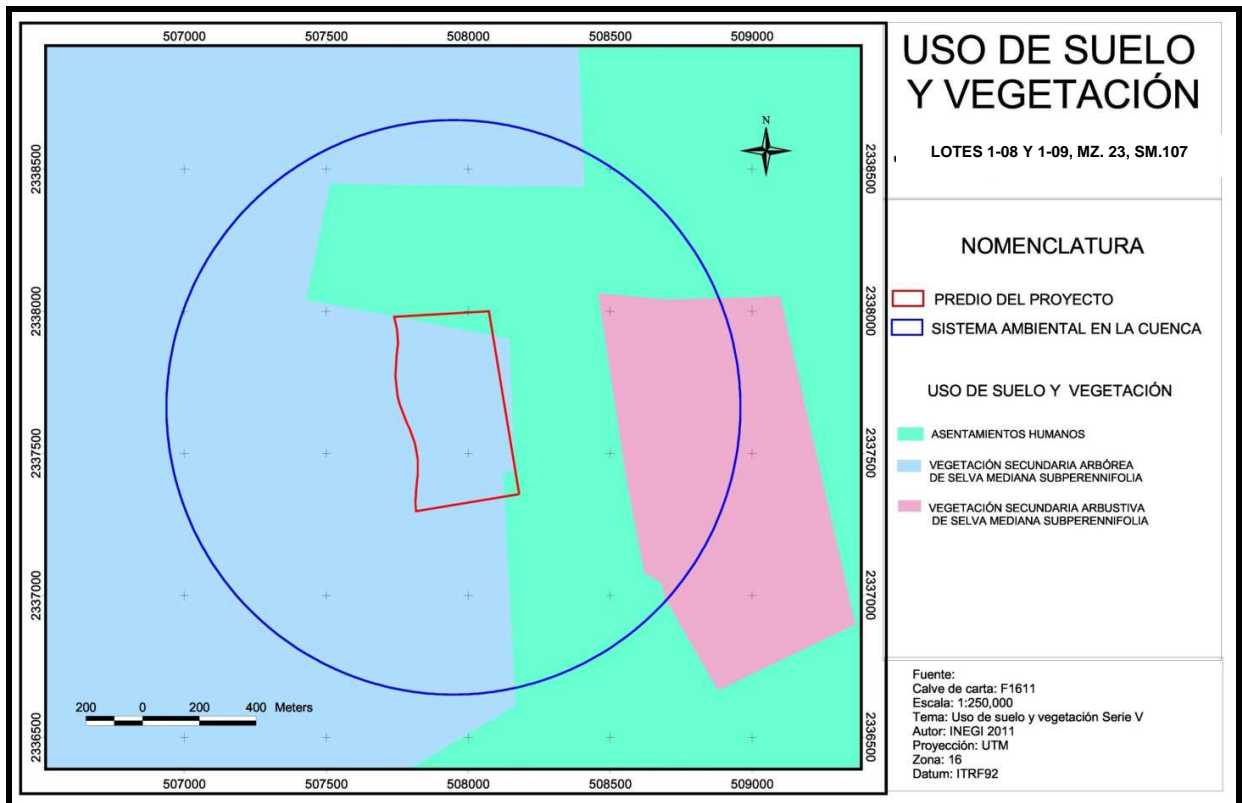


Figura 37. Ubicación del Predio en el Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación Escala 1:250000, Serie II, INEGI 1997,

## 5.2 Estimación de la diversidad de flora por especie presentes en el predio.

Como se mencionó anteriormente se realizó una caracterización ambiental de la flora presente en el predio, obteniendo los siguientes resultados:

### 5.2.1 Descripción del método de muestreo.

La vegetación se caracterizó aplicando el método de muestreo por cuadrantes, levantando 7 sitios dentro del predio de 500 m<sup>2</sup> cada uno. Durante el muestreo se contaron e identificaron las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, los ejemplares arbóreos con diámetros mayores a 10 cm se contabilizaron en todo el sitio, mientras que las especies arbustivas y herbáceas se contabilizaron dentro de una sub-sitio de 4 metros cuadrados, denominados dentro del sitio primario.

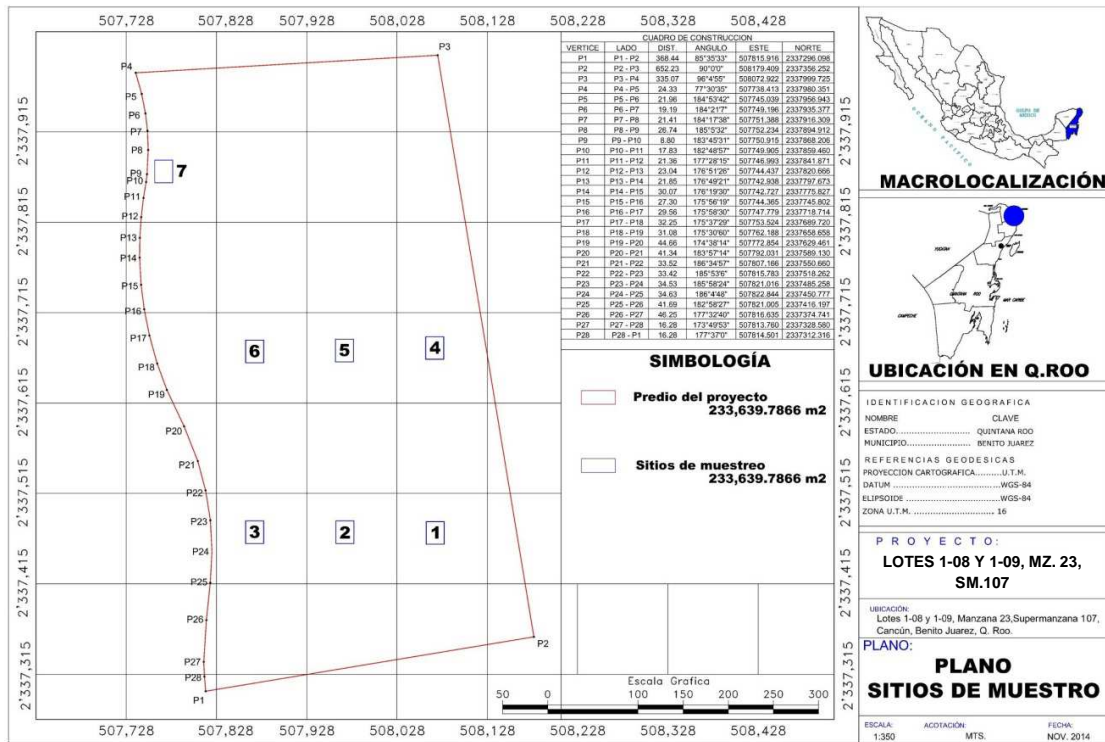


Figura 38. Sitios de muestreo

El número total de especies registradas al interior del predio sin considerar plantas no vasculares corresponde a la riqueza específica (s), que es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (s) obtenido por un censo de

la comunidad. Esto es posible únicamente para ciertos taxa bien conocidos y de manera puntual en tiempo y en espacio.

Se obtuvieron 117 registros de plantas divididos en 36 especies:

Tabla 23. Lista de especies vegetales predominantes en el predio					
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	No/individuo	
1	Arbóreo	Amatillo	Ficus perdusa	4	
2	Arbóreo	Capulincillo	Muntingia calabura	3	
3	Arbóreo	Ceiba	Ceiba pentandra	2	
4	Arbóreo	Pochote	Ceiba schottii	1	
5	Arbóreo	Chaca	Bursera simaruba	1	
6	Arbóreo	Chechem	Metopium brownei	2	
7	Arbóreo	Chit	Thrinax radiata	1	
8	Arbóreo	Ekulub	Drypetes lateriflora	1	
9	Arbóreo	Ficus Maxima	Ficus Maxima	8	
10	Arbóreo	Guarumbo	Cecropia obtusifolia	9	
11	Arbóreo	Huano	Sabal japa	2	
12	Arbóreo	Jabin	Piscidia piscipula	9	
13	Arbóreo	Naranjache	Esenbeckia pentaphylla	1	
14	Arbóreo	Negrito	Simaruba glauca	2	
15	Arbóreo	Sacchaca	Dendropanax arboreus	1	
16	Arbóreo	Tzalam	Lysolima latisiliqua	1	
17	Arbóreo	Xuul	Lonchocarpus xuul	1	
18	Arbóreo	Yaxnic	Vitex gaumeri	4	
19	Arbóreo	Zapote	Manilkara zapota	4	
20	Arbóreo	Zapotillo	Pouteria unilocularis	1	
21	Arbustivo	Akitz	Thevetia gaumeri	8	
22	Arbustivo	Boob	Coccoloba spicata	1	
23	Arbustivo	Caimito	Chrysophyllum mexicanum	2	
24	Arbustivo	Cordonsillo	Piper amalago	4	
25	Arbustivo	Flor blanca	Callicarpa acuminata	2	
26	Arbustivo	Kanasin	Lonchocarpus rugosus	4	
27	Arbustivo	Tabaquillo	Alseis yucatanensis	1	
28	Arbustivo	Tastap	Guettarda combsii	6	
29	Herbáceo	Bejuco hoja aserrada	Cissus gossypifolia	4	
30	Herbáceo	Bejuco hoja de huaco	Pentalinon andrieuxii	4	
31	Herbáceo	Bejuco hoja de yaxnic	Serjania mexicana	4	
32	Herbáceo	Bejuco hoja redonda	Cissampelos pareira	3	
33	Herbáceo	Café silvestre	Psychotria nervosa	3	
34	Herbáceo	Floresita roja	Melanthera nivea	6	
35	Herbáceo	Platanillo	Marantha gibbas	6	
36	Herbáceo	Tulipansillo	Malvaviscus arboreus	1	

El número total de especies registradas o la riqueza específica obtenida fue de 36 especies el ecosistema de acahual derivado de selva mediana subperennifolia. La riqueza específica (s) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (s) obtenido por un censo de la comunidad. Esto es posible únicamente para ciertos taxa bien conocidos y de manera puntual en tiempo y en espacio.

El estrato más representativo de todos fue el estrato arbóreo teniendo un total de 20 especies, seguido del arbustivo con 8 especies y la herbácea con 8 especies, como se puede observar en la siguiente figura.

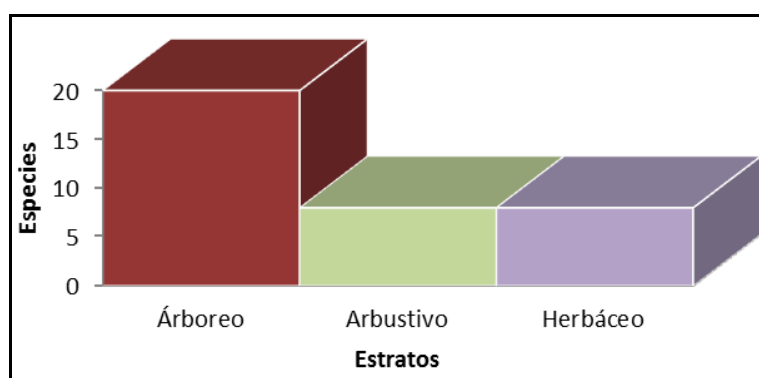


Figura 39. Riqueza específica por estrato

### 5.2.2. Estimación de la Abundancia relativa por estrato

De igual forma se estimó la abundancia relativa, la cual expresa la representatividad de cierta especie dentro de un área de estudio en particular, los resultados obtenidos se pueden apreciar en el cuadro.

Para lo anterior se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Abundancia Relativa} = (n/N) * 100$$

Siendo:

n= Número de individuos de una especie

N= Número total de individuos

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Abundancia relativa
1	Arboreo	Akit	<i>Thevetia gaumeri</i>	1.94595
2	Arbóreo	Chacteviga	<i>Caesalpinia violacea</i>	4.43243
3	Arboreo	Chak ch'om	<i>Bromelia katas</i>	1.29730

Tabla 24. Estimación de la Abundancia relativa por estrato.				
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Abundancia relativa
4	Arboreo	Chakhá	<i>Bursera simaruba</i>	3.78378
5	Arboreo	Cheechem	<i>Metopium brownei</i>	7.67568
6	Arboreo	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	7.02703
7	Arboreo	Chucum	<i>Pithecellobium dulce</i>	0.43243
8	Arboreo	Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	0.10811
9	Arboreo	Cocoite	<i>Gliricidia sepium</i>	0.10811
10	Arboreo	Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>	0.86486
11	Arboreo	Guarumbo	<i>Cecropia obtusifolia</i>	6.81081
12	Arboreo	Guayabillo	<i>Eugenia spp.</i>	0.64865
13	Arboreo	Ja'abin	<i>Piscidia piscipula</i>	12.54054
14	Arboreo	K'an lool	<i>Senna racemosa</i>	0.64865
15	Arboreo	k'an xu'ul	<i>Lonchocarpus xuul</i>	1.62162
16	Arboreo	Laurelillo	<i>Ficus obtusifolia</i>	3.24324
17	Arboreo	Majaua	<i>Hampea trilobata</i>	7.45946
18	Arboreo	Mata palo	<i>Ficus maxima</i>	6.27027
19	Arboreo	Nakax	<i>Coccothrinax readii</i>	4.86486
20	Arboreo	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	2.05405
21	Arboreo	Perezcut/cascarillo	<i>Croton reflexifolius</i>	0.21622
22	Arboreo	Pomol che	<i>Jatropha curcas</i>	0.97297
23	Arboreo	Pukte	<i>Bucida buceras</i>	1.08108
24	Arboreo	Tinto	<i>Haematoxylon campechianum</i>	2.27027
25	Arboreo	Tsalam	<i>Lysolima latisiliqua</i>	3.45946
26	Arboreo	Uvero/Boob	<i>Coccoloba spicata</i>	1.62162
27	Arboreo	Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	8.10811
28	Arboreo	Ya'ay tiik	<i>Gymnanthes lucida</i>	2.70270
29	Arboreo	Zapote	<i>Manilkara zapota</i>	1.08108
30	Arboreo	Zapotillo	<i>Pouteria unilocularis</i>	0.64865
31	Arboreo	Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>	4.00000
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Abundancia relativa
1	Arbustivo	Akitz	<i>Thevetia gaumeri</i>	28.5714
2	Arbustivo	Boob	<i>Coccoloba spicata</i>	3.5714
3	Arbustivo	Caimito	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	7.1429
4	Arbustivo	Cordonsillo	<i>Piper amalago</i>	14.2857
5	Arbustivo	Flor blanca	<i>Callicarpa acuminata</i>	7.1429
6	Arbustivo	Kanasin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	14.2857
7	Arbustivo	Tabaquillo	<i>Alseis yucatanensis</i>	3.5714
8	Arbustivo	Tastap	<i>Guettarda combsii</i>	21.4286
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Abundancia relativa
1	Herbáceo	Bejuco hoja aserrada	<i>Cissus gossypifolia</i>	12.9032
2	Herbáceo	Bejuco hoja de huaco	<i>Pentalinon andrieuxii</i>	12.9032
3	Herbáceo	Bejuco hoja de yaxnic	<i>Serjania mexicana</i>	12.9032
4	Herbáceo	Bejuco hoja redonda	<i>Cissampelos pareira</i>	9.6774

Tabla 24. Estimación de la Abundancia relativa por estrato.				
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Abundancia relativa
5	Herbáceo	Café silvestre	Psychotria nervosa	9.6774
6	Herbáceo	Floresita roja	Melanthera nivea	19.3548
7	Herbáceo	Platanillo	Marantha gibbas	19.3548
8	Herbáceo	Tulipansillo	Malvaviscus arboreus	3.2258

### 5.2.3. Estimación del Índice de Valor de Importancia por estrato

Este índice indica la relevancia y nivel de ocupación del sitio de una especie con respecto a los demás, en función de su cuantía, frecuencia, distribución y dimensión de los individuos de dicha especie (Krebs, 1985).

Las especies que obtienen más altos valores son las especies más importantes en el ecosistema (área de estudio) es decir, que tienen más abundancia, cobertura y frecuencia.

El predio en el cual se pretende establecer el proyecto dentro de la cuenca se encuentra en una comunidad de Acahual deribado de Selva Mediana Subperennifolia. Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan el tipo de clima cálido subhúmedo.. El promedio de temperaturas anuales es de 26°C. Las precipitaciones anuales son de 1300 mm como máximo.

La estructura vertical del Acahual deribado de Selva Mediana Subperennifolia a nivel de predio de estudio se encuentra conformado por 3 estratos, donde el estrato arbóreo tiene la mayor riqueza específica con valores de S= 32

### Estrato arbóreo

Tabla 25. Especies y familias dentro del estrato arboreo				
No.	Estrato	Familia	Nombre común	Nombre científico
1	Arbóreo	Moraceae	Amatillo	Ficus perdusa
2	Arbóreo	Ulmaceae	Capulincillo	Muntingia calabura
3	Arbóreo	Malvaceae	Ceiba	Ceiba pentandra
4	Arbóreo	Malvaceae	Pochote	Ceiba schottii
5	Arbóreo	Burseraceae	Chaca	Bursera simaruba
6	Arbóreo	Anacardiaceae	Chechem	Metopium brownei
7	Arbóreo	Palmae	Chit	Thrinax radiata
8	Arbóreo	Euphorbiaceae	Ekulub	Drypetes lateriflora
9	Arbóreo	Moraceae	Ficus Maxima	Ficus Maxima
10	Arbóreo	Moraceae	Guarumbo	Cecropia obtusifolia
11	Arbóreo	Palmae	Huano	Sabal japa
12	Arbóreo	Leguminosae	Jabin	Piscidia piscipula



Tabla 25. Especies y familias dentro del estrato arboreo				
No.	Estrato	Familia	Nombre común	Nombre científico
13	Arbóreo	Rutaceae	Naranjache	Esenbeckia pentaphylla
14	Arbóreo	Simaroubaceae	Negrito	Simaruba glauca
15	Arbóreo	Apiaceae	Sacchaca	Dendropanax arboreus
16	Arbóreo	Fabaceae	Tzalam	Lysolima latisiliqua
17	Arbóreo	Leguminosae	Xuul	Lonchocarpus xuul
18	Arbóreo	Lamiaceae	Yaxnic	Vitex gaumeri
19	Arbóreo	Sapotaceae	Zapote	Manilkara zapota
20	Arbóreo	Sapotaceae	Zapotillo	Pouteria unilocularis

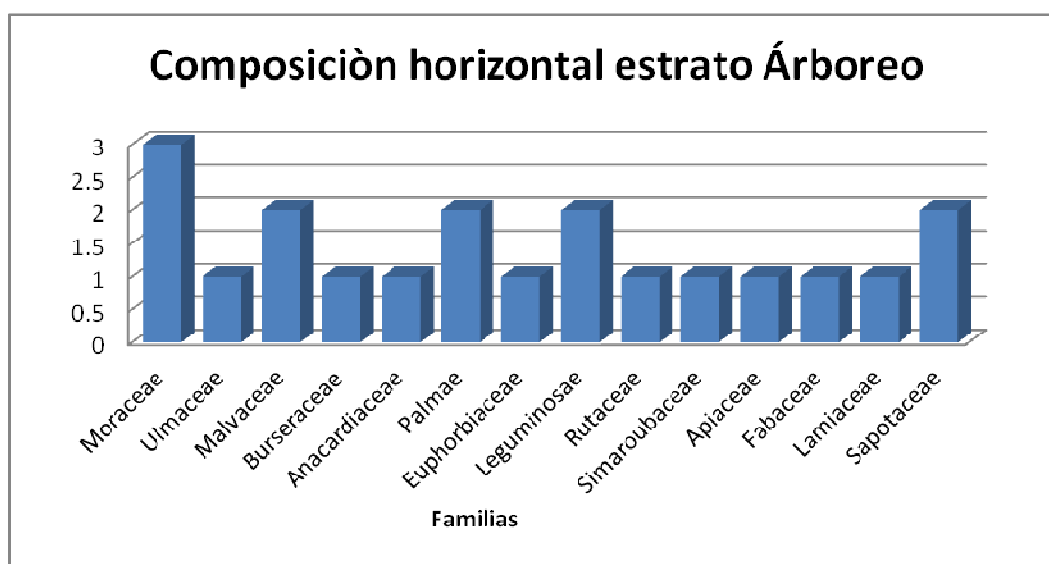


Figura 40. Composición horizontal del estrato arboreo

La estructura horizontal del estrato arboreo, está compuesto por 15 Familias, de las cuales la más representativa resulta ser la Moraceae con 3 especies, seguida por las Familias Malvaceae, Palmae, Leguminosae y Sapotaceae con 2 especies, y las demás familias con 1 ejemplar cada uno. Sin embargo, de acuerdo al Índice de Valor de Importancia, *Piscidia piscipula* de la Familia Leguminosae, resulta ser la de mayor importancia en cuanto a su ocupación espacial en un IVI 37.97, seguido de *Cecropia obtusifolia* de la Familia Moraceae (IVI 32.98) y *Ficus maxima* (IVI 31.83). Respecto a la distribución de las especies con atención especial, se tienen a *Thrinax radiata* con IVI de 4.98.

**Tabla 26.** Análisis de la estructura cuantitativa del estrato arbóreo de la Selva Baja Subcaducifolia. Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Dor- Dominancia relativa, I.V.I. Índice del Valor de Importancia, Da- Densidad absoluta.

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Arbóreo	Amatillo	Ficus perdusa	6.8966	5.5556	3.2231	15.6752
2	Arbóreo	Capulincillo	Muntingia calabura	5.1724	5.5556	3.2409	13.9689
3	Arbóreo	Ceiba	Ceiba pentandra	3.4483	2.7778	1.4503	7.6764
4	Arbóreo	Pochote	Ceiba schottii	1.7241	2.7778	8.3586	12.8605
5	Arbóreo	Chaca	Bursera simaruba	1.7241	2.7778	1.0045	5.5064
6	Arbóreo	Chechem	Metopium brownei	3.4483	5.5556	4.5946	13.5985
7	Arbóreo	Chit	Thrinax radiata	1.7241	2.7778	0.4815	4.9834
8	Arbóreo	Ekulub	Drypetes lateriflora	1.7241	2.7778	1.3374	5.8393
9	Arbóreo	Ficus Maxima	Ficus Maxima	13.7931	11.1111	6.9335	31.8378
10	Arbóreo	Guarumbo	Cecropia obtusifolia	15.5172	11.1111	6.3555	32.9839
11	Arbóreo	Huano	Sabal japa	3.4483	5.5556	5.3867	14.3905
12	Arbóreo	Jabin	Piscidia piscipula	15.5172	8.3333	14.1212	37.9718
13	Arbóreo	Naranjache	Esenbeckia pentaphylla	1.7241	2.7778	1.0045	5.5064
14	Arbóreo	Negrito	Simaruba glauca	3.4483	5.5556	4.8740	13.8778
15	Arbóreo	Sacchaca	Dendropanax arboreus	1.7241	2.7778	2.2602	6.7621
16	Arbóreo	Tzalam	Lysolima latisiliqua	1.7241	2.7778	1.1650	5.6669
17	Arbóreo	Xuul	Lonchocarpus xuul	1.7241	2.7778	1.7178	6.2197
18	Arbóreo	Yaxnic	Vitex gaumeri	6.8966	5.5556	18.2418	30.6939
19	Arbóreo	Zapote	Manilkara zapota	6.8966	8.3333	13.5937	28.8236
20	Arbóreo	Zapotillo	Pouteria unilocularis	1.7241	2.7778	0.6553	5.1572
				100	100	100	300

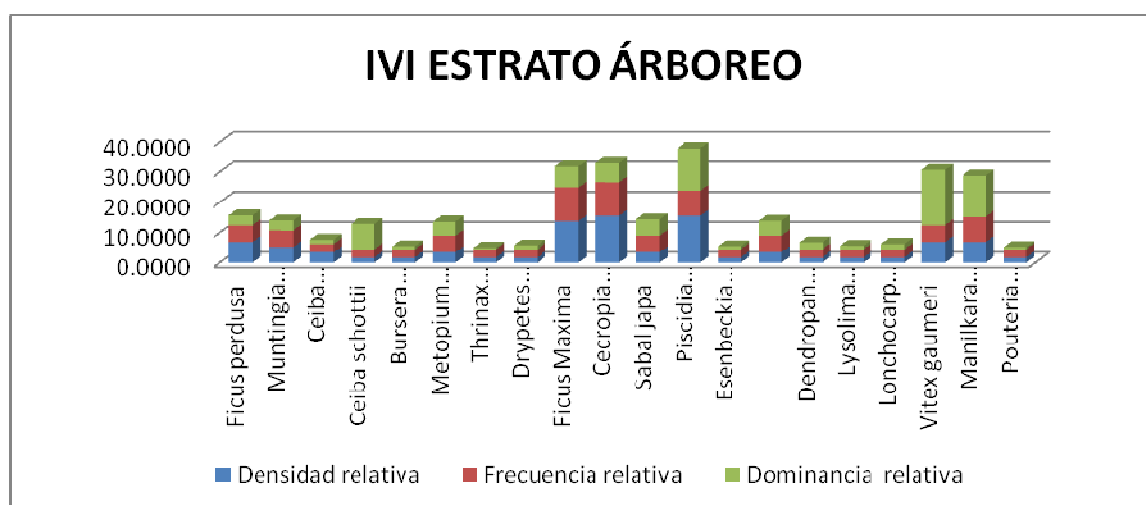


Figura 41. IVI del Estrato arbóreo

En cuanto a la estructura vertical, este oscila entre los 3m y hasta los 12m de altura en donde *Ceiba schottii* se encuentra dentro de las de mayor importancia alcanzando esta altura máxima.

Así mismo se calculo el Índice de diversidad para este estrato arrojando los siguientes resultados:

Índice de diversidad de Shannon-Wiener Estrato arbóreo	
Riqueza (S) =	20
H' Calculada =	2.6525
H max =	2.9957
Equidad (J) =	0.8854
H max - H' =	0.3433

Para el predie el índice de diversidad de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 2.6525, mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 2.9957, lo cual nos da un indica de equidad de 0.8854, esto Indica que las 20 especies de flora reportadas en este sitio presenta cada una el 88.5 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio

### Estrato Arbustivo

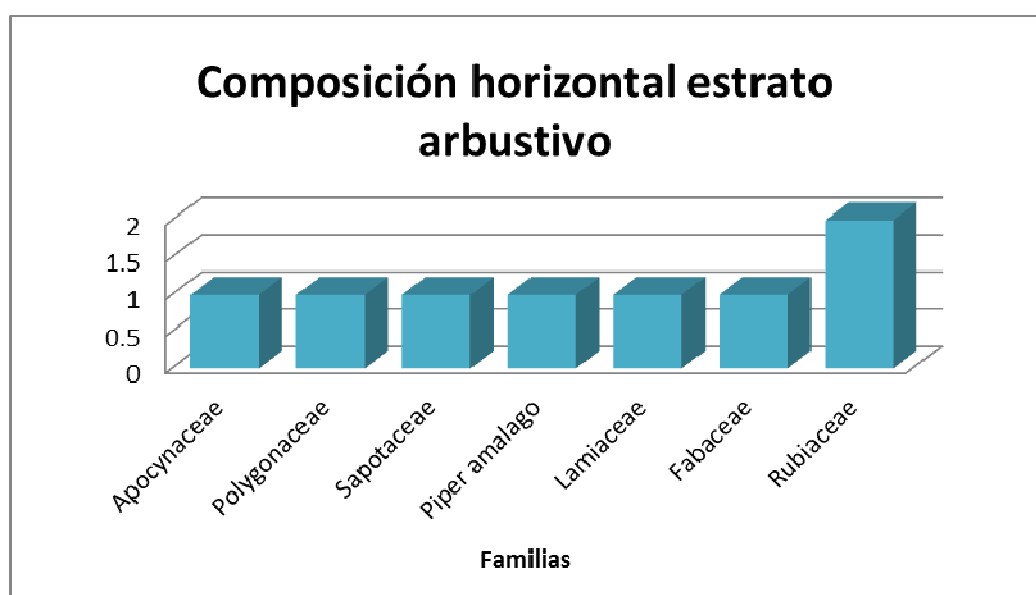


Figura 42. Composición horizontal del estrato arbustivo.

La estructura horizontal del estrato arbustivo está compuesto por 7 Familias, de las cuales la Rubiaceae está representada por 2 especies. De acuerdo al Índice de Valor de Importancia, *Thevetia gaumeri* es la más importante de acuerdo a su ocupación espacial en un IVI 41.613, seguida de *Lonchocarpus rugosus* en un con un IVI 59.26. Aquí no hay especies con especial atención, sin embargo todas las especies que resulten con IVI mas alto en el predio que en la cuenca seran sujetas a rescate y reubicación.

**Tabla 27. Análisis de la estructura cuantitativa del estrato arbustivo de la Selva Baja Subcaducifolia.**  
Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Dor- Dominancia relativa, I.V.I. Índice del Valor de Importancia, Da- Densidad absoluta.

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Arbustivo	Akitz	<i>Thevetia gaumeri</i>	28.5714	16.6667	44.6135	89.851
2	Arbustivo	Boob	<i>Coccoloba spicata</i>	3.5714	8.3333	1.4816	13.386
3	Arbustivo	Caimito	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	7.1429	8.3333	5.2680	20.744
4	Arbustivo	Cordonsillo	<i>Piper amalago</i>	14.2857	16.6667	6.5850	37.537
5	Arbustivo	Flor blanca	<i>Callicarpa acuminata</i>	7.1429	16.6667	10.0421	33.851
6	Arbustivo	Kanasin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	14.2857	16.6667	28.3156	59.267
7	Arbustivo	Tabaquillo	<i>Alseis yucatanensis</i>	3.5714	8.3333	2.6340	14.538
8	Arbustivo	Tastap	<i>Guettarda combsii</i>	21.4286	8.3333	1.0602	30.822
				100	100	100	300

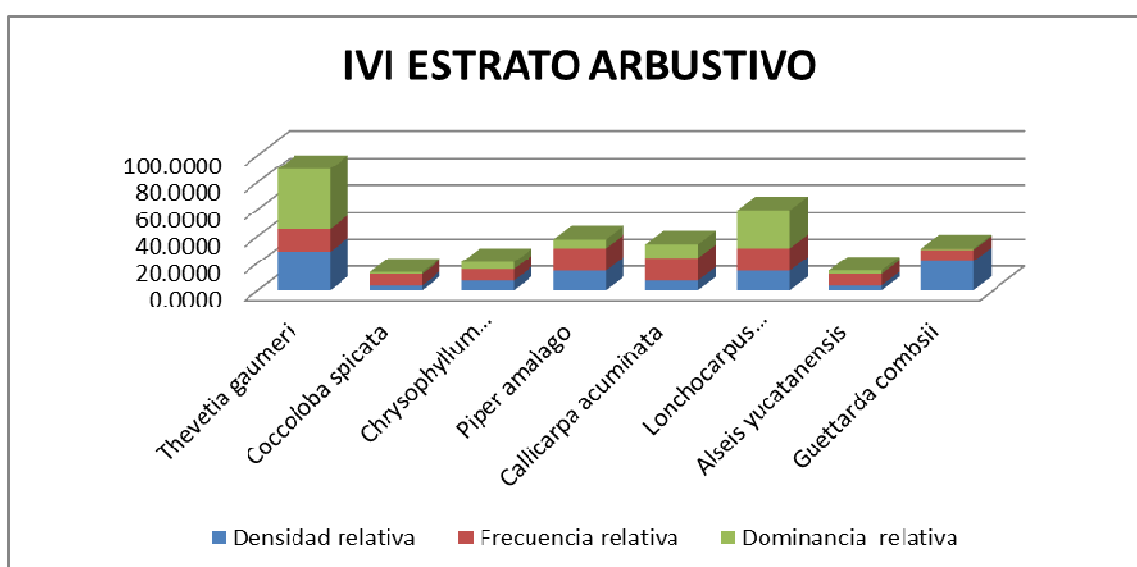


Figura 43. IVI del estrato herbáceo

En cuanto a su estructura vertical, este va desde los 1m hasta los 5m, en donde *Thevetia gaumeri* es la especie más sobresaliente.

Así mismo se calculo el Índice de diversidad para este estrato arrojando los siguientes resultados:

Índice de diversidad de Shannon-Wiener Estrato arbustivo	
Riqueza (S) =	8
H' Calculada =	1.8590
H max =	2.07944154
Equidad (J) =	0.894002
H max - H' =	0.2204

Para el predio el índice de diversidad de acuerdo con el método de Shannon Wiener para el estrato arbustivo fue calculado en 1.8590, mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 2.079, lo cual nos da un indica de equidad de 0.8945 esto Indica que las 8 especies de flora reportadas en este sitio presenta cada una el 89 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio.

### Estrato Herbáceo

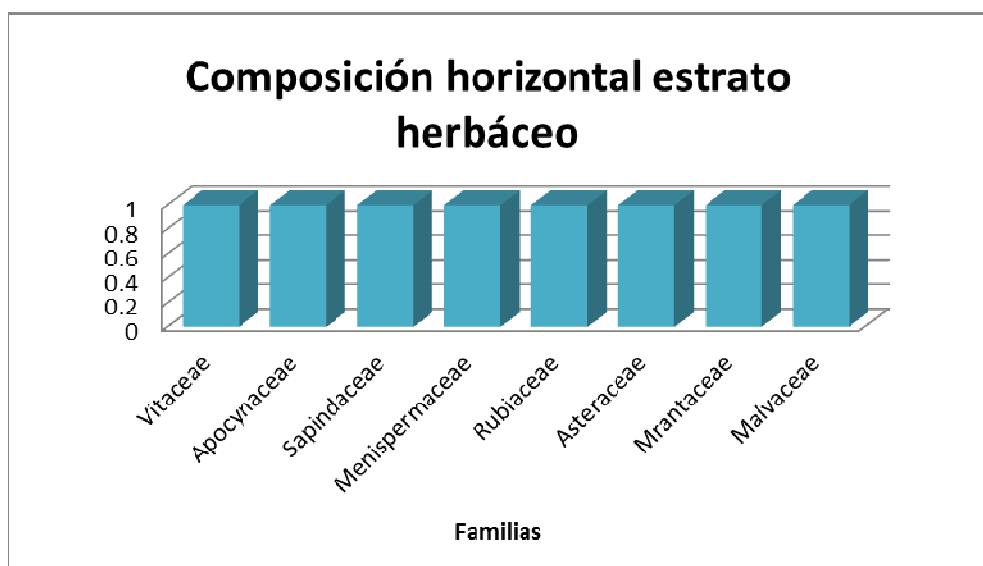


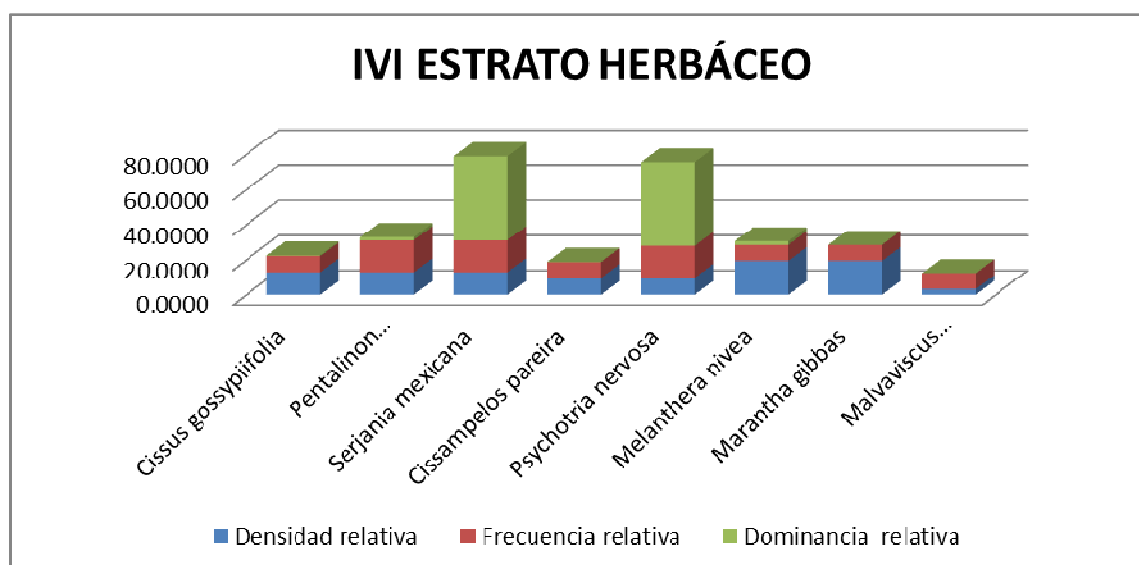
Figura 44. Composición horizontal del estrato herbáceo

La estructura horizontal del estrato herbáceo está compuesto por 8 Familias, mismas que se encuentran representadas por 1 especie cada una, ninguna con atención especial. De acuerdo al Índice de Valor de Importancia, *Serjania*

mexicana presenta un IVI de 78.86, seguido de *Psychotria nervosa* con un IVI de 75.54.

**Tabla 28. Análisis de la estructura cuantitativa del estrato herbáceo de la Selva Baja Subcaducifolia. Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Dor- Dominancia relativa, I.V.I. Índice del Valor de Importancia, Da- Densidad absoluta**

No.	Estrato	Familia	Nombre común	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Herbáceo	Vitaceae	Bejuco hoja aserrada	12.9032	9.0909	0.5048	22.4989
2	Herbáceo	Apocynaceae	Bejuco hoja de huaco	12.9032	18.1818	1.7807	32.8658
3	Herbáceo	Sapindaceae	Bejuco hoja de yaxnic	12.9032	18.1818	47.7846	78.8697
4	Herbáceo	Menispermaceae	Bejuco hoja redonda	9.6774	9.0909	0.0421	18.8104
5	Herbáceo	Rubiaceae	Café silvestre	9.6774	18.1818	47.6865	75.5457
6	Herbáceo	Asteraceae	Floresita roja	19.3548	9.0909	2.1032	30.5489
7	Herbáceo	Mρανtaceae	Platanillo	19.3548	9.0909	0.0841	28.5299
8	Herbáceo	Malvaceae	Tulipansillo	3.2258	9.0909	0.0140	12.3307
				100	100	100	300



**Figura 45. IVI del estrato herbáceo**

La estructura vertical está compuesta por algunas especies en regeneración que alcanzan hasta 4 m de altura como es el caso de *Cissus gossypifolia*.

Así mismo se calculo el Índice de diversidad para este estrato arrojando los siguientes resultados:

Índice de diversidad de Shannon-Wiener Estrato herbáceo	
Riqueza (S) =	8
H' Calculada =	1.9911
H max =	2.07944154
Equidad (J) =	0.957535
H max - H' =	0.088303

Para la cuenca el índice de diversidad de acuerdo con el método de Shannon Wiener para el estrato herbáceo fue calculado en 1.9911, mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 2.079, lo cual nos da un índice de equidad de 0.957, esto indica que las 8 especies de flora reportadas en este sitio presentan cada una el 95 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio.

#### 5.2.4. Especies vegetales en la NOM 059-SEMARNAT-2010.

Dentro del predio de estudio se tienen a las siguientes especies dentro de la Norma Oficial Mexicana: palma de chit *Thrinax radiata* (Amenazada). Por lo tanto todos los ejemplares de esta especie serán jinetos a rescate y reubicación.

#### 5.3 Estimación de la diversidad de Fauna por especie presentes en el predio.

A continuación se muestra el análisis realizado en cuanto a la fauna que se encuentra en el predio del proyecto, del cual se obtuvo la diversidad (riqueza, abundancia), mediante diversos índices, clasificándola en los diferentes grupos de vertebrados e invertebrados encontrados.

##### 5.3.1 Descripción del método de muestreo.

Para el muestreo de la fauna se aplicaron tres métodos diferentes, en donde se muestrearon roedores, quirópteros, mamíferos de talla mediana y grande y la realización de un listado de aves presentes en el sitio.

Para estimar la densidad y registrar las especies de roedores se colocaron dos cuadrículas con cinco trampas tipo Sherman ubicadas a 5 m de distancia entre ellas, cubriendo un área de 375 m<sup>2</sup>. Las trampas fueron cebadas con una mezcla

de avena y crema de cacahuate para atraer y garantizar la captura de los roedores, estas se mantuvieron activas durante 2 noches acumulando un esfuerzo total de 25/ trampa/ noche.

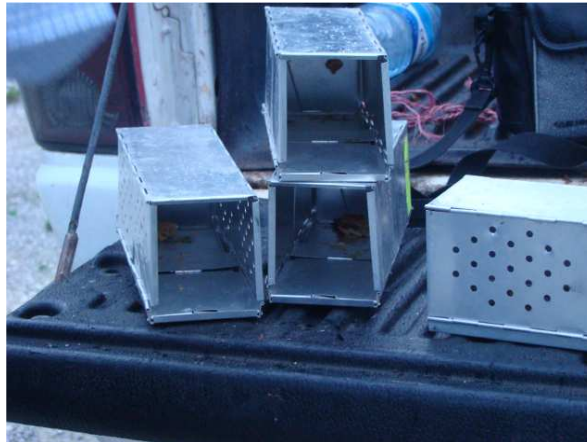


Figura 46. A) Trampas tipo Sherman cebadas;

Cada trampa fue revisada y cerrada por las mañanas para evitar capturas durante el día para evitar mayor estrés y riesgo de muerte por calor para los animales. En caso de captura los individuos serían identificados, sexados, marcados con pintura y liberados en el mismo sitio de su captura.

Para registrar las especies de quirópteros en el área, se colocó una red niebla entre las 19:00 y 22:00 hrs durante dos noches, muestreando dos sitios distintos en cada ocasión y de esta forma se acumuló un esfuerzo de muestreo de 6 horas/ red. La red se colocó a tres metros de altura y fue revisada cada 30 min. En caso de captura los individuos serían extraídos de la red, identificados, sexados y liberados.

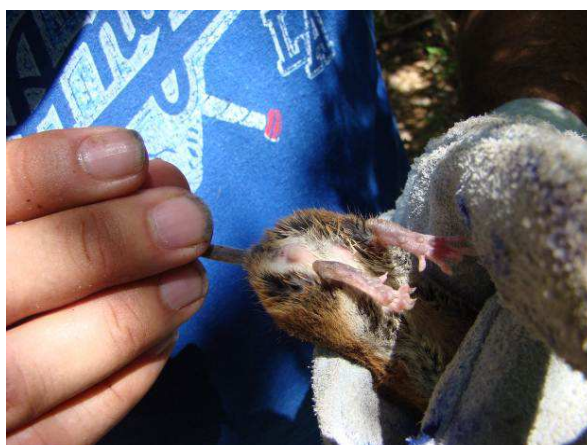


Figura 47. Marcado y sexado de mamíferos pequeños



Para registrar las especies de mamíferos de talla mediana y grande se dispusieron de cuatro cámaras trampa Marca Moultrie modelo Game Spy por tres días, lo que representa un esfuerzo de muestreo de 288 hrs/ cámara trampa.



**Figura 48. Colocación de la cámara trampa, sujeta al tronco de un árbol.**

Las cámaras se colocaron a una altura promedio de 35 cm y fueron programadas para hacer dos disparos al momento de detectar el movimiento de cualquier tipo de organismo. Estos se restablecían a los 60 seg. después del último disparo. Dos de las cámaras fueron cebadas con frutas como atrayente para especies frugívoras y herbívoras; y otras dos fueron cebadas con visceras de pollo como atrayente para especies carnívoras. La identificación de los mamíferos se basó en las descripciones de Ceballos y Oliva (2005).

Las cámaras fueron colocadas en senderos o brechas, y cerca de pasos o madrigueras que indicaron la presencia de fauna.

Para caracterizar la avifauna se utilizó el método de conteo por puntos, para ello se seleccionaron dos sitios, en cada punto se realizaron observaciones con duración de 30 minutos cada una, durante ese tiempo se observaron y anotaron todos los individuos que se percharon a los alrededores y los que pasaron volando. Las observaciones se realizaron entre las 06:00 a 08:00 hrs.

Al final, una vez recabada la información del número total de especies de los diferentes grupos registrados (Riqueza Específica [S]), además del conteo de todos los individuos pertenecientes a cada especie registrada (Abundancia), se elaboraron una serie de tablas y gráficos para representar lo anterior

Se obtuvieron 46 registros de animales, los cuales están representados en 4 grupos, 15 familias y 16 especies.

Tabla 29. Lista de especies predominantes en el sitio de estudio.						
No.	Grupo	Familia	Nombre común	Especies	Estatus	Total absoluto
1	Ave	Cathartidae	aura	<i>Cathartes aura</i>		2
2	Ave	Cracidae	Chachalaca	<i>Ortalis vetula</i>		5
3	Ave	Columbidae	Paloma morada	<i>Columba flavirostris</i>		2
4	Ave	Cuculidae	Garrapatero	<i>Crotophaga sulcirostris</i>		4
5	Ave	Cuculidae	Español vaquero	<i>Piaya cayana</i>		1
6	Ave	Icteridae	Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>		3
7	Ave	Icteridae	Calandria	<i>Icterus cucullatus</i>		2
8	Ave	Mimidae	Cenzontle	<i>Mimus gilvus</i>		2
9	Ave	Tyrannidae	Xtakay	<i>Tyrannus melancholicus</i>		1
10	Ave	Strigidae	Lechuza enana	<i>Glaucidium brasilianum</i>		1
11	Reptil	Corytophanidae	Tolok	<i>Basiliscus vittatus</i>		5
12	Reptil	Phrynosomatidae	Lagartija	<i>Sceloporus chrysostictus</i>		3
13	Reptil	Teiidae	Lagartija	<i>Ameiva undulata</i>		3
14	Anfibio	Leptodactylidae	Rana	<i>Smilisca baudini</i>		2
15	Mamífero	Canidae	Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>		1
16	Mamífero	Cricetidae	Raton	<i>Peromiscus yucatanicus</i>		2
17	Mamífero	Cricetidae	Rata	<i>Otodylomys phyllotis</i>		1
18	Mamífero	Didelphidae	Tlacoache	<i>Didelphys virginianus</i>		6

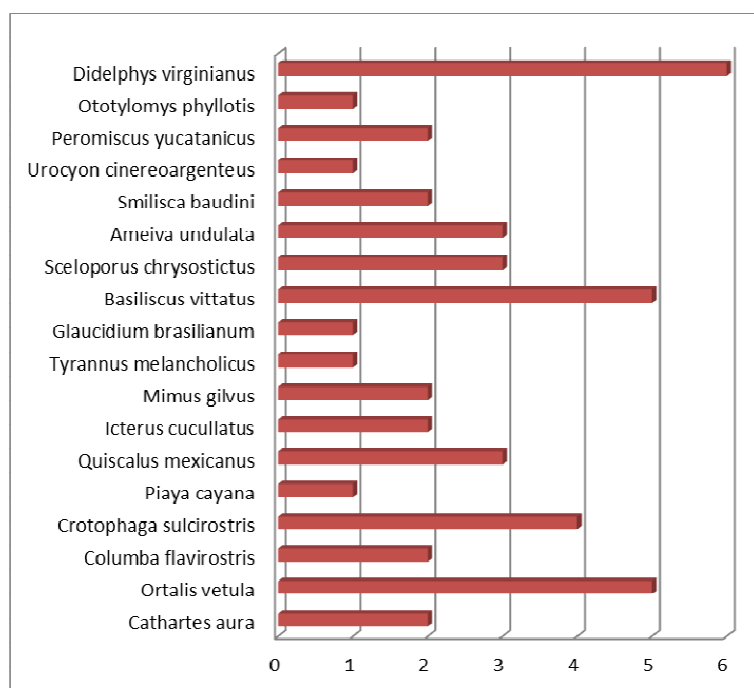


Figura 49. Número de individuos muestreados presentes en el ecosistema.

De los grupos el más representativo de todos fue el grupo de las aves teniendo un total de 9 individuos.

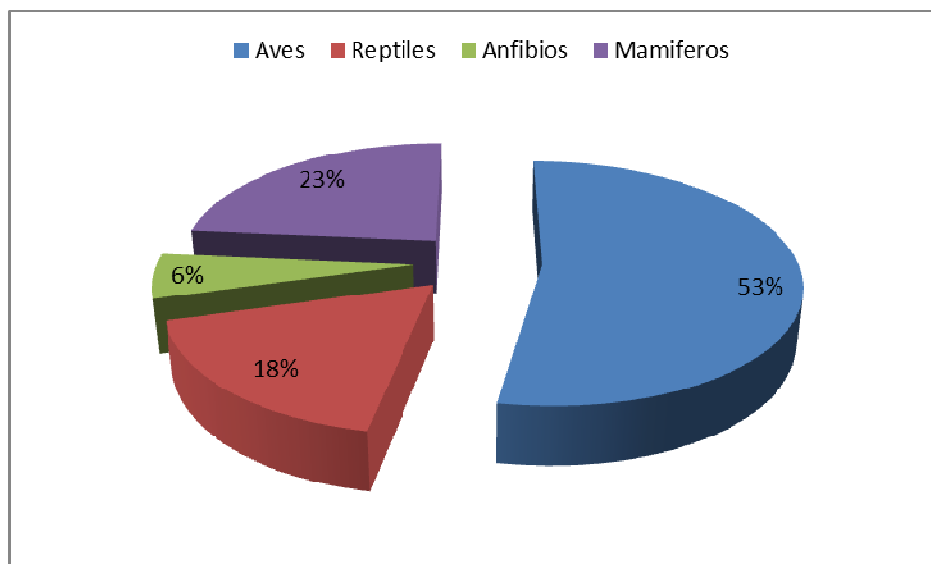


Figura 50. Abundancia por tipo de grupo registrados en el sitio de estudio.

El grupo de las aves resulto dominante en riqueza y abundancia general, en cuanto a la abundancia por especie, la Chachalaca (*Ortalis vetula*) resulto ser la que presenta un mayor número de individuos en comparación a todos los demás como se muestra en la gráfica presentada a continuación.

Así mismo para estimar la biodiversidad del ecosistema se calculó el índice de Shannon-Weiner con los datos directos recabados, los resultados obtenidos se pueden apreciar en el cuadro anterior.

Para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Dónde:

$H'$  = diversidad (bits/individuo).

$S$  = número de especies.

$P_i$  = proporción del número de individuos de la especie  $i$  con respecto al total ( $n_i/N$ ).

$n_i$  = número de individuos de la especie  $i$ .

$N$  = número de todos los individuos de todas las especies.

Finalmente para terminar el análisis del ecosistema se calculó el índice de equitatividad a través de la siguiente fórmula:

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

En donde:

$$H_{max} = Ln S$$

S= número de especies

(j: justness =equidad)

Los resultados obtenidos se pueden apreciar en el cuadro 4.6

Índice de iversidaddeShannon-Wiener Fauna	
Riqueza (S) =	18
H' Calculada =	2.729
H max =	2.833
Equidad (J) =	0.963
H max - H' =	0.104

Tabla 30. Abundancia relativa e Índice de Shannon-Weiner por grupo faunístico del sitio de estudio									
No.	Grupo	Familia	Nombre común	Especies	Estatus	Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Ave	Cathartidae	Aura	<i>Cathartes aura</i>		2	0.043	-3.135	-0.136
2	Ave	Cracidae	Chachalaca	<i>Ortalis vetula</i>		5	0.109	-2.219	-0.241
3	Ave	Columbidae	Paloma morada	<i>Columba flavirostris</i>		2	0.043	-3.135	-0.136
4	Ave	Cuculidae	Garrapatero	<i>Crotophaga sulcirostris</i>		4	0.087	-2.442	-0.212
5	Ave	Cuculidae	Español vaquero	<i>Piaya cayana</i>		1	0.022	-3.829	-0.083
6	Ave	Icteridae	Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>		3	0.065	-2.730	-0.178
7	Ave	Icteridae	Calandria	<i>Icterus cucullatus</i>		2	0.043	-3.135	-0.136
8	Ave	Mimidae	Cenzontle	<i>Mimus gilvus</i>		2	0.043	-3.135	-0.136
9	Ave	Tyrannidae	Xtakay	<i>Tyrannus melancholicus</i>		1	0.022	-3.829	-0.083
10	Ave	Strigidae	Lechuza enana	<i>Glaucidium brasilianum</i>		1	0.022	-3.829	-0.083
11	Reptil	Corytophanidae	Tolok	<i>Basiliscus vittatus</i>		5	0.109	-2.219	-0.241
12	Reptil	Phrynosomatidae	Lagartija	<i>Sceloporus chrysostictus</i>		3	0.065	-2.730	-0.178
13	Reptil	Teiidae	Lagartija	<i>Ameiva undulata</i>		3	0.065	-2.730	-0.178
14	Anfibio	Leptodactylidae	Rana	<i>Smilisca baudini</i>		2	0.043	-3.135	-0.136
15	Mamífero	Canidae	Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>		1	0.022	-3.829	-0.083
16	Mamífero	Cricetidae	Raton	<i>Peromyscus yucatanicus</i>		2	0.043	-3.135	-0.136
17	Mamífero	Cricetidae	Rata	<i>Ototylomys phyllotis</i>		1	0.022	-3.829	-0.083
18	Mamífero	Didelphidae	Tlacoache	<i>Didelphys virginianus</i>		6	0.130	-2.037	-0.266
<b>Riqueza S=18</b>						<b>46</b>	<b>100</b>		<b>2.729</b>

### 5.3.2 Especies animales en la NOM 059-SEMARNAT-2010.

No se registró ninguna especie enlistada en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**

### 5.4. Ubicación del predio respecto de las Áreas Naturales Protegidas

Como se puede apreciar en la imagen siguiente el predio donde se pretende instalar el proyecto no se encuentra dentro de ningún Área Natural Protegida, la más cercana se encuentra a más de 5 km de distancia y corresponde al Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil.

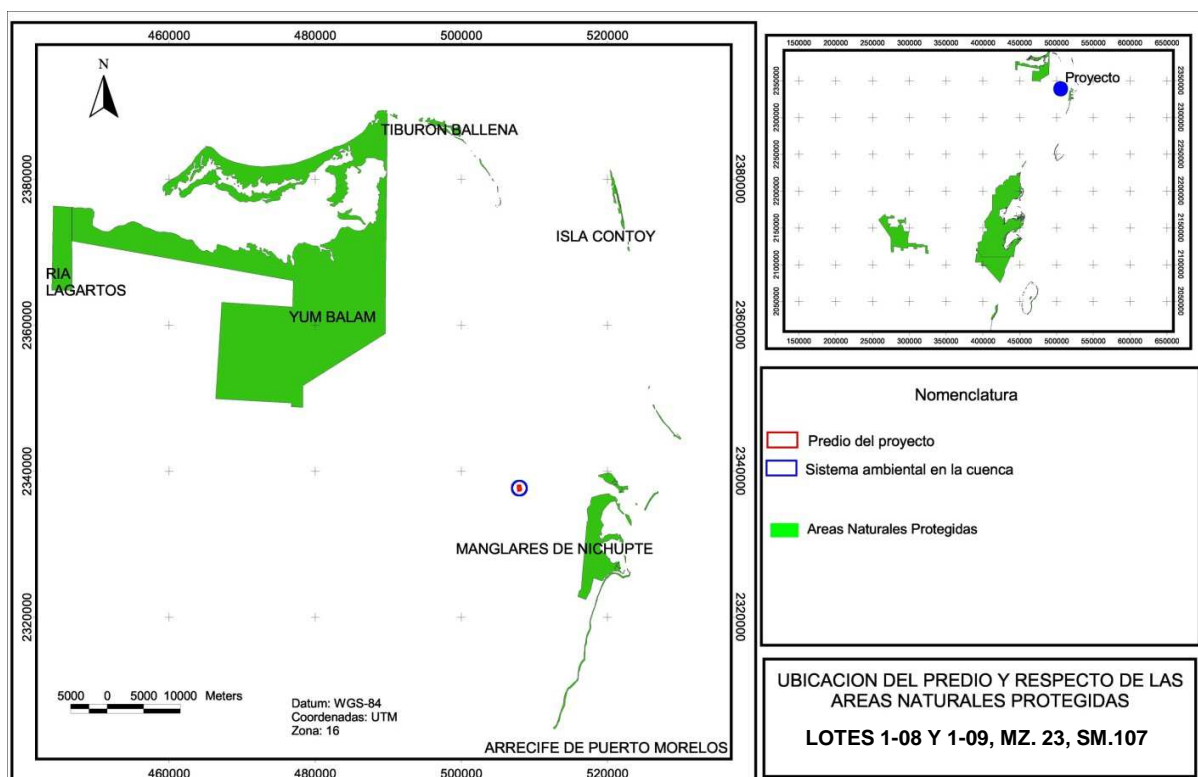


Figura 51. Localización del predio respecto de las ANP

### 5.5. Relieve y pendiente media

Relieve.

En cuanto a la topografía del terreno que presenta una altura máxima de 16 msnm en la sección norte del predio y va disminuyendo paulatinamente conforme se avanza hacia el sur del terreno donde alcanza la altura mínima de 12 msnm

### Pendiente media del terreno

Para la estimación de la pendiente media del terreno se trabajó con el lienzo clasificado en alturas sobre el nivel del mar obtenido en la estimación del relieve del terreno, observando prácticamente que solo existe un apendiente en el terreno de 2 grado, que va de Oeste a Este del predio, por lo cual se considera que el terreno es una superficie practicamente plana.

Si el nivel de la parte alta es de 16 msnm y la elevación en la parte baja es de 12 msnm, entonces la diferencia en elevaciones es de 1 m. Si la longitud del terreno es de 400 m entre las más alta y la más baja, entonces la pendiente media del terreno seria de

$$S = (16 - 12) / 675$$

$$S = 0.0059 \text{ o sea que } S = 0.6 \%$$

<b>Tabla 31. Inclinação de la pendiente (en grados)</b>
0-2 (planas)
2-5 (muy poco inclinadas)
5-10 (poco inclinadas)
10-15 (medianamente inclinadas)
15-30 (fuertemente inclinadas)
30-50 (muy fuertemente inclinadas)
➤ 50 (escarpadas)

Fuente: Carta Topográfica de INEGI, escala 1:250,000, digitalizadas.

### 5.6 Uso actual del terreno y estado de la vegetación.

El uso de suelo actual del terreno es de conservación, ya que actualmente el terreno cuenta con una cobertura vegetal de tipo acahual, el cual esta sometido a presiones antropogenicas todo el tiempo, ya que se ubica en una zona urbada en pleno desarrollo, por lo cual al ser un terreno sin aprovechamiento, lo proyectos vecinos lo usan como tiradero de basura y cualquier otro tipo de desechos.



**Figura 52.-** tiradero de residuos y escombros.



**Figura 53.-** Tiradero de escombros.

En cuanto al estado de la vegetación se considera en que en su mayoría presenta un buen estado de degradación por la constante invasión antropogénica en la zona, al hecho de que la vegetación actualmente corresponde a un acahual, el cual también ha sido afectado por fenómenos meteorológicos en la zona y otras circunstancias adversas al proyecto.

Con referencia a la distribución de la vegetación por estrato se pueden apreciar las 3 categorías, arbóreo, arbustivo y herbáceo, lo cual indica que es un acahual en proceso de desarrollo pero que al mismo tiempo está siendo deteriorado.

### **5.7 Edafología.**

La edafología de la zona, está representada por suelos arenosos de tipo leptosol, son suelos limitados en profundidad por roca dura continua dentro de los primeros 25 cm. desde la superficie hasta el límite con el estrato rocoso.

En cuanto al estado actual del suelo presente en el predio no presenta ningún grado de erosión de acuerdo a los recorridos en campo, sin embargo se presenta en el Capítulo VII la estimación de la erosión actual del suelo y la que se generaría tras realizar el cambio de uso de suelo, de lo cual en resumen podemos comentar que en el estado actual de terreno no se genera erosión del suelo, y aunque se realizar el cambio de uso de suelo en la superficie solicitada de 17.712 has la erosión que se generara es mínima y se podrá controlar con las medidas de mitigación propuestas en el capítulo 10 del presente ETJ.

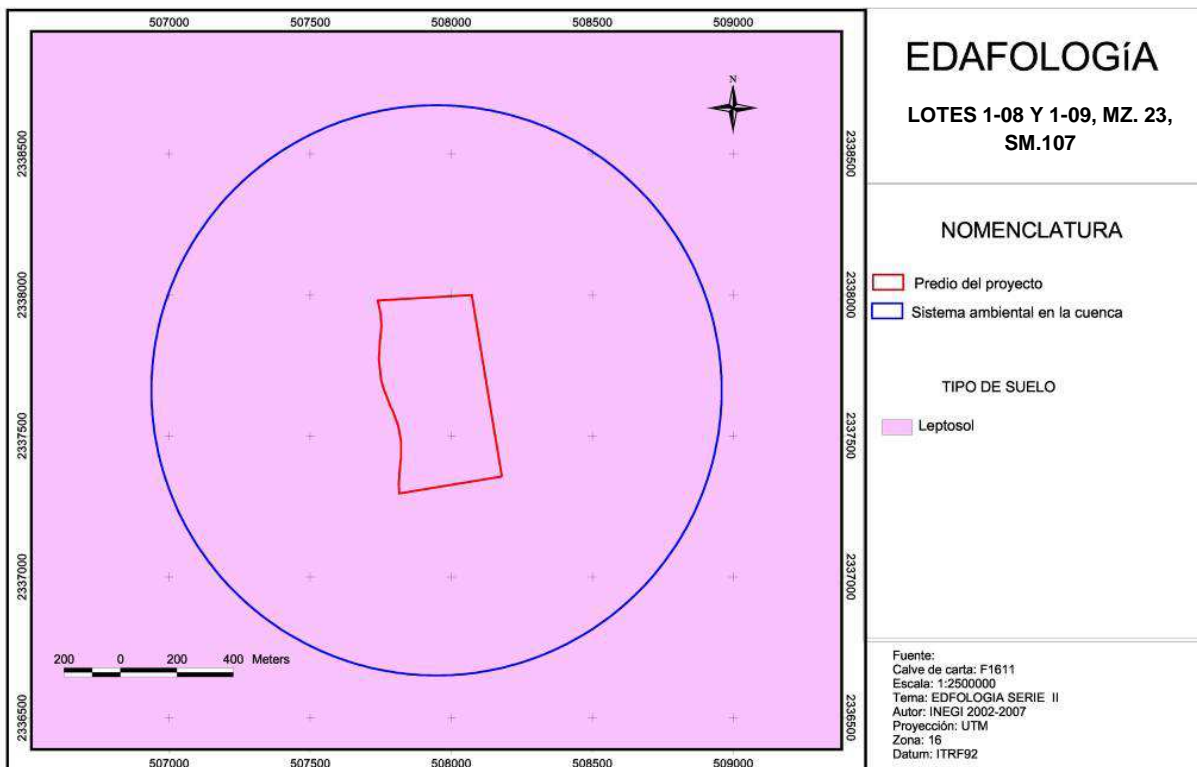


Figura 54. Mapa de Edafología del predio

## 5.8 Clima

El clima en el área de estudio, es cálido subhúmedo con lluvias en verano, la precipitación del mes más seco es 60 mm, cuyo subtipo climático es Aw0 (x'), con un porcentaje de lluvia invernal mayor a 10.2 mm, con base en la clasificación del INEGI de la carta de Climas 1:250000.



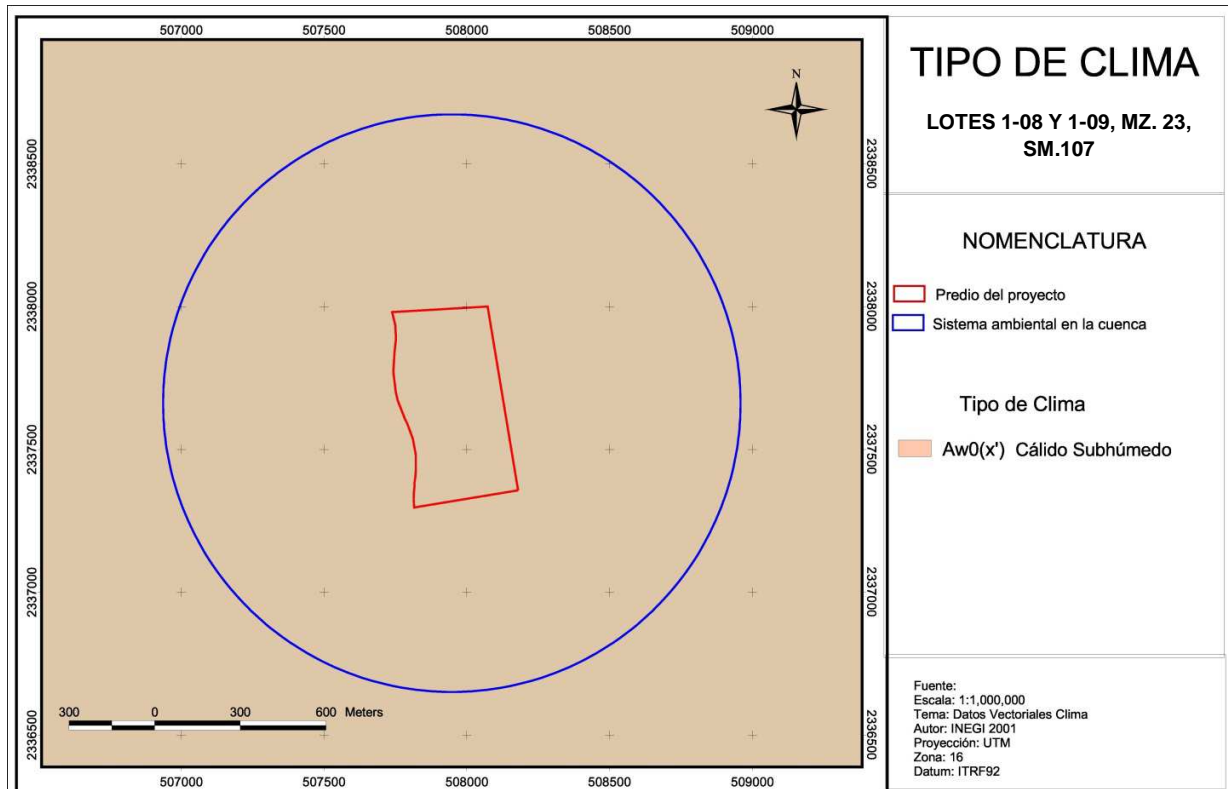


Figura 55. Mapa de clima del predio

La precipitación media anual corresponde a 1300 mm. La temporada de lluvia comprende de mayo a octubre, presentándose los niveles máximos de precipitación entre junio y septiembre. La temporada de estiaje comprende los meses de noviembre a abril.

## 5.8 Geología

Con base en la Carta Geológica 1:250000 del INEGI, el predio presenta una clase Sedimentaria, con tipo de roca caliza, proveniente de la Era geológica Cenozoica, del sistema Neogeno.

Por las características geológicas de la Península, ésta no es susceptible a fenómenos geológicos como terremotos, derrumbes o hundimientos, actividad volcánica, etc. por lo que el presente proyecto no es susceptible a ser dañado por alguno de estos fenómenos geológicos. En cambio lo que se debe tomar en cuenta son los fenómenos meteorológicos representados desde las tormentas tropicales hasta los huracanes que por la velocidad de los vientos que presentan podrían ocasionar daños al proyecto. De acuerdo a los desarrolladores los

estudios de mecánica de suelos realizados en el lugar permiten construir el proyecto siendo las estructuras adecuadas para el sitio.

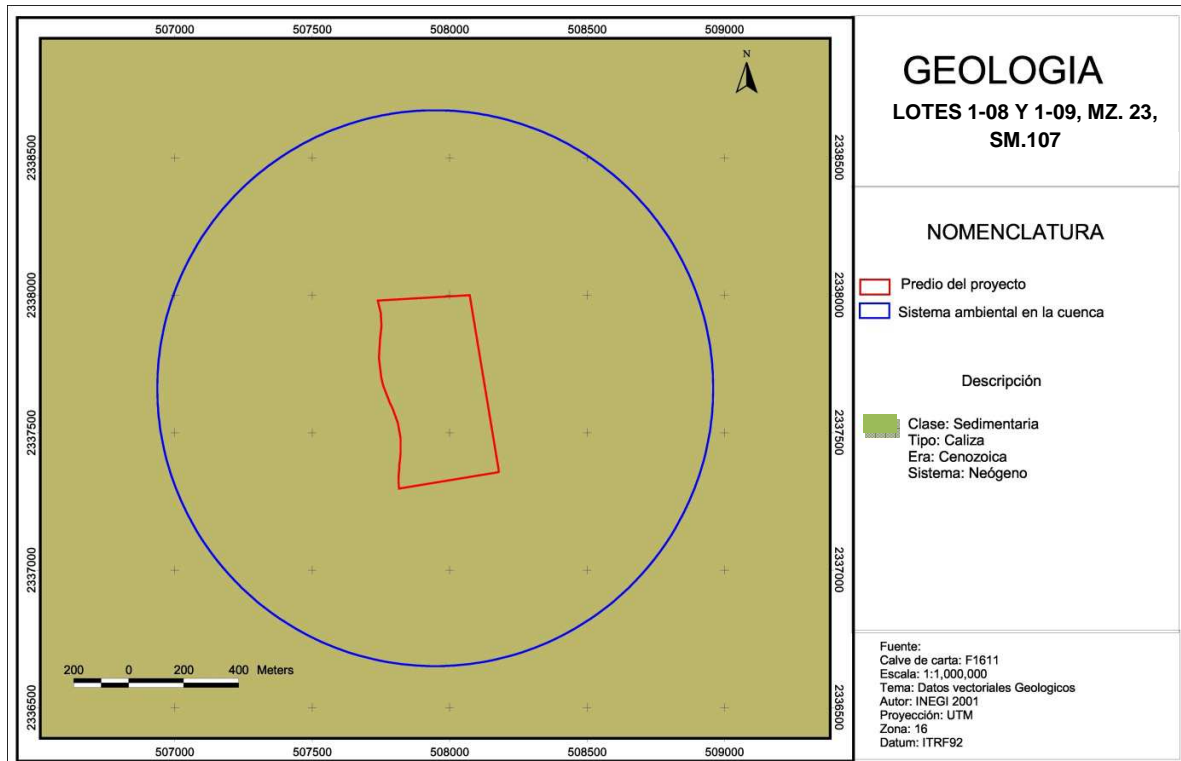


Figura 56. Mapa de Geología del predio

## 5.8 Hidrología

En cuanto a la hidrología del predio conforme a la topografía del mismo este no presente escurrimientos superficiales ya que prácticamente en un terreno plano, tampoco presenta cuerpos de agua en su interior

En cuanto a la hidrología subterránea por las características geológicas e hidrológicas que se han mencionado en el predio, se tiene una gran permeabilidad en el predio; en su superficie se presenta la percolación de las aguas de lluvia y la presencia de una zona de saturación con mayor o menor velocidad de circulación..

# CAPÍTULO 6

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

El predio donde se pretende establecer el proyecto “**LOTES 1-08 Y 1-09, MZ. 23, SM.107**” está ubicado en la comunidad de Cancún, en el Municipio de Benito Juárez, del Estado de Quintana Roo.

La superficie total del predio es de **23.365 has**, y la superficie del predio en donde se pretende realizar el cambio de uso de suelo corresponde a **17.762 has**, lo cual representa un 76 % de la superficie total del predio.

El objetivo del presente muestreo fue únicamente obtener los volúmenes de los ejemplares arbóreos para estimar los posibles volúmenes que se alteraran cuando se realice el desmonte de la superficie solicitada para la instalación del proyecto para cubrir lo requerido en el presente capítulo.

### 6.1. ESTUDIO DASOMÉTRICO

#### 6.1.1. Diseño de Muestreo

El diseño de muestreo y ubicación de los sitios a muestrear fue realizado de manera aleatoria, en total se levantaron 7 sitios rectangulares de 20 x 25 m (500m<sup>2</sup>) para evaluar la vegetación arbórea en el Estrato 1 y 1 subsitio de 2 x 2 m (4m<sup>2</sup>) para evaluar el estrato arbustivo y herbáceo.

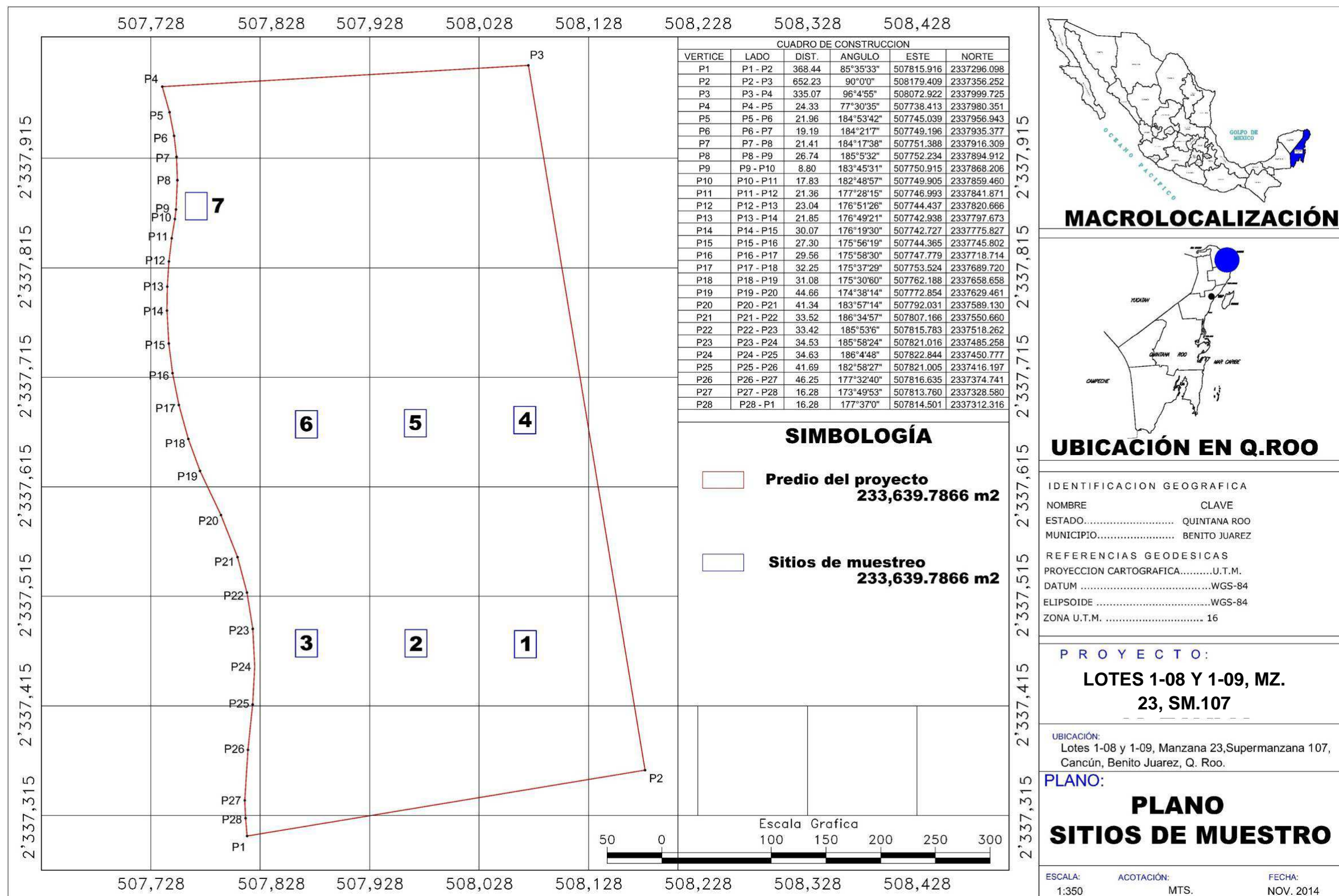


Figura 57. Identificación del sitio de muestreo

<b>Tabla 32. Ubicación geográfica de los sitios de muestreo</b>		
Sitio	Coordenadas geográficas en UTM con Datum WGS-84	
	X	Y
1	508079	2337461
2	507997	2337446
3	507871	2337446
4	508083	2337666
5	507981	2337625
6	507886	2337680
7	507810	2337977

### 6.1.2. Levantamiento de datos del arbolado

En los 500 m<sup>2</sup> de cada sitio (25 x 20 m) se levantó información de todos los árboles de 10 cm de diámetro normal en adelante.



**MACROLOCALIZACIÓN**



**UBICACIÓN EN Q.ROO**

IDENTIFICACION GEOGRAFICA

NOMBRE ..... CLAVE  
ESTADO..... QUINTANA ROO  
MUNICIPIO..... BENITO JUAREZ  
REFERENCIAS GEODESICAS  
PROYECCION CARTOGRAFICA.....U.T.M.  
DATUM .....WGS-84  
ELIPSOIDE .....WGS-84  
ZONA U.T.M. .... 16

**PROYECTO:**

**LOTES 1-08 Y 1-09, MZ.  
23, SM.107**

UBICACIÓN:  
Lotes 1-08 y 1-09, Manzana 23, Supermanzana 107,  
Cancún, Benito Juárez, Q. Roo.

**PLANO:**

**PLANO  
SITIOS DE MUESTRO**

ESCALA: 1:350 ACOTACIÓN: MTS. FECHA: NOV. 2014

Figura 58. Mapa de distribución de los sitios de muestreo

### 6.1.3. Variables levantadas

En cada sitio levantado se registró la siguiente información:



Figura 59. Cada sitio levantado fue marcado con su número de sitio correspondiente y se delimitaban por sus cuatro lados con cinta amarilla, con lo cual se tenía precisión al levantar el número de ejemplares por sitio.

- **Número de sitio.** Esta asignación se llevó a cabo sobre los planos, y durante los trabajos de campo únicamente se localizaba el punto realizando brechas de sitio a sitio, sin que exista una red de brechas sobre el terreno, únicamente los trabajadores abrían una pequeña brecha donde pudiera caminar una persona para poder llegar al siguiente sitio, una vez en el sitio se delimitaba y se le colocaba una marca en un árbol donde se indicaba el número de sitio.
- **Número de árbol.-** Se tomaron los datos en forma de zig-zag sobre el sitio iniciando de la esquina que fue georeferenciada asignándole un número consecutivo a cada ejemplar encontrado.



Figura 60. A cada árbol registrado se le colocaba un número consecutivo con aerosol fluorescente, para su identificación

- **Especie.-** Se anotó el nombre común de cada especie.
- **Diámetro Normal (DN).-** Se utilizó una forcípula metálica para la medición del diámetro de árboles en pie, se tomó de acuerdo a los estándares mundiales que se establecen a 1.30 m del suelo.



Figura 61. A cada ejemplar registrado se le media el diámetro normal a 1.3 m de altura, con la ayuda de la forcípula

- **Altura Total (AT).-** Con la ayuda de un estadal graduado métricamente a cada 10 cm, se midió la altura total de cada árbol desde el nivel del suelo hasta su extremo superior.
- **Altura al fuste limpio (AFL).-** Se midió con el estadal desde el nivel del suelo a las primeras ramas de la copa.



Figura 62. A cada ejemplar registrado se le media su altura total y de fuste limpio. Las alturas se midieron con la ayuda del estadal graduado métricamente.



#### 6.1.4. Equipo utilizado.

Para la realización de la toma de datos se utilizó el siguiente equipo y materiales:

- Estadal graduado métricamente a cada 10 cm, para medir alturas.
- Forcípula graduada.
- Machete.
- Geoposicionador satelital Garmin con una precisión de  $\pm 30$  cm) (Figura 50).
- Cámara fotográfica digital
- Cinta métrica de 50 metros
- Pintura en aerosol color rosa fluorescente
- Libreta de campo
- Lápices de grafito
- Plumones permanentes
- Cinta amarilla

#### 6.1.5. Análisis de la información

Se realizó un análisis estadístico con la ayuda del programa de computación Excel, con el que se obtuvieron los estimadores de los parámetros de las variables dasométricas de número de árboles por hectárea, diámetro normal y altura total promedios, área basal, volumen total, volumen fuste limpio.

#### 6.1.6. Fórmulas utilizadas

Para estimar el área basal y volumen total y volumen de fuste limpio se utilizaron las siguientes fórmulas:

- **ÁREA BASAL**

El área basal (AB) es la superficie de un corte transversal del árbol medido a la altura de pecho. El AB de cada individuo se calcula con la siguiente fórmula:

$$AB = RAP^2 \times \pi = \frac{DAP^2}{4} \times 3.1416 = DAP^2 \times 0.7854$$

Siendo:

RAP = radio a la altura de pecho

DAP = diámetro a la altura de pecho

- VOLUMEN DE FUSTE LIMPIO

Con los datos de campo (DAP y altura del fuste limpio) se calculó el volumen del fuste limpio con corteza, para lo cual en la fórmula aplicada se deducen las siguientes variables:

Forma. Se aplican las tablas de volúmenes elaboradas por la empresa MIQROO (de los Santos, 1976) para la formulación de su plan de ordenación. Las mismas consideran un coeficiente mórfo que varía de 0.5 a 0.7 según la especie. La formulación de las tablas se basó en un muestreo de campo intensivo utilizando el método del árbol tipo.

Volúmenes deducibles. Se deduce en forma automática los volúmenes estimados de tocón y de saneo, utilizando asimismo las tablas elaboradas con tal fin por la empresa MIQROO.

Aplicando los factores anteriores se obtiene el volumen del fuste limpio cortable, calculado con corteza y con las correspondientes deducciones de los volúmenes correspondientes al tocón y saneo.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo son las siguientes:

ESPECIES	FÓRMULA
BLANDAS	$VFL = 0.01247 + 0.000047554 \times DAP^2 \times AFL$
DURAS	$VFL = 0.00842 + 0.000050894 \times DAP^2 \times AFL$

Dónde:

VFL = Volumen del fuste limpio

DAP2 = Diámetro al cuadrado

AFL = Altura del fuste limpio

- VOLUMEN TOTAL ÁRBOL

Para el cálculo del volumen total se aplica un factor de conversión del volumen del fuste limpio al volumen del fuste total (volumen total árbol). Para ello se aplican las fórmulas utilizadas en el Inventario Nacional Forestal de 1968, que estima dicho parámetro sumando al volumen del fuste limpio el volumen de la rama principal, procediendo en forma sucesiva hasta llegare a la copa.

Volumen total árbol = Volumen del Fuste Limpio x factor Fn

Los factores  $F_n$  utilizados varían de 1.401 hasta 2.510 según la especie, a saber:

ESPECIES	Factor $F_n$
Chechen	2.018
Chaca	2.153
Tzalam	2.324

Estos resultados se tomaron de los resultados que arrojó el estudio de campo intensivo de biomasa que se realizó en el ejido Noh Bec (Martin, 1988), el cual arroja factores que oscilan de 1.44 para especies blandas (incluyendo preciosas) y de 2.30 para especies duras.

### 6.1.7. Justificación de las fórmulas utilizadas

Las fórmulas utilizadas para la estimación de volúmenes, como tal se han aplicado para la elaboración de:

- Programa de Manejo Forestal Simplificado del ejido Los Divorciados, 2009, SPFEQROO
- Programa de Manejo Forestal Simplificado del ejido Chacchoben, 2009, SPFEROO

## 6.2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DASOMÉTRICO

### 6.2.1. Intensidad de muestreo

Se levantaron 7 sitios de muestreo de 500 m<sup>2</sup> en el predio, donde la intensidad de muestreo para los diámetros mayores o iguales a 10 cm fue de 1.49%. La intensidad se estimó con la siguiente fórmula:

$$IM(\%) = \left( \frac{Sup. \text{ muestreada } (ha)}{Sup. \text{ total } (ha)} \right) * 100$$

$$IM_{(\geq 7cm)}(\%) = \left( \frac{3,500 (m^2)}{233636.4 (m^2)} \right) * 100 = 1.49\%$$

Dónde:

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

IM(> 7 cm) = Intensidad de muestreo para árboles mayores o igual a 10 cm de dn.

IM(reg) = Intensidad de muestreo para regeneración natural.

Los resultados de su aplicación indican que se alcanzó una intensidad de muestreo muy aceptable en todos los casos.

## 6.2.2. Valores estimados por sitio muestreado

Los datos obtenidos mediante el muestreo se procesaron programa Excel, para calcular el área basal, volumen de fuste limpio y volumen total del árbol, los cuales se muestran a continuación:

No. SITIO	AB/sitio (m <sup>2</sup> )	VFL/sitio (m <sup>3</sup> )	VT/sitio (m <sup>3</sup> )
1	0.085	0.194	0.450
2	0.583	1.538	3.575
3	0.049	0.199	0.463
4	0.200	0.532	1.235
5	0.154	0.406	0.945
6	0.071	0.187	0.435
7	0.180	0.581	1.351
<b>TOTALES</b>	<b>1.321</b>	<b>3.638</b>	<b>8.454</b>

## 6.3. EXISTENCIAS

### 6.3.1. Diversidad

El inventario forestal que se realizó en el predio, arrojó la presencia de 20 especies con diámetros normales a partir de 10 cm, en el siguiente cuadro, se presenta la diversidad de las especies encontradas en los sitios muestreado, y el promedio de cada una de ellas en el predio.

No.	Nombre común	Nombre científico	Totales			%
			Total/sitios	Prom/ha.	Prom/predio	
1	Amatillo	Ficus perdusa	4	11	267	7
2	Capulincillo	Muntingia calabura	3	9	200	5
3	Ceiba	Ceiba pentandra	2	6	134	3
4	Pochote	Ceiba schottii	1	3	67	2

Tabla 34.- Diversidad de especies muestreadas en el predio						
No.	Nombre común	Nombre científico	Totales			
			Total/sitios	Prom/ha.	Prom/predio	%
5	Chaca	Bursera simaruba	1	3	67	2
6	Chechem	Metopium brownei	2	6	134	3
7	Chit	Thrinax radiata	1	3	67	2
8	Ekulub	Drypetes lateriflora	1	3	67	2
9	Ficus Máxima	Ficus Maxima	8	23	534	14
10	Guarumbo	Cecropia obtusifolia	9	26	601	16
11	Huano	Sabal japa	2	6	134	3
12	Jabín	Piscidia piscipula	9	26	601	16
13	Naranjache	Esenbeckia pentaphylla	1	3	67	2
14	Negrilo	Simaruba glauca	2	6	134	3
15	Sacchaca	Dendropanax arboreus	1	3	67	2
16	Tzalam	Lysolima latisiliqua	1	3	67	2
17	Xuul	Lonchocarpus xuul	1	3	67	2
18	Yaxnic	Vitex gaumeri	4	11	267	7
19	Zapote	Manilkara zapota	4	11	267	7
20	Zapotillo	Pouteria unilocularis	1	3	67	2
Total			58	166	3872	100

Los resultados del inventario forestal demuestran que el área muestreada se encuentra ocupada con más abundancia de la especie llamada Cecropia obtusifolia y Piscidia piscipula con 16% cada una, posteriormente se encuentra el Ficus Máxima con un 14%, , las cuales representan el 46% de la población total del predio siendo estas las más representativas, en cuanto a las demás especie su abundancia es menor y se reparten entre las 17 especies restantes el 54% de la diversidad del predio, lo cual se puede observar claramente en la siguiente figura.

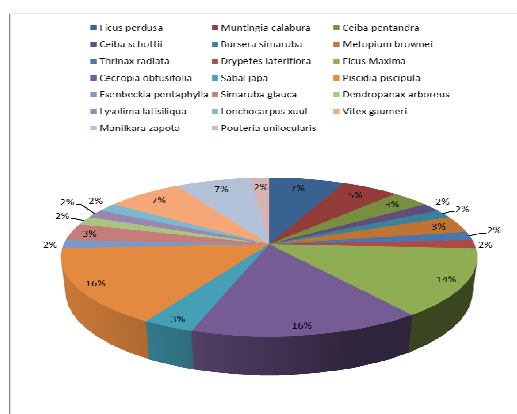


Figura 63. % de diversidad de especies por hectárea

### 6.3.2. Área basal

Se estimó el área basal para todas las especies que se registrarán durante el inventario forestal, obteniendo los siguientes resultados por hectárea.

<b>Tabla 35.- Distribución del área basal por hectárea m2</b>			
	Por hectárea	En el predio	
Especies	AB	AB	%
Amatillo	0.122	2.843	3.2
Capulincillo	0.122	2.859	3.2
Ceiba	0.055	1.279	1.5
Pochote	0.316	7.373	8.4
Chaca	0.038	0.886	1.0
Chechem	0.173	4.053	4.6
Chit	0.018	0.425	0.5
Ekulub	0.050	1.180	1.3
Ficus Máxima	0.262	6.116	6.9
Guarumbo	0.240	5.606	6.4
Huano	0.203	4.751	5.4
Jabin	0.533	12.456	14.1
Naranjache	0.038	0.886	1.0
Negrilo	0.184	4.299	4.9
Sacchaca	0.085	1.994	2.3
Tzalam	0.044	1.028	1.2
Xuul	0.065	1.515	1.7
Yaxnic	0.689	16.090	18.2
Zapote	0.513	11.990	13.6
Zapotillo	0.025	0.578	0.7
<b>Total</b>	<b>3.775</b>	<b>88.206</b>	<b>100.0</b>

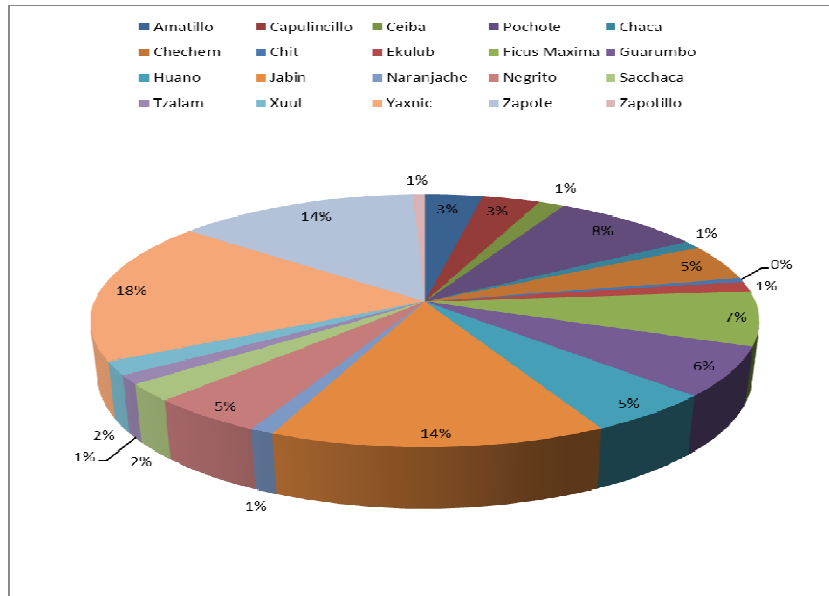


Figura 64. Distribución del Área Basal por especie promedio por hectárea.

Tomando los resultados del área basal por hectárea (3.777 m<sup>2</sup>) arrojados en la zona del proyecto podemos definir que el tipo de vegetación presente en el predio corresponde a un acahual derivado de selva mediana subperennifolia, con base en la definición de acahual que maneja el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en su artículo 2, que a la letra indica:

*Artículo 2. Para los efectos del presente Reglamento, además de la terminología contenida en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se entenderá por:*

*I. Acahual, vegetación secundaria nativa que surge de manera espontánea en terrenos preferentemente forestales que estuvieron bajo uso agrícola o pecuario en zonas tropicales y que:*

*a) En selvas altas o medianas, cuenta con menos de quince árboles por hectárea con un diámetro normal mayor a veinticinco centímetros, o bien, con un área basal menor a cuatro metros cuadrados por hectárea*

Así mismo la zona cuando era ejidal se desarrollaban actividades antropógenicas como son las agrícolas y ganaderas que provocaron el estado secundario de la vegetación, provocando la presencia del acahual

### 6.3.3. Volúmenes.

En volumen las especies de tinto, jabin y zapote muestran una mayor valor debido a que presentan diámetros más grandes. En el siguiente cuadro se presenta la distribución del volumen de fuste limpio y volumen total por hectárea para la zona del proyecto.

Tabla 36.- Distribución de volúmenes por hectárea (m3/has.)					
ESPECIE	Por Hectárea		En el Predio		%
	VFL	VTA	VFL	VTA	
Amatillo	0.369	0.858	8.631	20.058	3.6
Capulincillo	0.259	0.602	6.052	14.065	2.5
Ceiba	0.180	0.417	4.195	9.750	1.7
Pochote	1.046	2.432	24.450	56.822	10.1
Chaca	0.073	0.170	1.710	3.975	0.7
Chechem	0.505	1.173	11.789	27.397	4.9
Chit	0.054	0.124	1.250	2.905	0.5
Ekulub	0.139	0.322	3.238	7.524	1.3
Ficus Máxima	0.557	1.293	13.003	30.219	5.4
Guarumbo	0.779	1.811	18.202	42.302	7.5
Huano	0.381	0.886	8.911	20.708	3.7
Jabín	1.791	4.162	41.844	97.247	17.2
Naranjache	0.110	0.256	2.572	5.976	1.1
Negrito	0.318	0.739	7.430	17.267	3.1
Sacchaca	0.218	0.506	5.084	11.814	2.1
Tzalam	0.075	0.175	1.761	4.092	0.7
Xuul	0.150	0.349	3.508	8.152	1.4
Yaxnic	1.615	3.754	37.737	87.702	15.5
Zapote	1.722	4.002	40.233	93.501	16.6
Zapotillo	0.053	0.123	1.236	2.873	0.5
Total	10.394	24.155	242.834	564.347	100.0

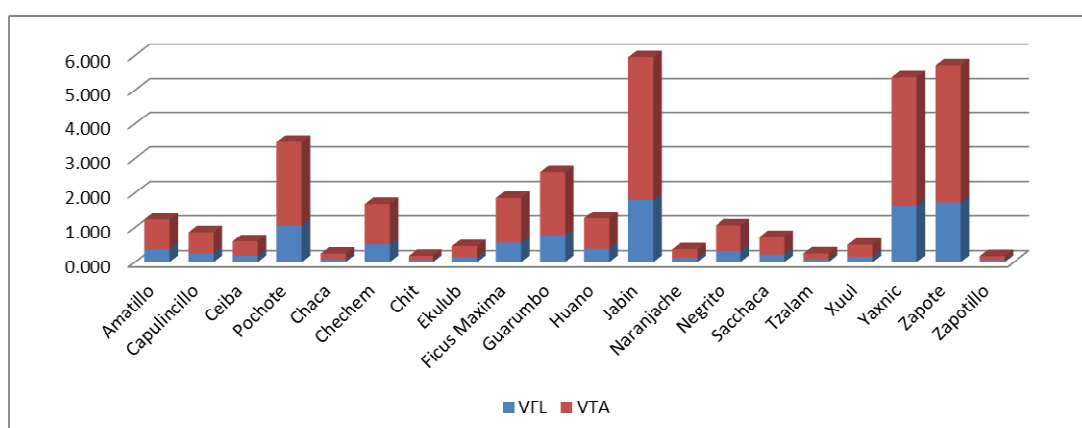


Figura 65. Distribución de los volúmenes por hectárea por especie expresada en m<sup>3</sup>.



### 6.3.4. Volúmenes afectados por la instalación del proyecto

El proyecto “**LOTES 1-08 Y 1-09, MZ. 23, SM.107**”, contempla un cambio de uso de suelo en 17.762 ha para el proyecto.

En el siguiente cuadro se establecen los promedios del área basal y el volumen total árbol que serán afectados por el desplante.

Tabla 37. Valores dasonómicos que serán afectados por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales					
No.	Nombre científico	Nombre común	No. de árboles/ha.	Área basal (m <sup>2</sup> ) de la superficie para el CUSTF	Volumen total (m <sup>3</sup> ) de la superficie para el CUSTF
1	Ficus perdusa	Amatillo	11	2.161	15.249
2	Muntingia calabura	Capulincillo	9	2.173	10.692
3	Ceiba pentandra	Ceiba	6	0.973	7.412
4	Ceiba schottii	Pochote	3	5.605	43.198
5	Bursera simaruba	Chaca	3	0.674	3.022
6	Metopium brownei	Chechem	6	3.081	20.828
7	Thrinax radiata	Chit	3	0.323	2.209
8	Drypetes lateriflora	Ekulub	3	0.897	5.720
9	Ficus Maxima	Ficus Maxima	23	4.649	22.974
10	Cecropia obtusifolia	Guarumbo	26	4.262	32.160
11	Sabal japa	Huano	6	3.612	15.743
12	Piscidia piscipula	Jabin	26	9.469	73.931
13	Esenbeckia pentaphylla	Naranjache	3	0.674	4.544
14	Simaruba glauca	Negrilo	6	3.268	13.127
15	Dendropanax arboreus	Sacchaca	3	1.516	8.982
16	Lysolima latisiliqua	Tzalam	3	0.781	3.111
17	Lonchocarpus xuul	Xuul	3	1.152	6.197
18	Vitex gaumeri	Yaxnic	11	12.233	66.674
19	Manilkara zapota	Zapote	11	9.116	71.083
20	Pouteria unilocularis	Zapotillo	3	0.439	2.184
		Total	166	67	429

Los resultados del inventario forestal nos permiten concluir que en el terreno destinado para el cambio de uso de suelo de este proyecto, por la composición de especies y las características dosimétricas del arbolado que presenta, existen por hectárea 166 individuos, el estimado que se pudiera encontrar en la superficie de cambio de uso de suelo propuesta es de 2926 individuos, como ya se ha mencionado el volumen total árbol por hectárea es de 24.155 m<sup>3</sup>, el volumen total árbol estimado que se pudiera encontrar en la superficie solicitada de cambio de uso de suelo en las 17.762 has es de 429 m<sup>3</sup>.

# CAPÍTULO 7

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

### 7.1. Etapa de Remoción rescate y reubicación de vegetación para la ejecución del cambio de uso de suelo.

Se requiere de un plazo de 36 meses para la ejecución del cambio de uso del suelo, para la instalación de proyecto.

ACTIVIDADES	BIMESTRES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.- Delimitación física de las áreas de desplante y conservación.												
2.- Implementar el Programa de Rescate y Protección de fauna												
3.- Marcaje de los ejemplares de flora a rescatar												
4.- Acondicionamiento del vivero												
5.- Rescate de vegetación seleccionada.												
6.- Remoción de vegetación que no será rescatada												
7.-Selección y acopio de material vegetal.												
8.- Picado del material vegetal acopiado												
9.- Informe final del cambio de uso de suelo y se continua con la siguientes etapas del proyecto.												

## **7.2 Descripción de las actividades del cronograma:**

### **1.- Delimitación física de las áreas de desplante y conservación.**

Esta actividad consistirá en delimitar con estacas, cinta plástica amarilla, alambradas o cualquier otro medio las áreas que serán desplantadas con el objeto de tener bien definidas las áreas a intervenir, con lo cual se evitara afectar espacios destinados a la conservación. Por ningún motivo se permitirá el acceso de personal no autorizado a las áreas de conservación, las únicas personas que podrán ingresar a estas áreas serán el jefe de obras, el responsable técnico, y las personas encargadas de manejar las actividades dentro del vivero y únicamente podrán acceder a esta zona, sin desplazarse hacia otras áreas de conservación.

### **2.- Implementación el Programa de Rescate y Protección de fauna**

Un aspecto importante antes de realizar el desplante es implementar el Programa de Rescate y Protección de Fauna. Dicho programa se presenta anexo, en el cual se describen todas las actividades y metodologías a utilizar para llevarlo a cabo.

### **3.- Marcaje de los ejemplares de flora a rescatar.**

El responsable técnico en la materia marco con cintas, etiquetas, pintura en aerosol u otro medio visible todos los ejemplares susceptibles de ser rescatados.

El esfuerzo de rescate se centrara principalmente sobre los individuos de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, mantenidos en vivero y, posteriormente, reintroducidos en otras partes del predio.

Posteriormente se tomarán en cuenta las recomendaciones que expida el municipio al otorgar el permiso de chapeo y desmonte, donde se indicará la cantidad de plantas a rescatar y de cuales especies a parte de las incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

### **4.- Acondicionamiento del vivero**

El vivero será temporal por lo cual su estructura y características serán rústicas y, no contará con ningún tipo de infraestructura permanente. Para este caso se aprovechará el dosel de los árboles para proporcionar sombra a los ejemplares rescatados con lo que únicamente se realizará limpieza de una zona, retirando ramas y vegetación arbustiva que impidan la colocación y formación de grupos de las plantas rescatadas sobre el piso.

Para mantener la humedad para las plantas se realizarán riegos abundantes durante los primeros cuatro días dejando de regar el quinto día. Posteriormente se realizarán 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 cuidando que no sea excesivo para evitar que la raíz de las plantas se pudra o que se infeste con hongos.

Sólo personal autorizado podrá acceder a esta área para realizar el mantenimiento de los ejemplares en el vivero.

Todos los ejemplares que sean rescatados del área desplante del proyecto serán colocados en esta zona.

### **5.- Rescate de vegetación seleccionada**

Se procederá al rescate manual de los individuos propuestos. Bajo la supervisión de personal técnico especializado, se realizará la extracción de todos los ejemplares designados.

Los ejemplares rescatados serán trasladados al vivero temporal, donde serán embolsados y recibirán los cuidados necesarios para su sobrevivencia hasta utilizarlos para la reforestación de las áreas necesarias o serán entregados a donde la autoridad municipal lo indique en el Permiso de chapeo y desmonte.

El procedimiento de mantenimiento desde el momento de ser rescatada hasta su estancia en el vivero temporal se especifica en el Programa de Rescate Selectivo de Flora, mismo que se presenta Anexo al Presente documento.

### **6.- Remoción de vegetación que no será rescatada**

Una vez concluido el rescate de los ejemplares, se procederá al desmonte de la vegetación arbórea que no sea rescatada. El proceso de desmonte será realizado con maquinaria, que deberá estar en excelentes condiciones y su mantenimiento será realizado fuera del predio en un taller especializado.

### **7.- Selección y acopio de material vegetal**

El material vegetal, producto del desmonte, será acumulado por montículos en el centro del área de desmonte.

### **8.- Picado del material vegetal acopiado**

Una vez que se tenga acumulado el material orgánico producto del desplante en el sitio final, se procederá a realizar el picado del mismo, mediante una máquina trituradora o astilladora.

Parte del producto ya picado será dispersado por las áreas de conservación del predio para facilitar su descomposición, otra parte del mismo se utilizará para las áreas verdes del proyecto que servirá como sustrato para la reforestación.

### **9.- Informe final del cambio de uso de suelo y se continua con la siguientes etapas del proyecto.**

Se informará a la autoridad correspondiente, el cumplimiento de las actividades realizadas.

# CAPÍTULO

# 8

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

### 8.1 Vegetación del predio que se respetara

El desarrollo del proyecto necesariamente involucra que se realice la remoción de vegetación forestal en una superficie 17.762 has que corresponden al 76 % de la superficie total del terreno, lo cual está previsto dentro de la actividad para la cual está destinado el predio en los ordenamientos e instrumentos reguladores que le aplican.

No obstante lo anterior, se mantendrá en estado natural una superficie de 5.603 has que equivalentes al 24 % de la superficie total del predio, como se mencionó anteriormente, lo que sumado a la superficie de áreas verdes jardinadas y con adopasto que serán en todo momento permeables, representará el 52 % de la totalidad del predio con lo que se concluye que no se afectará la infiltración de agua al acuífero.

A continuación se presenta el plano que muestra la ubicación de las áreas de conservación dentro del predio, así como las áreas permeables.

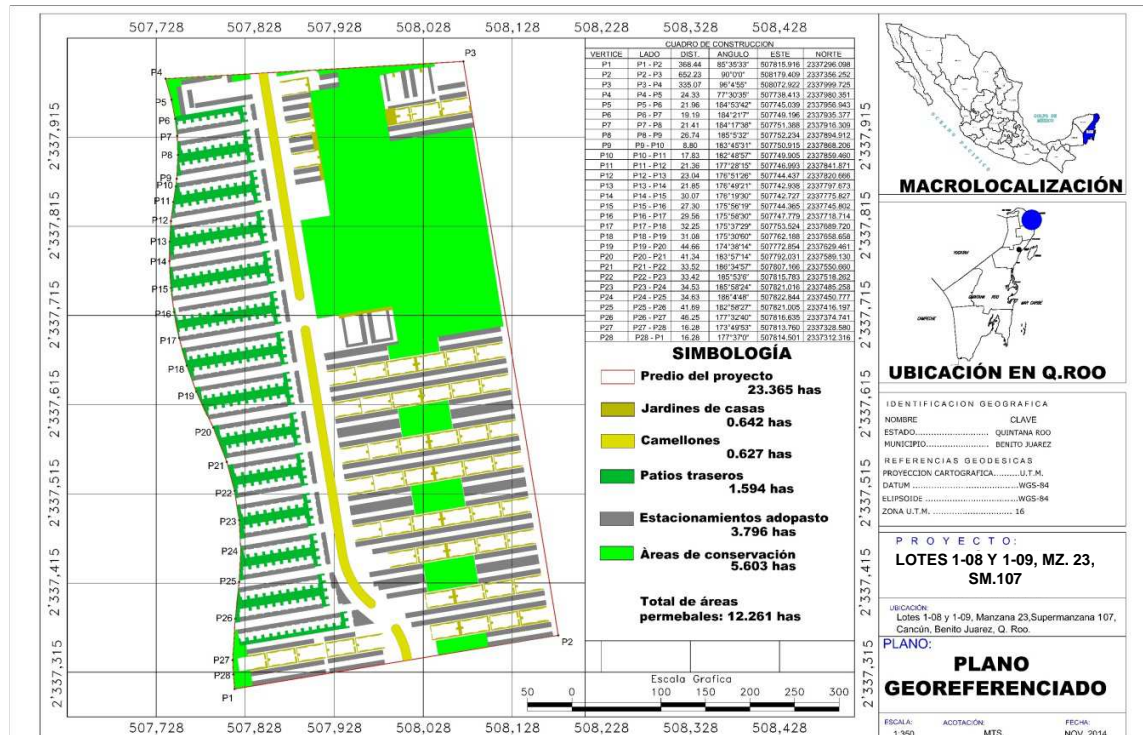


Figura 66. Superficies de conservación y permeables del proyecto.



En el mapa anterior se puede apreciar las áreas de vegetación que se respetaran dentro del proyecto destinándolas como áreas de conservación, las cuales equivalen a 5.603 has.

Dada la naturaleza de los trabajos que se realizarán, las características del predio, la vegetación presente, se establecerán las siguientes medidas de protección de estas 5.603 has:

- En ningún caso se afectará la vegetación de manera temporal o permanente fuera de las áreas que no serán solicitadas para el cambio de uso de suelo para el proyecto.
- No se realizarán quemados de maleza durante las actividades de desmonte, ni serán utilizados productos químicos que afecten el rebrote natural de la vegetación.
- No se depositaran residuos sólidos de ningún tipo sobre las áreas de conservación, todos los residuos sólidos se manejaran conforme a lo establecido en el Programa de Manejo de Residuos Sólidos.
- Los residuos productos de las obras serán retirados constantemente del predio para evitar su acumulación.
- Todos los ejemplares adultos rescatados de las áreas de desplante para el cambio de suelo, se reubicaran sobre las áreas sin vegetación que existen actualmente en el predio.
- Todos los ejemplares en regeneración, plántulas o ejemplares menores a 1.5 m de altura, serán utilizados para realizar las labores de reforestación.

## **8.2. Justificación técnica de la existencia o ausencia de tierras frágiles en el predio en donde se encuentra y opera el proyecto.**

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

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

Así mismo Reglamento de la LGDFS en su Artículo 2, fracción XI, *define como degradación de tierras a la disminución de la capacidad presente o futura de los suelos, de la vegetación o de los recursos hídricos.*

Comenzaremos describiendo el tipo de suelo presente en la zona del proyecto, el cual de acuerdo al INEGI para la zona corresponde al **Leptosol**: Suelo limitado en profundidad por roca dura continua dentro de los primeros 25 cm. desde la superficie hasta límite con el estrato rocoso. (INEGI, 2001). Se encuentran distribuidos principalmente en la parte norte del estado son de textura media con alta permeabilidad que en algunos casos se distingue por ser migajón arcillosos con aproximadamente el 30%, presentan alta pedregosidad o afloramiento de coraza calcárea, son suelos que varían de color de café claro a casi negro

Actualmente las áreas con vegetación del predio se encuentran en estado de recuperación y crecimiento, no se presentaban tierras frágiles, ni áreas erosionadas por acción de viento, ya que la vegetación del predio es abundante y la topografía del predio con pendiente menor al 5 % prácticamente nula impide la erosión hídrica.

Sin embargo se presenta la justificación a través de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) que demuestra que la ejecución del cambio de uso de suelo que se llevara a cabo en el terreno no provocara la erosión del suelo y por lo tanto la formación de tierras frágiles. Por lo tanto se desmontara que el proyecto no genera erosión hídrica, eólica física y química que ocasionen la presencia de tierras frágiles en el predio.

### **Erosión hídrica**

Para estimar la erosión de los suelos se ha utilizado la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), que ha mostrado ser un modelo que permite estimar en campo la erosión actual y potencial y que se utiliza como un instrumento de planeación para establecer las prácticas y obras de conservación de suelos para que hagan que la erosión actual sea menor que la tasa máxima permisible de erosión. (CONAFOR, 2010).

La tasa máxima permisible de pérdidas de suelo es de 10 t/ha; mayores pérdidas significan degradación. (CONAFOR, 2010).

Para estimar la erosión del suelo se puede utilizar la siguiente ecuación:

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

(3-1)

Dónde:

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.

Para utilizar este modelo en forma práctica se utilizarán algunos resultados que se han obtenido de la investigación en México y que ha permitido a nivel nacional hacer un uso adecuado de este modelo predictivo. *Conafor 2010*.

La erosión potencial se estima como:

$$E_p = R K L S$$

(3-2)

Los factores se consideran como inmodificables.

La erosión actual se estima utilizando la ecuación (3-1), que considera los factores inmodificables R K LS y los factores de protección como son la vegetación y las prácticas y obras de manejo del suelo y la vegetación son que se pueden modificar para reducir las pérdidas de suelo. (CONAFOR, 2010).

Para utilizar este modelo, se han propuesto diferentes metodologías para estimar cada uno de las variables; sin embargo la aplicación de algunas de ellas en el campo es difícil de realizar por no contar con la información necesaria. Para evitar estos problemas, en este apartado se presentara una metodología simplificada y adecuada para utilizarse en nuestro país. (CONAFOR, 2010).

### Erosividad R

La estimación de R se puede realizar conociendo la energía cinética de la lluvia y la velocidad de caída de las gotas de lluvia, utilizando la ecuación de la energía cinética:

$$E_c = mz^2/2$$

(3-3)

Dónde:

m es la masa de lluvia y velocidad de caída de las gotas de lluvia. Considerando lo complejo de hacer esta estimación se propuso que un mejor estimador de la agresividad de la lluvia sería o sea el valor de erosividad de la lluvia (R). Para estimar R se obtiene el valor de energía cinética por evento se estima por evento como  $E_c = 0.119 + 0.0873 \log_{10} I$  donde hay que conocer la intensidad de la lluvia y

obtener el Valor de  $E_c$  y multiplicarlo por la intensidad máxima de la lluvia en 30 minutos. (CONAFOR, 2010).

La suma de estos valores de  $E_{I_{30}}$  en un año da el valor de R.

Este procedimiento es complicado cuando no se cuenta con datos de intensidad de la lluvia, por esta razón se buscó correlacionar los datos de precipitación anual con los valores de R estimados en el país utilizando la información de intensidad de la lluvia disponible (Cortés y Figueroa 1991).

De acuerdo con este procedimiento se elaboraron modelos de regresión donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el valor de R de la EUPS (tabla 38). Estos modelos de regresión son aplicados para 14 diferentes regiones del país como se muestra en la Figura 67

Tabla 38. Ecuaciones para estimar la Erosividad de la lluvia en la República Mexicana.		
Región	Ecuación	R2
I	$R = 1.2078P + 0.002276P^2$	0.92
II	$R = 3.4555P + 0.006470P^2$	0.93
II	$R = 3.6752P - 0.001720P^2$	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

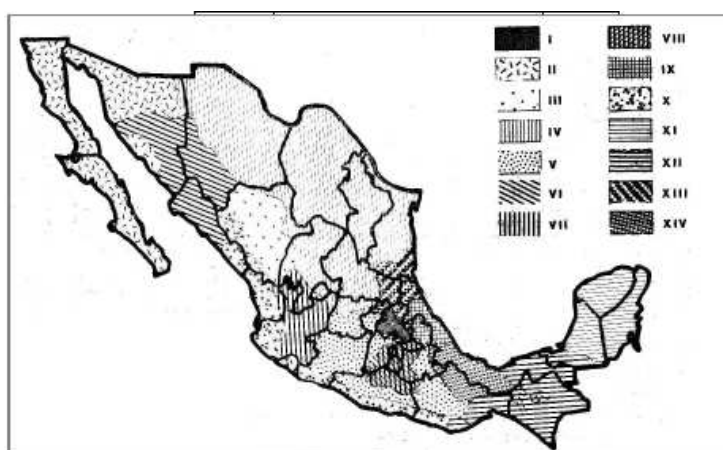


Figura 67. Mapa de regiones con igual Erosividad en la República Mexicana.

Para estimar R en el ámbito regional, se puede utilizar la precipitación anual y con un modelo lineal muy simple de estimarlo. Para estimar el valor de erosividad para la región de Quintana Roo se puede aplicar la ecuación de la región XI que se presenta a continuación:

$$R = 3.7745P + 0.004540P^2 \quad (3-4)$$

Dónde:

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

p = Precipitación media anual de la región.

Si la precipitación media de la región es de 1300 mm anuales, entonces el valor de R sería.

$$R = 3.7745 (1300) + 0.004540 (1300)^2$$

$$R = 12,579.45 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

### Erosionabilidad (K)

La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende del tamaño de las partículas del suelo, del contenido de materia orgánica, de la estructura del suelo y en especial del tamaño de los agregados y de la permeabilidad. *Conafor, 2010*

Para su estimación se utilizan fórmulas complicadas; para condiciones de campo se recomienda el uso de la tabla 39, para que con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estime el valor de erosionabilidad (K). (CONAFOR, 2010).

Tabla 39. Valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la textura y el contenido de materia orgánica (Morgan 1985).			
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

<b>Tabla 39. Valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la textura y el contenido de materia orgánica (Morgan 1985).</b>			
Textura	% de materia orgánica		
	0.0 - 0.5	0.5 - 2.0	2.0 – 4.0
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		

Para la región de trabajo donde se ubica el predio, los terrenos son de textura migajón arcillosa y los contenidos de materia orgánica es de 1%.

Por lo que el valor de K sería de 0.025.

Es importante destacar que a medida que el valor de K aumenta se incrementa la susceptibilidad del suelo a erosionarse. (CONAFOR, 2010).

### Longitud y Grado de pendiente (LS)

Este factor considera la longitud y el grado de pendiente por lo que para estimar este valor es necesario determinar la pendiente media del terreno, que se obtiene determinando la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo de tal forma que:

$$S = (H_f - H_i) / L$$

(3-5)

Donde:

S = Pendiente media del terreno (%).

H<sub>f</sub> = Altura más alta del terreno (m).

H<sub>i</sub> = Altura más baja del terreno (m)

L = Longitud del terreno (m).

Si el nivel de la parte alta es de 16 msnm y la elevación en la parte baja es de 12 msnm, entonces la diferencia en elevaciones es de 4 m. Si la longitud del terreno es de 400 m entre las más alta y la más baja, entonces la pendiente media del terreno sería de

$$S = (16 - 12) / 675$$
$$S = 0.0059 \text{ o sea que } S = 0.6 \%$$

Si conocemos la pendiente y la longitud de la pendiente, se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2) \quad (3-6)$$

Donde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

$\lambda$  = Longitud de la pendiente

S= Pendiente media del terreno.

m= Parámetro cuyo valor es 0.5

Si consideramos los valores de longitud de la pendiente de 675 m, la pendiente media del terreno de 0.6 % y m de 0.5, se puede estimar el valor de LS resolviendo la Ecuación 3-6 de la siguiente forma:

$$LS = (675)^{0.5} (0.0138 + 0.00965 (0.6) + 0.00138 (0.6)^2)$$
$$LS = 0.5$$

### ESTIMACIÓN DE LA EROSIÓN POTENCIAL SI EL TERRENO NO PRESENTARA VEGETACIÓN.

Considerando que R es igual a **12,579.45**, que K es igual a 0.025 y que LS es igual a 0.5 como fueron determinados previamente, la erosión potencial se estima sustituyendo estos valores en la ecuación (2), de la siguiente manera:

$$E = (12,579.45) (0.003) (0.5)$$

$$E = 19.61 \text{ t/ha año}$$

La erosión potencial indica que si no existiera cobertura del suelo (suelo desnudo) y no se tienen prácticas de conservación del suelo y del agua, se perderían 19.61 ha por año, lo que significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de 1.9 mm, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo. (CONAFOR, 2010).

### ESTIMACIÓN DE LA EROSIÓN ACTUAL EN EL PREDIO

Para determinar este factor se debe considerar que el terreno actualmente presenta una cobertura vegetal de tipo acahual, mas sin embargo no presenta zonas carentes de vegetación, y el estrato herbáceo y arbustivo es abundante, lo cual protege el suelo.

Para estimar la erosión anual del terreno es necesario determinar la protección del suelo que le ofrece la cubierta vegetal y la resistencia que oponen las prácticas mecánicas para reducir la erosión de tal forma que si a la ecuación 2 le incluimos los factores C y P entonces se puede estimar la erosión actual utilizando la ecuación. (CONAFOR, 2010).

### Factor de protección de la vegetación (C)

El factor de protección (C) se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote con un cultivo de interés y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0 por ejemplo cuando existe una selva con alta cobertura vegetal alta. Los valores de (C) que se reportan para diferentes partes del mundo y para México se presentan en el cuadro siguiente.

<b>Tabla 40. Valores de C que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo.</b>			
<b>Nivel de Productividad.</b>			
<b>Cultivo</b>	<b>Alto</b>	<b>Moderado</b>	<b>Bajo</b>
Maíz	0.54	0.62	0.80
Maíz labranza cero	0.05	0.10	0.15
Maíz rastrojo	0.10	0.15	0.20
Algodón	0.30	0.42	0.49
Pastizal	0.004	0.01	0.10
Alfalfa	0.020	0.050	0.10
Trébol	0.025	0.050	0.10
Sorgo grano	0.43	0.55	0.70
Sorgo grano rastrojo	0.11	0.18	0.25
Soya	0.48		
Soya después de maíz con rastrojo	0.18		
Trigo	0.15	0.38	0.53
Trigo rastrojo	0.10	0.18	0.25
Bosque natural	0.001	0.01	0.10
Sabana en buenas condiciones	0.01	0.54	
Sabana sobrepastoreada	0.1	0.22	
Maíz - sorgo, Mijo	0.4 a 0.9		
Arroz	0.1 a 0.2		
Algodón, tabaco	0.5 a 0.7		
Cacahuete	0.4 a 0.8		
Palma, cacao, café	0.1 a 0.3		



Para estimar la erosión del suelo considerando que en el terreno existe un **bosque de baja productividad** (cobertura vegetal) conforme a los estudios de campo, entonces el valor de C sería de 0.10 que sustituyendo quedaría:

$$E = (12,579.45) (0.003) (0.5) (0.10)$$
$$E = 1.96 \text{ t/ha año.}$$

Lo anterior indica que la erosión actual del terreno es de 1.96t/ha año, lo que representa una erosión nula.

### Estimación de la Erosión en la superficie del Cambio de Uso de Suelo del proyecto durante la ejecución de la remoción de vegetación.

La superficie solicitada para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales que equivale al 76% (17.762 has), misma que quedara sin vegetación desde el desmonte hasta la construcción, se presentara una erosión potencial moderada de 19.61 t/ha año, ya que el terreno se quedara sin vegetación temporalmente.

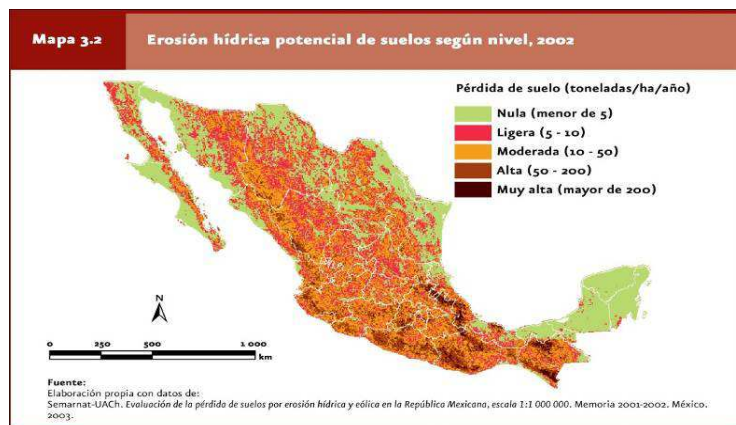


Figura 68. Erosión hídrica potencial de suelos

Sin embargo es importante aclarar que esta erosión se presentara solo si no se aplicaran medidas preventivas o de mitigación durante la etapa de remoción de vegetación, ya que esta se presentara solo si el terreno quedara totalmente desprovisto de vegetación durante todo el año, y dado que el proyecto se desmontará de manera paulatina, además de que la superficie desmontada no quedara expuesta por tiempos prolongados ya que será compactada o sellada, podemos concluir que no habrá erosión en el terreno.

- **Erosión eólica**

Este mapa ilustra la erosión eólica potencial de cada zona del país a un escala de 1:1,000,000 por lo cual se generalizas muchas de la superficies. Sin embargo el mismo documento en secciones posteriores muestra el mapa de erosión eólica del suelo a una escala 1:250 000 que muestra más claramente los resultados del estudio, así mismo se indica que este mapa se produjo a partir de los resultados obtenidos del estudio indicando lo siguiente:



Figura 69. Erosión eólica de México.

La erosión eólica afecta principalmente a las regiones áridas, semiáridas, subhúmedas y secas del país, aunque no es exclusiva de ellas. Las causas de la erosión eólica también se atribuyen a una insuficiente protección del suelo por la cubierta vegetal, a niveles bajos de humedad y a la destrucción de la estructura del suelo. En escala nacional, 9.5% del territorio muestra evidencias de erosión eólica. Las entidades más afectadas son Chihuahua (28.5%), Tlaxcala (26%), Nuevo León (18.9%) y Durango (17.9%). En Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán no se encontró evidencia de este tipo de erosión

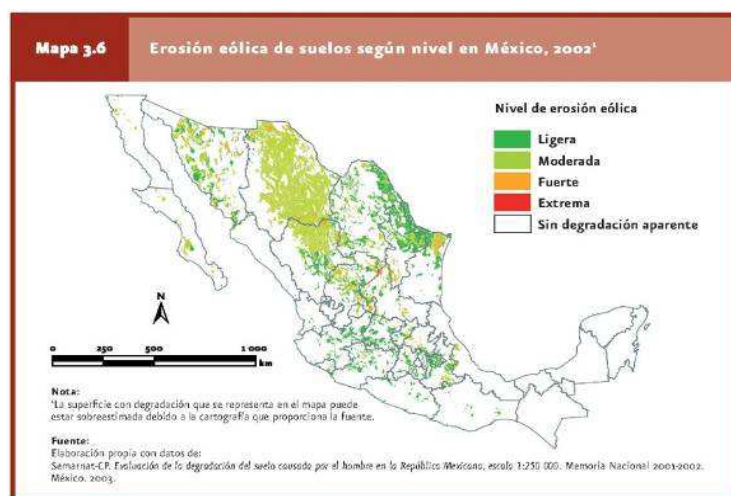


Figura 70. Erosión eólica

Así mismo INEGI 2014<sup>2</sup>, indica que la Erosión eólica sucede cuando el agente causal de la erosión es el viento en diversas formas como remolino, tolvaneras o tornados. La superficie nacional afectada es de 46,779.32 km<sup>2</sup> (2.41%).

Por lo tanto con base en lo anterior se establece que en el terreno no se presenta erosión eólica por los siguientes argumentos:

- 1.- El terreno actualmente presenta una cobertura vegetal de tipo acahual bastante denso en las partes bajas en el 100 % del terreno.
- 2.- De acuerdo al estudio de la SEMARNAT 2008<sup>1</sup>, Quintana Roo no presenta zonas afectadas por erosión eólica, lo cual es congruente ya que la mayor parte del estado se encuentra cubierta por vegetación.

- **Erosión Química**

Conforme al estudio de la SEMARNAT 2008<sup>1</sup>, se indica que la degradación química consiste en la siguiente:

La degradación química es el proceso de degradación del suelo más extendido en el país (17.8% del territorio). Está presente en todas las entidades; pero la más afectada es Yucatán (55.1%), y las menos afectadas son Baja California Sur, Coahuila, Baja California y Sonora, donde la superficie con degradación química no excede 5.5% de su territorio.

La degradación química en el nivel ligero representa 55% de la superficie nacional con degradación química; la moderada, 43.2% y la fuerte y extrema en conjunto, 1.8%.

*El tipo dominante en la degradación química fue la disminución de la fertilidad del suelo (92.7% del total de superficie afectada con degradación química en el país) originada por la disminución de los elementos minerales y de la materia orgánica disponible en el suelo. Este tipo de degradación se encuentra presente en más de la mitad de Yucatán, y en casi la tercera parte de Tlaxcala, Chiapas, Morelos, Tabasco y Veracruz. Los otros tipos específicos de degradación química (polución, salinización y eutrofización) están mucho menos extendidos, ocupando en conjunto 7.3% de la superficie con degradación química del país.*

---

<sup>2</sup> INEGI. BOLETÍN DE PRENSA NÚM. 295/14, EROSIÓN DE SUELOS EN MÉXICO, 2014.

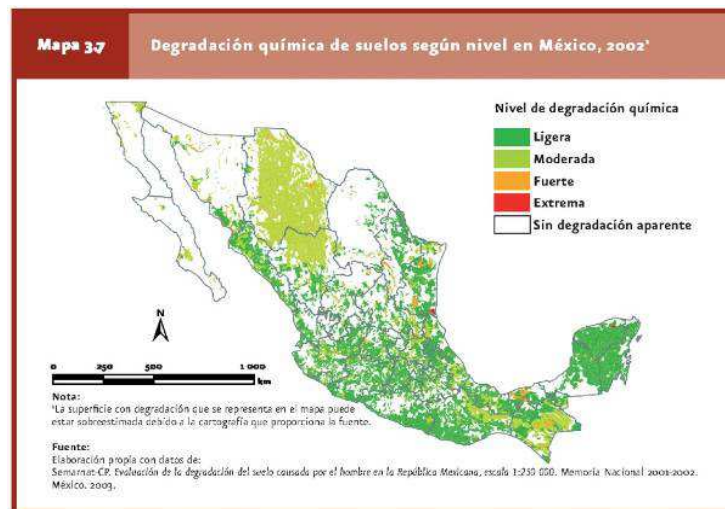


Figura 71. Erosión química



Figura 72. Erosión química.

La degradación química del suelo por polución se debe a la presencia, la concentración y el efecto biológico adverso de algunas sustancias. Éstas pueden provenir de tiraderos a cielo abierto, derrames, residuos industriales, deposición de compuestos acidificantes y/o metales pesados.

La salinización o alcalinización es un incremento del contenido de sales en el suelo superficial que provoca, entre otras cosas, la disminución del rendimiento de los cultivos. Se presenta principalmente en las zonas áridas, en las cuencas cerradas y en las zonas costeras que tienen suelos naturalmente salinos. Los sistemas de riego que utilizan agua con una alta concentración de sodio pueden ocasionar la formación de una capa de salitre en la superficie de los suelos con drenaje deficiente, riego excesivo o alta evaporación.

*La eutrofización es el exceso de nutrimentos en el suelo que perjudica el desarrollo de la vegetación. La polución, salinización y eutrofización se encuentran principalmente en Tamaulipas, San Luis Potosí, Chiapas, Nuevo León, Oaxaca, Veracruz y Zacatecas.*

*Las causas de la degradación química del suelo involucran una amplia gama de actividades industriales y agrícolas, entre las que se encuentran los derrames de hidrocarburos, la aplicación excesiva de fertilizantes y pesticidas, el mal manejo de materiales, residuos peligrosos y residuos sólidos urbanos. En el caso de la disminución de la fertilidad, ésta se produce cuando la entrada de nutrimentos, ya sea por fertilización química o biológica o por la conservación de residuos de la cosecha, es menor a su salida en forma de los productos de las cosechas, por las quemas y las lixiviaciones.*

Con base en lo anterior se presenta la siguiente tabla donde se indica si se presenta erosión química en el predio actualmente y si se presentara en el área sujeta al cambio de uso de suelo, clasificándola por cada una de los 4 tipos de erosión química existentes:

Tabla 41. Erosión Química presente en el predio y en el área de CUSTF		
Tipo de erosión Química	Condición actual del terreno	Con la ejecución del Cambio de Uso de suelo
Disminución de la fertilidad	Esta erosión se presentó hace aproximadamente 15 años cuando se removió la vegetación original del terreno, actualmente la vegetación del terreno corresponde a una acahual con baja productividad, por lo cual sigue presente este tipo de erosión.	No se presentara ya que actualmente el terreno presenta esta erosión en toda su superficie, consecuencia de las actividades antropogenicas que se han desarrollado en la zona desde hace más de 15 años.
Por polución	No se presenta ya que no se desarrolla ninguna actividad industrial comercial o urbana en el predio por lo cual no se pueden generar derrames de sustancias.	Se podría presentar ya que se manejaran combustibles y aceites en el terreno por el funcionamiento de la maquinaria que podrían derramarse.  Sin embargo esto se puede evitar con un adecuado control de estas sustancias, el mantenimiento adecuado de la maquinaria con el fin de evitar fugas o derrames de las mismas. Así como la aplicación de las medidas de prevención y mitigación propuestas
Por Salinización o Alcalinización	No se presenta ya que no se desarrollan actividades agrícolas en el predio, no es una zona árida y no son suelos inundables por aguas	No se presentará ya que no se desarrollaran actividades agrícolas en el proyecto, no es una zona árida y no son suelos inundables por aguas saladas que provoquen la salinización del suelo.

Tabla 41. Erosión Química presente en el predio y en el área de CUSTF		
Tipo de erosión Química	Condición actual del terreno	Con la ejecución del Cambio de Uso de suelo
	saladas que provoquen la salinización del suelo.	
Por eutrofización	No se presenta ya que no se desarrolla ninguna actividad que aporte un excedente de nutrimentos al suelo.	No se presentará ya que no se desarrolla ninguna actividad que aporte un excedente de nutrimentos al suelo.

### **Erosión Física.**

Conforme al estudio de la SEMARNAT 2008<sup>1</sup>, se indica que la degradación física consiste en la siguiente:

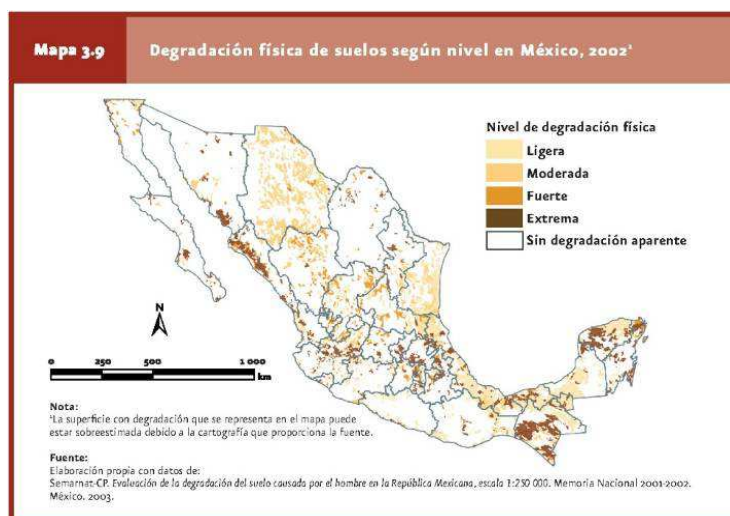
*La degradación física del suelo se presenta en cinco tipos específicos: compactación, encostramiento, anegamiento, disminución de la disponibilidad de agua y pérdida de la función productiva.*

*La compactación es la destrucción de la estructura del suelo asociada frecuentemente al pisoteo del ganado o al paso frecuente de maquinaria pesada, provocando la ruptura de los agregados del suelo.*

*En el encostramiento, los poros se rellenan con material fino, lo que impide la infiltración del agua de lluvia, con el consecuente incremento del volumen de las escorrentías superficiales y la erosión hídrica.*

*El anegamiento se debe a la presencia de una lámina superficial de agua sobre el suelo, frecuentemente asociada a la construcción de represas para riego.*

*El caso contrario al anegamiento es la disminución de la disponibilidad de agua, que se origina por su extracción excesiva con fines agrícolas o de suministro a la población.*



**Figura 73. Degradación física.**

*De los tipos específicos de degradación física, la compactación, y la pérdida de la función productiva fueron las más extendidas (4% y 1.3%, respectivamente de la superficie nacional con degradación).*

Con base en lo anterior se presenta la siguiente tabla donde se indica si se presenta erosión física en el predio actualmente y si se presentará en el área sujeta al cambio de uso de suelo, clasificándola por cada una de los 4 tipos de causas de la erosión física existentes:

Tabla 42. Erosión Química presente en el predio y en el área de CUSTF		
Tipo de causa de erosión Física	Condición actual del terreno	Con la ejecución del Cambio de Uso de suelo
Compactación	Actualmente no se presenta ya que el terreno presenta una cobertura vegetal de tipo acahual en toda la superficie del predio.	<p>Si se presentara ya que el 76% de la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo será compactada para la colocación de las instalaciones del proyecto.</p> <p>Esta actividad es algo inevitable en cualquier tipo de proyecto a desarrollar, sin embargo en compensación el proyecto conservara 24 % del terreno sin intervención.</p> <p>De igual forma hay que recordar que el uso de estos terrenos está regulado por el PDU de Cancún, el cual designa al terreno un aprovechamiento urbano, por lo cual el proyecto cumple con todas</p>

		las regulaciones.
Encostramiento	Actualmente no se presenta ya que el terreno presenta una cobertura vegetal de tipo acahual en toda la superficie del predio	No se presentará ya que el área sujeta al cambio de uso de suelo será mayormente compactada y no se podrá desarrollar este fenómeno.
Anegamiento	Esta no se presenta en el predio ya que no existen zonas inundables dentro del mismo.	Esta no se presentará en el predio ya que no existen zonas inundables dentro del mismo.
Disminución de la disponibilidad de agua	No se presenta ya que actualmente no se extrae agua del predio para abastecimiento de poblaciones urbanas y no se desarrollan actividades agrícolas.	No se presentará ya que no se extrae agua del predio para abastecimiento de poblaciones urbanas y no se desarrollan actividades agrícolas



# CAPÍTULO 9

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

La identificación de los impactos ambientales fueron caracterizados como un procedimiento de carácter preventivo, orientado a informar acerca de los efectos al ambiente que pueden generarse con las actividades a desarrollar, es un elemento correctivo de los procesos de planificación y tiene como finalidad medular atenuar los efectos negativos del proyecto sobre el ambiente.

El objetivo inmediato de la Evaluación del Impacto Ambiental es servir de ayuda en la toma de decisiones. Para ello, sus resultados se presentan con un orden lógico, de forma objetiva y fácilmente comprensible, de forma tal que los evaluadores que analicen este documento, encargados de sustentar la decisión de la autoridad, determinen la conveniencia del proyecto y se ponga en operación. Además de identificar, prevenir e interpretar los efectos que este proyecto puede tener en el ambiente, un objetivo fundamental de la esta Evaluación del Impacto Ambiental, es definir y proponer la adopción de un conjunto de medidas de mitigación que permitan atenuarlos, compensarlos para finalmente y con base en una autoevaluación integral del siguiente proyecto, realizar un balance impacto-desarrollo en el que se discutan los beneficios que podría generar el proyecto y su importancia en la modificación de los procesos naturales de los ecosistemas presentes.

En este capítulo se identificarán y describirán las metodologías, y cada uno de los impactos ambientales provocados por el desarrollo del proyecto durante las etapas de *Preparación del sitio* derivado del cambio de uso de suelo de áreas forestales y por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales conforme al Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental y la LGDFS respectivamente y el *Abandono* del proyecto en su caso.

El resultado de esta sección es la construcción del escenario resultante al introducir el proyecto en la zona de estudio. En el escenario ambiental actual (diseñado en el capítulo anterior), se insertará el proyecto, lo que permitirá identificar las acciones que pudieran generar desequilibrios ecológicos que por su magnitud e importancia provocarían daños permanentes al ambiente y/o contribuirían en la consolidación de los procesos.

### 9.1 Metodología para evaluar e identificar los impactos ambientales

Se utilizó el “Manual para la Gestión y Evaluación de Proyectos Ambientales”, que corresponde a una iniciativa multi-institucional entre el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza-USAID; Grupo Multidisciplinario de Estudios y Alternativas de Desarrollo GEA, A.C.; la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa (2006).

“la evaluación de interacciones potenciales proyecto /ambiente, denominada evaluación de impacto ambiental, debe verse como la elaboración de una hipótesis de trabajo que tiene que ser comprobada” (Cendejas y Ducoing, 2006)<sup>3</sup>.

Según Cendejas y Ducoing (2006). “Un impacto ambiental es cuando una acción o actividad produce una alteración en el medio ambiente o en alguno de los componentes del medio. La alteración puede ser **positiva o negativa**, grande o pequeña”. “Por otro lado, hay que tener en cuenta que una acción no solo suele tener únicamente repercusiones en un único elemento ambiental o en una única variable, sino que normalmente afectará a varios factores ambientales e incluso puede tener valores diferentes para cada uno de ellos” (Garmendia et al, 2005)<sup>4</sup>.

En ese sentido, se partió de la utilización de éste método integral que incluye los siguientes elementos:

1. Descripción del proyecto.

Conocimiento verdadero y suficiente de las actividades que serán realizadas sobre un ambiente natural o modificado, nos puede dar certeza acerca del tamaño de los cambios (a pesar de que todavía exista algún grado de incertidumbre).

2. Descripción del ambiente.

La base de un buen análisis de interacción entre el proyecto y el ambiente es el conocimiento detallado de los factores del ambiente que pudiesen ser afectados. Se debe describir todo atributo que se conozca que puede verse afectado y aquellos en los que existan dudas acerca de su afectación potencial. Los que deberán ser cotejados en campo.

3. Lista de cotejo del proyecto.

La base del análisis son los listados, se requiere que sean completos, que no omitan actividades por más sencillas o pequeñas que pudieran parecer. Se requiere que el proyecto sea desglosado en todas sus actividades.

4. Lista de cotejo del ambiente.

La base del listado, es el conocimiento detallado de los factores del ambiente que pudiesen ser afectados.

5. Matriz de identificación de interacciones potenciales, generándose una matriz de interacciones basada en la matriz tipo Leopold (1971).

Las matrices han mostrado ventajas para ser utilizadas como sistemas de presentación de las interacciones, como un buen sistema de inicio de análisis ambiental.

6. Lista descriptiva de las interacciones potenciales.

<sup>3</sup> CENDEJAS GUIZAR JOSEFINA, DUCOING CHAHO EDMUNDO. 2006. MANUAL PARA LA GESTIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS AMBIENTALES. FONDO MEXICANO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA, A.C. MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO.

<sup>4</sup> GARMENDIA SALVADOR ALFONSO, SALVADOR ALCAIDE ADELA, CRESPO SANCHEZ CRISTINA, GARMENDIA SALVADOR LUIS. 2005. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. PEARSON EDUCACIÓN, S.A. ESPAÑA.

A partir de las matrices de interacciones potenciales entre los atributos del medio ambiente con las actividades del proyecto, se intenta describir las interacciones ordenándolas en un listado.

7. Matriz de ponderaciones de interacciones potenciales.

La ponderación es el primer intento por poner valores a las interacciones potenciales. Asignándole el valor positivo o negativo, de acuerdo a su potencialidad de causar un daño o beneficio al ambiente o al proyecto.

8. Matriz de evaluación de interacciones potenciales.

Hasta este punto se asignan los valores partiendo de criterios objetivos como: tamaño (magnitud), temporalidad, reversibilidad, importancia, espacialidad (local, regional, nacional). De manera que se puedan obtener rangos significativos, no significativos, positivos o negativos.

9. Cada resultado de la matriz de evaluación debe proponer la mitigación de la interacción. Cada interacción significativa deberá contar con al menos una medida. El ejercicio sigue la dinámica de la hipótesis por demostrar.

10. Red de interacciones causa- efecto.

Las redes son un excelente instrumento para mostrar las interacciones y su posible relación, ya que se puede construir largas cadenas de interacciones potenciales.

11. Cartografía y sobre posición.

Herramienta útil que nos ayuda a tener un panorama cercano a la realidad.

12. Modelos de simulación de escenarios.

Que son cortes de la realidad bajo condiciones imaginarias.

13. Predicción de interacciones por medio de modelos.

Nos podemos apoyar en modelos de simulación para predecir los cambios de la calidad de algún factor ambiental.

14. Diseño de medidas de mitigación.

Es el diseño y seguimiento de las acciones preventivas, correctivas y compensatorias de las interacciones potenciales adversas entre el proyecto y el ambiente.

15. Diseño de estudios de seguimiento.

Es la comprobación fehaciente de las hipótesis del estudio que debe realizarse bajo un programa supervisado de campañas de mediciones, observaciones etc.

Se listaron los factores que pudieran ser afectados partiendo de una **hipótesis** como es mencionado por los autores citados, haciendo posteriormente una depuración, que dio como resultado del cotejo de la información consultada y la obtenida en campo. Según Garmendia et al (2005) “no existen impactos neutros”, por otro lado, según Cendejas y Ducoing (2006) “dice que hay impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración en el medio o en alguno de los componentes del medio”.

## 9.2 Indicadores de impacto

Según la SEMARNAT (2002), una definición genéricamente utilizada del concepto “indicador” establece que éste es “un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio” (Ramos, 1987). Para analizar los impactos del proyecto se buscaron indicadores que fueran:

**Representativos:** Se refiere al grado de información que posee el indicador respecto al impacto global de la obra.

**Relevantes:** Se refiere a que la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.

**Excluyentes:** Se refiere a que no exista superposición con otros indicadores.

**Cuantificables:** Se refiere a que sea posible medirlo en términos cuantitativos para estimar la magnitud del impacto.

**De fácil identificación:** Se refiere a que su definición sea clara y concisa.

## 9.3 Lista de cotejo del proyecto

Para comprender la metodología empleada, se clarifica que la **descripción del proyecto** y la **descripción del ambiente**, ambas han sido ya descritas con anterioridad en su respectivo capítulo de este presente DTU, por lo que este capítulo será única y exclusivamente a la identificación de los impactos.

Tabla 43. actividades previstas en las diferentes etapas del proyecto que comprende el cambio de uso de suelo

<b>Etapas de Preparación del sitio</b>	<b>Etapas de Abandono</b>
Rescate de fauna	Remoción de la capa pétreo de compactación y nivelación
Trazo	Enriquecimiento con materia orgánica
Rescate de flora	Reforestación con plantas nativas
Desmante	
Triturado y acopio temporal del material vegetal	
Nivelación del terreno	
Relleno y aplanado del terreno	

Descripción de cada actividad enunciada (**preparación del sitio**).

- **Rescate de fauna.** Consiste en la captura mediante métodos físicos o químicos de la fauna silvestre que se distribuye en el predio y que se vería afectada por el desarrollo de actividades derivadas del cambio de uso de suelo.

- Trazo. Es la delimitación física del terreno con métodos topográficos en donde se discriminan las superficies aprovechables y de conservación con el objetivo de que estas últimas conserven sus características originales.
- Rescate de flora. Es el rescate de individuos de que se encuentren enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y que por el estatus de protección en el que se encuentren, es prioritario su rescate, además de todas las demás que tengan un gran valor ecológico y ornamental.
- Desmonte. Es la acción de retirar toda la vegetación del terreno de manera manual o mecánica sobre la superficie en donde se realizará el desplante del proyecto.
- Triturado y acopio temporal del material vegetal. Los troncos y ramas de la vegetación derribada genera gran cantidad en m<sup>3</sup> de material vegetal, por lo que representa una dificultad el colocar o definir un destino final de este. Por lo que el triturado es una alternativa para disminuir este volumen y que incluso pueda ser usado mediante la donación del triturado para las áreas verdes del Municipio.
- Nivelación del terreno. Por las características rocosas y de suelo accidentado del sitio, es necesario la nivelación del terreno, que consiste en picar y remover la roca del suelo para eliminar los espacios vacíos de manera que se forme una plataforma pétreo uniforme y nivelada que le de el soporte al desplante del proyecto.
- Relleno y aplanado del terreno. Consiste en rellenar con sascab los huecos derivados de la nivelación, para dar un acabado plano y firme al terreno para poder colocar las cimentaciones del proyecto y para la construcción de las vialidades.

#### **(Abandono)**

- Remoción de la capa pétreo de compactación y nivelación. Consiste en la remoción de la capa de nivelación (sascap) con el fin de que el suelo se airee, así como permitir la filtración del agua y de otros nutrientes al subsuelo.
- Enriquecimiento con materia orgánica. Una vez retirado el material de compactación, la materia orgánica, es necesaria para proveer de un sustrato nutritivo a las plantas para que tengan disponible el nitrógeno suficiente para su desarrollo.
- Reforestación con plantas nativas. Consiste en el enriquecimiento del terreno con el objetivo de regresarlo a su estado natural, mediante la utilización de las especies que fueron enlistadas en los estudios previos a las actividades de preparación del sitio.

#### **9.4 Lista de cotejo del ambiente**

A continuación se presenta el listado de las variables que pueden ser afectadas durante las etapas previstas para el proyecto:

**Tabla 44. Lista de indicadores de impacto ambiental.**

<b>Factor Ambiental</b>	<b>Atributo Ambiental</b>
<b>CLIMA</b>	PRECIPITACION
<b>SUELO</b>	VIENTOS
	POROSIDAD
	TEXTURA
<b>AIRE</b>	TOPOGRAFIA
	RUIDO
<b>PAISAJE</b>	CALIDAD
<b>FLORA</b>	APARIENCIA
	ABUNDANCIA
	DOMINANCIA
<b>FAUNA</b>	SP. SUJETAS A PROTECCIÓN ESPECIAL
	ABUNDANCIA
	DOMINANCIA
<b>SOCIOECONOMICO</b>	EMPLEO
	COMERCIO
	PAGO DE DERECHOS

A continuación, se describen los factores bióticos y abióticos que se evaluarán en cada etapa del proyecto, a través de la matriz de interrelaciones.

### **FACTORES ABIÓTICOS**

En general los impactos son negativos no significativos y de poca duración, los cuales son ocasionados en las etapas de preparación y construcción del sitio sobre los agentes de uso del suelo y generación de partículas principalmente, por tanto, durante la operación del proyecto, los impactos ya habrán sido generados y carecerán de significancia. La zona de estudio como se ha mencionado, desde un punto de vista descriptivo se observa en buen estado de conservación, con un alto grado de modificación de su entorno natural por eventos meteorológicos.

### **CLIMA**

Se entiende por *factores del clima* a todas aquellas circunstancias que alteran las características esperables del clima según sus elementos, en un lugar determinado, entre los factores del clima, pueden citarse precipitación y vientos en lo que se refiere al clima; el microclima se ve modificado desde el momento que el terreno pierde la cubierta vegetal, sin embargo, en este caso no habrá remoción de vegetación, adicionalmente en cumplimiento a la normatividad vigente, será necesario la implementación de una medida compensatoria.

### **Precipitación**

La precipitación es cualquier forma de agua que cae del cielo. Esto incluye lluvia. La precipitación es una parte importante del ciclo hidrológico y es responsable por depositar agua fresca en el planeta.

## Viento

El viento es el movimiento del aire. Los *vientos globales* se generan como consecuencia del desplazamiento del aire desde zonas de [alta presión](#) a zonas de [baja presión](#), determinando los vientos dominantes de un área o [región](#). Aún así hay que tener en cuenta numerosos factores locales que influyen o determinan los caracteres de intensidad y periodicidad de los movimientos del aire. Estos factores, difíciles de simplificar por su multiplicidad, son los que permiten hablar de [vientos locales](#), los cuales son en muchos lugares más importantes que los de carácter general, entre ellos la [Brisa](#) marina.

## SUELO

Constituye la capa superficial del manto, cuya profundidad es variable. Está compuesto por partículas minerales, organismos vivos, materia orgánica, agua y sales. La mayoría de los componentes provienen de la meteorización de rocas, descomposición de restos vegetales, y la acción de microorganismos descomponedores. El suelo constituye uno de los recursos naturales más importantes; sin él, la vida vegetal en la superficie terrea no existiría y, en consecuencia, no se producirían alimentos para la vida animal ni para el individuo. El suelo es un medio muy complejo, compuesto de tres fases principales; la sólida (50 %); la líquida, y la gaseosa (entre las dos últimas 50%) que esta dispuesta en diferentes formas, tanto como macroscópico, como en el ámbito microscópico, para formar cientos de diferentes tipos de suelos conocidos en el mundo. Es por esto que se contempla la porosidad, textura y topografía del suelo porque pueden ser alteradas en las actividades de *Preparación del sitio*, sin embargo los impactos adversos son mínimos debido a la naturaleza del proyecto y el área a utilizar por la construcción. En cuanto a los procesos de degradación se refiere a la provocada por los diferentes tipos de erosión e intemperismo.

## Porosidad

Con la realización de algunas actividades este atributo se puede ver modificado ya que influye en el suelo como la cantidad de espacios vacíos o poros entre las partículas sólidas, por lo cual afecta la permeabilidad del suelo, cuanto más poros más materia orgánica, en arenas muy finas la porosidad es baja.

## Textura



La textura será dada por las porciones finas que contiene el suelo al deshacer un terrón. Existen tres clases de partículas: arena, limo y arcilla, en el sitio del predio existe arena.

### **Topografía**

La modificación topográfica y batimétrica del suelo en la etapa de construcción, será el principal impacto por las alteraciones causadas por la actividad de perforación y anclaje.

### **AIRE**

Se denomina *aire* a la mezcla de gases que forma la atmósfera, sujetos alrededor de la tierra por la fuerza de gravedad. El aire es esencial para la vida en el planeta, es particularmente delicado y está compuesto en proporciones ligeramente variables por sustancias tales como el nitrógeno (78%), oxígeno (21%), vapor de agua (variable entre 0-7%), ozono, dióxido de carbono, hidrogeno y algunos gases nobles como el criptón o el argón.

### **Nivel de ruido**

Este elemento del ambiente se refiere al estado que guarda un determinado espacio en relación con las perturbaciones acústicas por diferentes fuentes, tomando en cuenta los efectos de reflexión, absorción y propagación provocados por los diversos materiales. El ruido se define como todo sonido indeseable que moleste o perjudique a las personas, o a la fauna silvestre

### **Calidad del aire**

Como parte de los elementos del clima, asociados con las condiciones de la atmósfera, se agrupan en la calidad del aire algunas características que son importantes en el bienestar de los ecosistemas y de las poblaciones humanas. Se incluyen el nivel de partículas suspendidas, olores, nivel de ruido y nivel de gases. El impacto al aire consistirá principalmente en la dispersión de aserrín de madera producto del corte de los tablones a utilizar. Los impactos generados son en su mayoría negativos no significativos y puntuales debido a la fácil dispersión de las emisiones. La mayoría de los impactos mencionados serán momentáneos, las cuales serán poco significativas

### **PAISAJE**

En general, se entiende por paisaje cualquier área de la [superficie terrestre](#) producto de la [interacción](#) de los diferentes factores presentes en ella y que tienen un reflejo visual en el [espacio](#).

## FACTOR SOCIO-ECONÓMICO

Incluye varios rubros, sin embargo en esta ocasión se abarcará únicamente empleo, comercio y pago de derechos, contemplando en estos los demás atributos como son energéticos, ya que este se dan en la etapa de preparación del sitio, en cuanto a el pago de derechos en cuanto se apruebe el proyecto, y bienestar social se da desde la contratación del personal en la etapa de preparación del sitio.

Empleo: Un impacto positivo importante a la economía es sin duda la generación de empleos, este proyecto los generará en todas sus etapas, sin embargo, la mayor cantidad de personal se dará durante la etapa de construcción.

Comercio: La demanda de insumos y materiales para la construcción implica una derrama económica que influye directamente en el comercio de materiales para la construcción y preparación del sitio, así como en la etapa de operación se tiene en cuenta que los habitantes de la casa son de origen extranjero por lo que cuando ingresen al país dejarán divisas.

Pago de derechos: Con este tipo de proyectos el Estado, Municipio o la Federación se ven beneficiados con pago de permisos que pueden ser a los diferentes niveles de gobierno como pago de cuotas, tarifas, cargos etc.)

A continuación se presentan los atributos que serán contemplados en la evaluación, mas no se enlistaran en la matriz.

Energéticos (electricidad, combustible, gas doméstico): El consumo de energéticos implica para la economía una derrama.

Bienestar social: Definitivamente se tendrá el compromiso de brindarle a los trabajadores temporales y permanentes, en las diferentes etapas del proyecto la seguridad en el medio de trabajo y la garantía de contar con un servicio medico que otorgue una tranquilidad laboral a cada uno de los trabajadores, así como la capacitación necesaria para brindar un buen servicio a los habitantes.

## FACTORES BIÓTICOS

Se entiende por todos los factores relativos a los seres vivos (Valverde, et al, 2005).

## **FLORA**

Se entiende como el conjunto de especies de las plantas que se pueden encontrar en a extensión del predio La eliminación de vegetación en las superficies de construcción representa un impacto permanente generado en la etapa inicial durante el desmonte y despalme; sin embargo, el impacto puede ser compensado mediante el programa de conservación que contempla la protección y el enriquecimiento de las plantas. Se desarrollaran las acciones necesarias para evitar el desmonte de las comunidades vegetales endémicas, y especies amenazadas mediante El programa de conservación el cual provoca un impacto positivo permanente al conservarlo en su totalidad. En este caso serán evaluadas las especies que hayan sido identificadas como especies incluidos en la NOM-059 SEMARNAT-2010. Tomaremos en cuenta los siguientes atributos para evaluar la flora del sitio.

### **Abundancia**

Definido como el número de individuos de la misma especie.

### **Dominancia**

Se refiere a las especies que dominan en un área determinada.

### **Especies bajo categoría de protección**

las especies enlistadas en la NOM-059 SEMARNAT-2010, Aquellas especies, o poblaciones de las mismas, 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 IUCN)..

## **FAUNA**

Fundamentalmente las especies de los grandes y mas conspicuos grupos como son las aves, reptiles, mamíferos y anfibios, las cuales pueden ocurrir en los alrededores de la zona de estudio, en donde pudieran verse afectadas principalmente por las actividades de preparación y construcción del proyecto.

Tomaremos en cuenta los siguientes atributos para evaluar la fauna en el sitio.

### **Abundancia**

Definido como el número de individuos de la misma especie.

### **Dominancia**

Se refiere a las especies que dominan en un área determinada.

## 9.5 Criterios y metodologías de evaluación

La incidencia de las actividades del proyecto sobre los anteriores indicadores se identificó y se evaluó considerando los siguientes criterios:

- Las condiciones actuales del predio
- Las condiciones del sistema ambiental.
- Los impactos específicos en cada etapa de desarrollo del proyecto a nivel puntual y local.

### 9.5.1 Criterios del proyecto/ambiente

Los criterios medibles para la matriz de Leopold se calificarán con un valor de 0 a 3 según sea el criterio a evaluar, *Magnitud, Importancia, Temporabilidad, Reversibilidad y Extensión del Impacto*. Se hace una sumatoria de todos los valores en cada interacción y se encontrarán valores de 10 como máximo. Una interacción negativa tiene un valor – (negativo) y una positiva un valor + (positivo).

A continuación se explica los valores que se les otorgara a cada criterio a evaluar:

**MAGNITUD**, referido al tamaño, cantidad, es medible en metros, hectáreas, tiempo, dinero, etc.

♦ *Menos del 50% del área del predio:* 1 dependiendo según sea positivo (+) o negativo (-).

♦ *Si es 50% del área del predio:* 2 dependiendo según sea positivo (+) o negativo (-).

♦ *Más del 50% del área del predio:* 3 dependiendo según sea positivo (+) o negativo (-).

**IMPORTANCIA**, refiere aspectos como rareza de una especie, su belleza, así como la identidad de un paisaje, de un sitio arqueológico, histórico, arquitectónico, etc. Aunque se trata de un criterio no tan objetivo, hay coincidencias en lo que puede o no ser importante para el grupo evaluador.

♦ Es imperceptible 0

♦ *Medio importante* 1 dependiendo según sea positivo (+) o negativo (-).

♦ *Muy importante* 2 dependiendo según sea positivo (+) o negativo (-).

**TEMPORALIDAD**, se refiere a la duración de los impactos

♦ *MOMENTÁNEO (DM)*: El efecto del impacto *dura el mismo tiempo que la actividad* que lo genera y su valor es de 1, dependiendo según sea positivo (+) o negativo (-).

♦ *TEMPORAL (DT)*: El efecto del impacto *dura más tiempo (de uno hasta cinco años)* que la actividad que lo genera; y su valor es de 2, dependiendo según sea positivo (+) o negativo (-).

♦ *PERMANENTE (DP)*: El efecto del impacto *permanece en el componente ambiental afectado por un tiempo mayor de cinco años* y su valor es de 3, dependiendo según sea positivo (+) o negativo (-).

**REVERSIBILIDAD**, indica la característica de la interacción a regresar a su forma original.

♦ *REVERSIBLE (R)*, y su valor es de 0.

♦ *PARCIALMENTE REVERSIBLE (PR)*, y su valor es de 1, dependiendo según sea positivo (+) o negativo (-).

♦ *IRREVERSIBLE (IR)*, y su valor es de 2, 3, dependiendo según sea positivo (+) o negativo (-) la identificación.

**EXTENSIÓN DE LOS IMPACTOS**, refiere hasta donde llegara el impacto generado





♦ *PUNTUAL (EP)*: El efecto se presenta directamente *en el sitio* donde se ejecuta la acción y su valor es de 1, dependiendo según sea positivo (+) o negativo (-).

♦ *LOCAL (EL)*: El efecto se presenta después de *los límites del sitio* del proyecto hasta 10 Km del punto donde ocurre la acción que lo genera y su valor es de 2, dependiendo según sea positivo (+) o negativo (-).

♦ *REGIONAL (ER)*: El efecto se presenta *a más de 10 Km.* del sitio donde se ejecuta la acción y dentro del área de influencia del proyecto, y su valor es de 3, dependiendo según sea positivo (+) o negativo (-).

El siguiente paso es que se suman los valores de una misma interacción. Los valores encontrados para cada interacción se anotan en la matriz (en el punto de coincidencia del atributo-actividad), esto arrojará impactos no significativos los que sean menores a el valor de 6; impactos significativos los mayores a el valor de 6 y según sea el caso es positivo o negativo, así, obtendremos impactos significativos positivos y no significativos positivos como también impactos no significativos negativos y significativos negativos, en total serán 4 formas de impacto (Ver tabla 5.3) .

Tabla 45.- valor por tipo de impacto identificado

IMPACTO	VALOR	SIMBOLOGÍA
<i>Positivo significativo</i>	> + 6	
<i>Positivo no significativo</i>	< + 6	
<i>Negativo significativo</i>	> - 6	
<i>Negativo no significativo</i>	< - 6	
No existen efectos adversos.	0	

Ya que tenemos la matriz de ponderación de impactos de la matriz de Leopold, se toman en cuenta criterios de intensidad, medidas, relación Causa-Efecto los cuales se nombran en *la Matriz de Calificación de Impactos Ambientales*, Los criterios se describen a continuación:

**INTENSIDAD:** Grado de destrucción

-*IMPACTO NOTABLE* o *muy alto*. Expresa una destrucción casi total del factor considerado en el caso en que se produzca el impacto.

-*IMPACTO MÍNIMO* o *bajo*. Expresa una destrucción mínima del factor considerado

-*IMPACTO MEDIO* y *alto*. Sus repercusiones se consideran entre niveles intermedios de los dos citados anteriormente

### IMPACTO POR LA RELACIÓN CAUSA EFECTO

*IMPACTO DIRECTO:* Es aquel cuyo efecto tiene incidencia inmediata en algún factor ambiental.

*IMPACTO INDIRECTO:* Es aquel cuyo efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia, o en general la relación de un factor con otro.

## **MEDIDAS DEL IMPACTO GENERADO DEPENDIENDO SU CAPACIDAD DE RECUPERACIÓN**

-*IMPACTO MITIGABLE*. Los efectos pueden paliarse o mitigarse de forma ostensible, mediante el establecimiento de medidas correctoras.

-*IMPACTO RECUPERABLE*. El efecto de la alteración puede eliminarse por la acción humana.

-*IMPACTO FUGAZ*. La recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa prácticas correctoras o protectoras.

-*IMPACTO COMPENSABLE*: Aquel en el que no puedo aplicar una acción correctora, pero si puedo compensar el área que esta siendo afectada en la misma zona impactada.

## **SINERGIA DEL IMPACTO**

Sinérgico: Cuando se suman dos o más impactos y generan un efecto mayor.

No Sinérgico: Cuando no se conjunta con otros impactos para un efecto mayor.

## **9.6 Matriz de identificación de interacciones potenciales**

MATRIZ DE INTERACCIONES POTENCIALES												
FACTORES AMBIENTALES		ATRIBUTO	ACTIVIDADES									
			PREPARACION DEL SITIO						ABANDONO			
			Rescate de fauna	Trazo	Rescate de flora	Desmonte	Triturado y acopio temporal del material vegetal	Nivelación del terreno	Relleno y aplanado del terreno	Remoción de la capa pétreo compactación y nivelación	enriquecimiento con materia orgánica	reforestación con plantas nativas
CLIMA	Precipitación				X							X
	Vientos				X							X
SUELO	Porosidad				X		X	X	X	X	X	
	Textura				X		X	X			X	
	Topografía				X		X	X	X	X	X	
AIRE	Ruido				X	X	X	X	X	X	X	
	Calidad				X	X	X	X	X	X	X	X
AGUA	Cantidad											
	Calidad											
FLORA	Abundancia		X	X	X	X						X
	Dominancia		X	X	X	X						X
	Sp. Sujetas a protección especial			X								X
FAUNA	Abundancia	X			X							X
	Dominancia	X			X							X
	Sp. Sujetas a protección especial											
PAISAJE	Apariencia		X	X	X		X	X	X	X	X	X
SOCIOECONOMICO	Empleo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Comercio	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Pago de derechos				X							



### 9.7 Lista descriptiva de las interacciones potenciales

<p><b>MAGNITUD</b>, referido al tamaño, cantidad, es medible en metros, hectáreas, tiempo, dinero, etc. ♦ Menos del 50% del área del predio: 1 de ♦ Si es 50% del área del predio: 2 dependiendo según sea pos ♦ Más del 50% del área del predio: 3 dependiendo según sea positivo (+) o negativo (-).</p>
<p><b>IMPORTANCIA</b>, refiere aspectos como rareza de una especie, su belleza, así como la identidad de un paisaje, de un sitio arqueológico, his criterio no tan objetivo, hay coincidencias en lo que puede o no ser importa ♦ Es imperceptible ♦ Medio importante 1 dependiendo según sea positivo (+) ♦ Muy importante 2 dependiendo según sea positivo (+) o negativo (-).</p>
<p><b>TEMPORALIDAD</b>, se refiere a la duración ♦ MOMENTÁNEO (DM): El efecto del impacto dura el mismo tiempo que la actividad que lo genera y su valor es de 1, depen ♦ TEMPORAL (DT): El efecto del impacto dura más tiempo (de uno hasta cinco años) que la actividad que lo genera; y su valor es de 2, de ♦ PERMANENTE (DP): El efecto del impacto permanece en el componente ambiental afectado por un tiempo mayor de cinco años y su valo negativo (-).</p>
<p><b>REVERSIBILIDAD</b>, indica la característica de la interacción a regresar ♦ REVERSIBLE (R), y su valor es de 1, dependiendo según sea ♦ PARCIALMENTE REVERSIBLE (PR), y su valor es de 2, dependiendo según sea ♦ IRREVERSIBLE (IR), y su valor es de 3, dependiendo según sea positivo (+) o negativo (-) la identificación.</p>
<p><b>EXTENSIÓN DE LOS IMPACTOS</b>, refiere hasta donde llegara ♦ PUNTUAL (EP): El efecto se presenta directamente en el sitio donde se ejecuta la acción y su valor es de 1, dependi ♦ LOCAL (EL): El efecto se presenta después de los límites del sitio del proyecto hasta 10 Km del punto donde ocurre la acción que lo genera y (+) o negativo ♦ REGIONAL (ER): El efecto se presenta a más de 10 Km. del sitio donde se ejecuta la acción y dentro del área de influencia del proyecto, y su o negativo (-).</p>
<p><b>ETAPA</b> PREPARACION DEL SITIO</p>
<p>CRITERIOS</p>

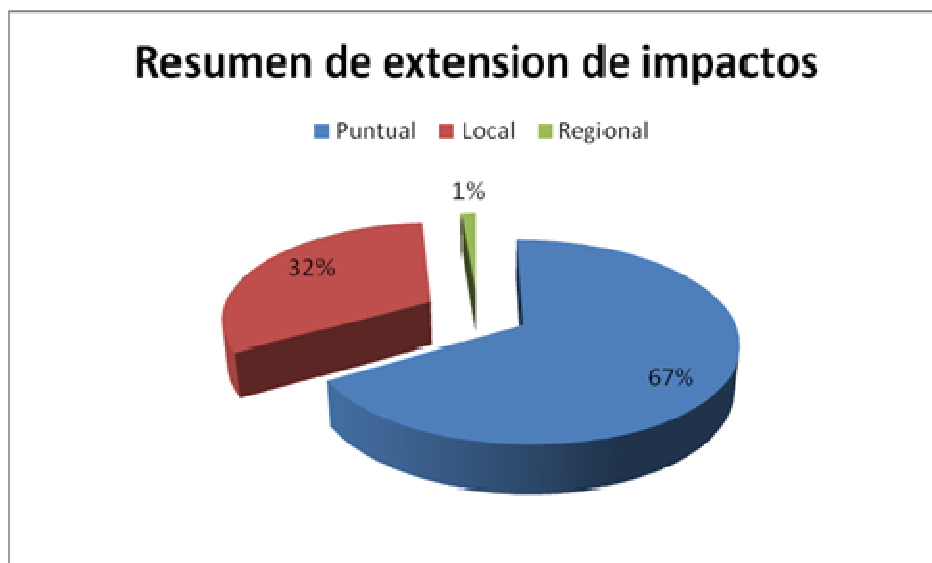
	SOCIO- ECONOMICO	EMPLEO	1	1	1
		COMERCIO	1	0	1
TRAZO	FLORA	ABUNDANCIA	-2	2	-1
		DOMINANCIA	-2	2	-1
	PAISAJE	APARIENCIA	-1	0	-1
	SOCIO- ECONOMICO	EMPLEO	1	1	1
		COMERCIO	1	1	1
RESCATE DE FLORA	FLORA	ABUNDANCIA	3	2	1
		DOMINANCIA	3	2	1
		SP. BAJO CATEGORIA DE PROTECCION	3	2	1
	PAISAJE	APARIENCIA	3	0	1
	SOCIO- ECONOMICO	EMPLEO	3	2	1
		COMERCIO	3	1	1
	DESMONTE	CLIMA	PRECIPITACION	-2	-2
VIENTOS			-2	-1	-2
SUELO		POROSIDAD	-3	-1	-3
		TEXTURA	-3	-1	-3
		TOPOGRAFIA	-3	-1	-3
AIRE		RUIDO	-3	-1	-1
		CALIDAD	-2	-1	-1
FLORA		ABUNDANCIA	-3	-2	-3
		DOMINANCIA	-3	-2	-3
FAUNA		ABUNDANCIA	-1	0	0
		DOMINANCIA	-1	0	0
PAISAJE		APARIENCIA	-3	-2	-3
SOCIO- ECONOMICO		EMPLEO	2	2	2
		COMERCIO	2	2	2
		PAGO DE DERECHOS	3	2	1

	ECONOMICO	COMERCIO	2	2	2
NIVELACION DEL TERRENO	SUELO	POROSIDAD	-3	-1	-3
		TEXTURA	-3	-1	-3
		TOPOGRAFIA	-3	-1	-3
	AIRE	RUIDO	-2	0	-1
		CALIDAD	-2	0	-1
	PAISAJE	APARIENCIA	-3	-1	-3
	SOCIO-ECONOMICO	EMPLEO	3	2	2
COMERCIO		2	2	2	
RELLENO Y APLANADO DEL TERRENO	SUELO	POROSIDAD	-3	-1	-3
		TEXTURA	-3	-1	-3
		TOPOGRAFIA	-3	-1	-3
	AIRE	RUIDO	-2	0	-1
		CALIDAD	-2	0	-1
	PAISAJE	APARIENCIA	-3	-1	-3
	SOCIO-ECONOMICO	EMPLEO	3	2	2
COMERCIO		2	2	2	
<b>ETAPA:</b>	<b>ABANDONO</b>				
REMOCION DE LA CAPA PETREA DE COMPACTACION Y NIVELACION	SUELO	POROSIDAD	3	2	1
		TOPOGRAFIA	3	2	1
	AIRE	RUIDO	-3	2	1
		CALIDAD	-3	2	1
	PAISAJE	APARIENCIA	-3	2	1
	SOCIO-ECONOMICO	EMPLEO	2	2	2
COMERCIO		2	2	2	
	SUELO	POROSIDAD	3	2	3
		TEXTURA	3	2	3

	ECONOMICO	COMERCIO	2	2	2
REFORESTACION CON PLANTAS NATIVAS	CLIMA	PRECIPITACION	3	2	3
		VIENTOS	3	1	3
	AIRE	CALIDAD	3	2	3
	FLORA	ABUNDANCIA	3	2	3
		DOMINANCIA	3	2	3
		SP. BAJO CATEGORIA DE PROTECCION	3	2	3
	FAUNA	ABUNDANCIA	2	2	3
		DOMINANCIA	2	2	3
	PAISAJE	APARIENCIA	3	2	3
	SOCIO-ECONOMICO	EMPLEO	2	2	2
		COMERCIO	2	2	2

<b>FACTORES AMBIENTALES</b>	<b>CL</b>	Vientos								
	<b>SUELO</b>	Porosidad				P		P	P	P
		Textura				P		P	P	
		Topografía				P		P	P	P
	<b>AIRE</b>	Ruido				P	P	P	P	P
		Calidad				P	P	P	P	P
	<b>AGUA</b>	Cantidad								
		Calidad								
	<b>FLORA</b>	Abundancia		P	P	P	P			
		Dominancia		P	P	P	P			
		Sp. Sujetas a protección especial			P					
	<b>FAUNA</b>	Abundancia	P			P				
		Dominancia	P			P				
		Sp. Sujetas a protección especial								
	<b>PAISAJE</b>	Apariencia		P	P	P		P	P	P
<b>SOCIOECONOMICO</b>	Empleo	L	L	L	L	L	L	L	L	
	Comercio	L	L	L	L	L	L	L	L	
	Pago de derechos				R					

P: Efecto puntual  
L: Efecto local  
R: Efecto Regional



**Figura 74.-** Porcentaje de impactos según extensión de actuación.

Se tiene que el 67% de los impactos actúan únicamente a nivel del predio y corresponde a las actividades de preparación del sitio en su mayoría. El 32% tienen un efecto a nivel local, considerando que la contratación de mano de obra, de servicios y adquisición de insumos, es dentro del mismo territorio de la cabecera municipal. 1% de los impactos (1) tiene un efecto regional, incluso a nivel nacional, ya que una parte de los derechos derivados del cambio de uso de suelo, no solo corresponden a los que se generen por licencias y permisos municipales, sino que también abarca los recursos que serán utilizados en proyectos de compensación ambiental a nivel estatal o federal.

## 9.8 Matriz de ponderación de impactos

FACTORES AMBIENTALES		ATRIBUTO	ACTIVIDADES									
			Rescate de fauna	Trazo	Rescate de flora	Desmonte	Triturado y acopio temporal del material vegetal	Nivelación del terreno	Relleno y aplanado del terreno	Remoción de la capa pétreo de compactación y nivelación	enriquecimiento con materia orgánica	reforestación con plantas nativas
CLIMA	Precipitación				-10							9
	Vientos				-7							8
SUELO	Porosidad				-10		-9	-9	8	10		
	Textura				-10		-9	-9		10		
	Topografía				-10		-9	-9	8	10		
AIRE	Ruido				-6	-4	-4	-4	1	-5		
	Calidad				-5	-4	-4	-4	1	-5	9	
AGUA	Cantidad											
	Calidad											
FLORA	Abundancia		-3	7	-10	-10						9
	Dominancia		-3	7	-10	-10						9
	Sp. Sujetas a protección especial			7								9
FAUNA	Abundancia	6			-2							8
	Dominancia	6			-2							8
	Sp. Sujetas a protección especial											
PAISAJE	Apariencia		-3	5	-9		-9	-9	2	7		9
SOCIOECONOMICO	Empleo	6	6	9	10	10	10	10	10	10	10	10
	Comercio	6	7	9	10	10	10	10	10	10	10	10
	Pago de derechos				10							

Positivo significativo >7  
Positivo no significativo <6

Negativo significativo >7  
Negativo no significativo <6  
No existen efectos adversos 0



<b>PREPARACION DEL SITIO</b>					
	<b>POSITIVO</b>		<b>NEGATIVO</b>		
	<b>SIGNIFICATIVO</b>	<b>NO SIGNIFICATIVO</b>	<b>SIGNIFICATIVO</b>	<b>NO SIGNIFICATIVO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>BIOTICOS</b>	3	2	4	4	13
<b>ABIOTICOS</b>	0	1	14	9	24
<b>SOCIO/ECONOMICO</b>	12	3	0	0	15
<b>SUBTOTAL</b>	<b>15</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	<b>13</b>	<b>52</b>
<b>ETAPA DE ABANDONO</b>					
	<b>POSITIVO</b>		<b>NEGATIVO</b>		
	<b>SIGNIFICATIVO</b>	<b>NO SIGNIFICATIVO</b>	<b>SIGNIFICATIVO</b>	<b>NO SIGNIFICATIVO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>BIOTICOS</b>	5	0	0	0	5
<b>ABIOTICOS</b>	10	3	0	2	15
<b>SOCIO/ECONOMICO</b>	6	0	0	0	6
<b>SUBTOTAL</b>	<b>21</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>26</b>
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>	<b>9</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>78</b>
<b>PORCENTAJE</b>	<b>46.15</b>	<b>11.54</b>	<b>23.08</b>	<b>19.23</b>	<b>100</b>
<b>%</b>					

En resumen se tienen un total de 78 impactos, de los cuales 52 se presentan en la etapa de preparación que corresponde al cambio de uso de suelo. 13 inciden en el medio biótico con 3 impactos positivos significativos, 2 positivos no significativos, 4 negativos significativos y 4 negativos no significativos. En el medio abiótico, se presentan 1 impacto positivo no significativo, 14 impactos negativos significativos y 9 negativos no significativos. En el medio socioeconómico, se presentan 15 impactos de los cuales 12 son positivos significativos, 3 positivos no significativos y 0 negativos.

En la etapa de abandono, que se consideraría que por alguna razón fortuita o incluso podría considerarse que por algún cambio drástico en la economía del país, pudiera tener que recurrir a la aplicación de esta etapa únicamente. Se presentaron un total de 26 impactos de los cuales 5 impactos positivos significativos inciden sobre el medio biótico; en el medio abiótico 10 impactos son positivos significativos, 3 son positivos no significativos y 2 son negativos no



significativos. En el medio socioeconómico se presentan 6 impactos positivos significativos.

A continuación se presenta este resumen gráficamente.

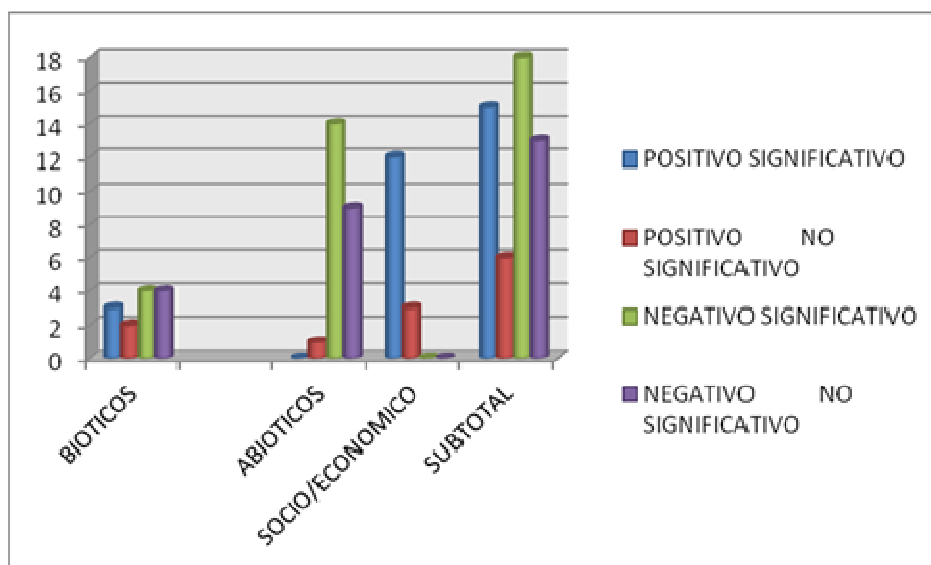


Figura 75.- Número de impactos que se identificaron en la etapa de preparación del sitio.

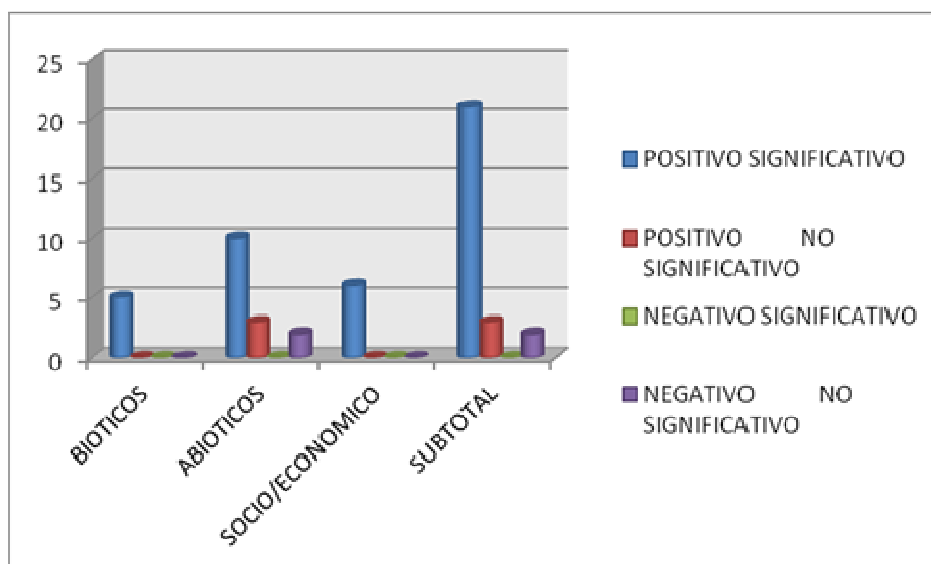


Figura 76.- Número de impactos que se identificaron en la etapa de abandono.

## 9.9 Matriz de evaluación de interacciones potenciales

			SIGNIFICATIVO	CALIDAD AMB.	PERSISTENCIA	EXTENSION	CAPACIDAD DE RECUPERACION	INTENSIDAD	REL.CAUSA- EFECTO	SINERGIA
ACTIVIDAD:	MEDIO	ATRIBUTO	ETAPA DE PREPARACION DEL SITIO							
RESCATE FAUNA	DE FAUNA	ABUNDANCIA	NO	+	MOMENTANEO	PUNTUAL	REVERSIBLE	BAJO	DIRECTO	NO
		DOMINANCIA	NO	+	MOMENTANEO	PUNTUAL	REVERSIBLE	BAJO	DIRECTO	NO
	SOCIO- ECONOMICO	EMPLEO	NO	+	MOMENTANEO	LOCAL	IRREVERSIBLE	BAJO	DIRECTO	NO
		COMERCIO	NO	+	MOMENTANEO	LOCAL	IRREVERSIBLE	BAJO	INDIRECTO	NO
TRAZO	FLORA	ABUNDANCIA	NO	-	MOMENTANEO	PUNTUAL	PARCIALMENTE	BAJO	DIRECTO	NO
		DOMINANCIA	NO	-	MOMENTANEO	PUNTUAL	PARCIALMENTE	BAJO	DIRECTO	NO
	PAISAJE	APARIENCIA	NO	+	MOMENTANEO	PUNTUAL	REVERSIBLE	BAJO	DIRECTO	NO
		SOCIO- ECONOMICO	EMPLEO	NO	+	MOMENTANEO	LOCAL	IRREVERSIBLE	BAJO	DIRECTO
COMERCIO	SI		+	MOMENTANEO	LOCAL	IRREVERSIBLE	ALTO	INDIRECTO	NO	
RESCATE FLORA	DE FLORA	ABUNDANCIA	SI	+	MOMENTANEO	PUNTUAL	REVERSIBLE	ALTO	DIRECTO	No
		DOMINANCIA	SI	+	MOMENTANEO	PUNTUAL	REVERSIBLE	ALTO	DIRECTO	No
		SP. BAJO CATEGORIA DE PROTECCION	SI	+	MOMENTANEO	PUNTUAL	REVERSIBLE	ALTO	DIRECTO	NO
	PAISAJE	APARIENCIA	NO	+	MOMENTANEO	PUNTUAL	REVERSIBLE	BAJO	DIRECTO	NO
	SOCIO- ECONOMICO	EMPLEO	SI	+	MOMENTANEO	LOCAL	IRREVERSIBLE	ALTO	DIRECTO	NO
		COMERCIO	SI	+	MOMENTANEO	LOCAL	IRREVERSIBLE	ALTO	INDIRECTO	NO
DESMONTE	CLIMA	PRECIPITACION	SI	-	PERMANENTE	LOCAL	IRREVERSIBLE	ALTO	INDIRECTO	NO
		VIENTOS	SI	-	TEMPORAL	LOCAL	REVERSIBLE	ALTO	INDIRECTO	NO
	SUELO	POROSIDAD	SI	-	PERMANENTE	PUNTUAL	IRREVERSIBLE	ALTO	DIRECTO	NO
		TEXTURA	SI	-	PERMANENTE	PUNTUAL	IRREVERSIBLE	ALTO	DIRECTO	NO
		TOPOGRAFIA	SI	-	PERMANENTE	PUNTUAL	IRREVERSIBLE	ALTO	DIRECTO	NO
	AIRE	RUIDO	NO	-	MOMENTANEO	PUNTUAL	REVERSIBLE	BAJO	DIRECTO	NO
		CALIDAD	NO	-	MOMENTANEO	PUNTUAL	REVERSIBLE	BAJO	DIRECTO	NO
	FLORA	ABUNDANCIA	SI	-	PERMANENTE	PUNTUAL	PARCIALMENTE	ALTO	DIRECTO	NO
		DOMINANCIA	SI	-	PERMANENTE	PUNTUAL	PARCIALMENTE	ALTO	DIRECTO	NO
	FAUNA	ABUNDANCIA	NO	-	MOMENTANEO	PUNTUAL	REVERSIBLE	BAJO	DIRECTO	NO
		DOMINANCIA	NO	-	MOMENTANEO	PUNTUAL	REVERSIBLE	BAJO	DIRECTO	NO
	PAISAJE	APARIENCIA	SI	-	PERMANENTE	PUNTUAL	REVERSIBLE	ALTO	DIRECTO	NO
	SOCIO- ECONOMICO	EMPLEO	SI	+	TEMPORAL	LOCAL	IRREVERSIBLE	ALTO	DIRECTO	NO
		COMERCIO	SI	+	TEMPORAL	LOCAL	IRREVERSIBLE	ALTO	Q	NO
		PAGO DE DERECHOS	SI	+	MOMENTANEO	REGIONAL	REVERSIBLE	ALTO	INDIRECTO	NO

TRITURADO ACOPIO TEMPORAL MATERIAL VEGETAL	Y DEL	AIRE	RUIDO	NO	-	MOMENTANEO	PUNTUAL	REVERSIBLE
			CALIDAD	NO	-	MOMENTANEO	PUNTUAL	REVERSIBLE
		FLORA	ABUNDANCIA	SI	-	PERMANENTE	PUNTUAL	PARCIALMEN
			DOMINANCIA	SI	-	PERMANENTE	PUNTUAL	PARCIALMEN
		SOCIO- ECONOMICO	EMPLEO	SI	+	TEMPORAL	LOCAL	IRREVERSIBL
			COMERCIO	SI	+	TEMPORAL	LOCAL	IRREVERSIBL
NIVELACION TERRENO	DEL	SUELO	POROSIDAD	SI	-	PERMANENTE	PUNTUAL	PARCIALMEN
			TEXTURA	SI	-	PERMANENTE	PUNTUAL	PARCIALMEN
			TOPOGRAFIA	SI	-	PERMANENTE	PUNTUAL	PARCIALMEN
		AIRE	RUIDO	NO	-	MOMENTANEO	PUNTUAL	REVERSIBLE
			CALIDAD	NO	-	MOMENTANEO	PUNTUAL	REVERSIBLE
		PAISAJE	APARIENCIA	SI	-	PERMANENTE	PUNTUAL	PARCIALMEN
		SOCIO- ECONOMICO	EMPLEO	SI	+	TEMPORAL	LOCAL	IRREVERSIBL
			COMERCIO	SI	+	TEMPORAL	LOCAL	IRREVERSIBL
RELLENO APLANADO TERRENO	Y DEL	SUELO	POROSIDAD	SI	-	PERMANENTE	PUNTUAL	PARCIALMEN
			TEXTURA	SI	-	PERMANENTE	PUNTUAL	PARCIALMEN
			TOPOGRAFIA	SI	-	PERMANENTE	PUNTUAL	PARCIALMEN
		AIRE	RUIDO	NO	-	MOMENTANEO	PUNTUAL	REVERSIBLE
			CALIDAD	NO	-	MOMENTANEO	PUNTUAL	REVERSIBLE
		PAISAJE	APARIENCIA	SI	-	PERMANENTE	PUNTUAL	PARCIALMEN
		SOCIO- ECONOMICO	EMPLEO	SI	+	TEMPORAL	LOCAL	IRREVERSIBL
			COMERCIO	SI	+	TEMPORAL	LOCAL	IRREVERSIBL
			<b>ETAPA DE ABANDONO</b>					
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ATRIBUTOS</b>		<b>SIGNIFICATIVO</b>	<b>CALIDAD AMB.</b>	<b>PERSISTENCIA</b>	<b>EXTENSION</b>	<b>CAPACIDAD RECUPERAC</b>	
REMOCION DE LA CAPA PETREA DE COMPACTACION Y NIVELACION	SUELO	POROSIDAD	SI	+	MOMENTANEO	PUNTUAL	PARCIALMEN	
		TOPOGRAFIA	SI	+	MOMENTANEO	PUNTUAL	PARCIALMEN	
	AIRE	RUIDO	NO	+	MOMENTANEO	PUNTUAL	REVERSIBLE	
		CALIDAD	NO	+	MOMENTANEO	PUNTUAL	REVERSIBLE	
	PAISAJE	APARIENCIA	NO	+	MOMENTANEO	PUNTUAL	PARCIALMEN	
	SOCIO- ECONOMICO	EMPLEO	SI	-	TEMPORAL	LOCAL	IRREVERSIBL	

	PAISAJE	APARIENCIA	SI	+	MOMENTANEO	PUNTUAL	REVERSIBLE
	SOCIO- ECONOMICO	EMPLEO	SI	+	TEMPORAL	LOCAL	IRREVERSIBLE
		COMERCIO	SI	+	TEMPORAL	LOCAL	IRREVERSIBLE
REFORESTACION CON PLANTAS NATIVAS	CLIMA	PRECIPITACION	SI	+	PERMANENTE	LOCAL	REVERSIBLE
		VIENTOS	SI	+	PERMANENTE	LOCAL	REVERSIBLE
	AIRE	CALIDAD	SI	+	PERMANENTE	LOCAL	REVERSIBLE
	FLORA	ABUNDANCIA	SI	+	PERMANENTE	PUNTUAL	REVERSIBLE
		DOMINANCIA	SI	+	PERMANENTE	PUNTUAL	REVERSIBLE
		SP. BAJO CATEGORIA DE PROTECCION	SI	+	PERMANENTE	PUNTUAL	REVERSIBLE
	FAUNA	ABUNDANCIA	SI	+	PERMANENTE	PUNTUAL	REVERSIBLE
		DOMINANCIA	SI	+	PERMANENTE	PUNTUAL	REVERSIBLE
	PAISAJE	APARIENCIA	SI	+	PERMANENTE	PUNTUAL	REVERSIBLE
	SOCIO- ECONOMICO	EMPLEO	SI	+	TEMPORAL	LOCAL	IRREVERSIBLE
		COMERCIO	SI	+	TEMPORAL	LOCAL	IRREVERSIBLE

### 9.9.1 Descripción de cada impacto negativo significativo y no significativo

ACTIVIDAD	TIPO DE IMPACTO	DESCRIPCION	COMO IMPACTARÁ EN EL ATRIBUTO AMBIENTAL
Trazo* flora * abundancia	-	El trazo consiste en la delimitación manual de las áreas de aprovechamiento, que incluyen todos los elementos del conjunto del proyecto; incluye la desincorporación física de las áreas a respetar o conservar.	Esta actividad implica la eliminación manual de la vegetación que se encuentre sobre el trazo espacial del desplante del proyecto en un ancho de 1m, afectando así la abundancia de especies
Trazo* flora * dominancia	-		Esta actividad implica la eliminación manual de la vegetación que se encuentre sobre el trazo espacial del desplante del proyecto en un ancho de 1m, afectando así la dominancia de algunas de las especies que se distribuyen dentro del predio.
Trazo* paisaje* apariciencia	-		Se observará la apertura de brechas y cuadrículado a nivel del predio, afectando así la apariencia del paisaje
Desmonte* clima* precipitación	-	Consiste en la remoción y eliminación de la vegetación dentro de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo, con la utilización de maquinaria pesada.	Con la eliminación de la vegetación a nivel de predio, se podría causar un cambio en la captación de agua de lluvia en la temporada de estas.
Desmonte* clima* vientos	-		La eliminación de vegetación podría causar la disminución de vientos frescos provenientes del mar, causando un ambiente más seco.
Desmonte* suelo* porosidad	-		Esta actividad modificará la cantidad de espacios vacios o poros entre las partículas solidas del suelo
Desmonte* suelo* textura	-		Se modificará las proporciones de partículas con las que está compuesto el sustrato de predio, al revolver estas al momento de la actividad.
Desmonte* suelo*	-		Se modificará el arreglo batimétrico del suelo, al momento de remover tocones y raíces.

topografía			
Desmonte* aire* ruido	-		La maquinaria a utilizar causará ruido, así como la acción de derribar y remover el material y sustrato del sitio.
Desmonte* aire* calidad	-		Habrà producción de partículas de tierra y vegetación dispersas en el aire durante la ejecución de esta actividad.
Desmonte* flora* abundancia	-		Se eliminarà vegetación, afectando a algunas especies en su abundancia.
Desmonte* flora* dominancia	-		Se eliminarà vegetación, afectando a algunas especies en su dominancia.
Desmonte* fauna* abundancia	-		Con la remoción de la vegetación y trabajos de desmonte, el resto de la fauna se desplazará fuera del área de trabajo, afectando su abundancia
Desmonte* fauna* dominancia	-		Con los trabajos de desmonte, la dominancia de ciertas especies que se distribuían de manera natural se verá afectada.
Desmonte* paisaje* apariencia	-		La apariencia del predio será desolado, con montículos de troncos y ramas producto de esta actividad.
Triturado y acopio temporal del material vegetal* aire* ruido	-	Consiste en la trituración de todo el material vegetal obtenido del desmonte, el cual se encontrará apilado dentro de la superficie del mismo predio. Para ello se utilizarán maquinas trituradoras para capacidad de trozas con diámetros de 30 cm	Estas maquinas son de gran capacidad de caballaje, por lo que emitirán ruido al momento de usarlas.
Triturado y acopio temporal del material vegetal* aire* calidad	-		Con el triturado del material vegetal, se producirán pequeñas partículas las cuales se dispersaran momentáneamente en el aire.
Triturado y acopio temporal	-		Se eliminarà cualquier tipo de semilla, esqueje de especies del área de desplante, afectando la

del material vegetal* flora* abundancia			abundancia de algunas especies.
Triturado y acopio temporal del material vegetal* flora* dominancia	-		Se eliminará cualquier tipo de semilla, esqueje de especies del área de desplante, afectando la dominancia de algunas especies.
Nivelación del terreno* suelo* porosidad	-	Esta actividad consiste en la excavación y picado del sustrato rocoso con el fin de nivelar y hacer más firme el suelo donde se realizará el desplante del proyecto	Se rellenaran los espacios vacíos y poros del sustrato rocoso, esto de igual forma dará seguridad al terreno al momento de la edificación.
Nivelación del terreno * suelo* textura	-		Se perderán partículas de arcilla o limo, produciéndose partículas más grandes de piedra que serán acomodadas para dar firmeza al sitio de desplante
Nivelación del terreno* suelo* topografía	-		Se modificará la topografía natural del predio, haciendo una plancha nivelada para poder edificar.
Nivelación del terreno* aire* ruido	-		La maquinaria a utilizar causará ruido al momento de romper la piedra del terreno para la nivelación
Nivelación del terreno* aire* calidad	-		Esta acción producirá partículas de piedra en forma de arena que fácilmente será dispersa por el viento.
Nivelación del terreno* paisaje* apariencia	-		Se cambiará el paisaje de un sitio con vegetación secundaria a un sitio con una placa de piedra nivelada.
Relleno y aplanado del terreno* suelo* porosidad	-		Esta actividad consiste en rellenar el suelo con sascab y aplanarlo hasta nivelarlo y/o que tenga el desnivel necesario para dar un escurrimiento natural al predio. Para ello se utilizará maquinaria pesada
Relleno y aplanado del	-	Se colocará una sola textura de partícula de suelo sobre el terreno en el área de desplante	

terreno* suelo* textura			del proyecto.
Relleno y aplanado del terreno* suelo* topografía	-		El arreglo batimétrico natural del terreno, quedará a un nivel deseado para el desplante del proyecto, sobre la superficie de aprovechamiento.
Relleno y aplanado del terreno* aire* ruido	-		La utilización de maquinaria pesada causará ruido al momento de esta actividad.
Relleno y aplanado del terreno* aire* calidad	-		Se levantarán partículas de polvo al momento de realizar el relleno y aplanado del terreno.
Relleno y aplanado del terreno* paisaje* aparición	-		El paisaje se modificará por completo y será de una plancha de sascab nivelada.
Enriquecimiento de materia orgánica* aire* ruido	-	Esta actividad aplicará únicamente bajo la hipótesis de que por algún motivo de carácter fortuito, no pudiera realizarse el proyecto, será necesario enriquecer nuevamente el suelo para promover la restauración del sitio.	El llevar y esparcir nuevamente materia orgánica en el sitio de desplante del proyecto, implicará la producción de ruido durante el tiempo que dure esta acción.
Enriquecimiento de materia orgánica* aire* calidad	-		Pequeñas partículas de materia orgánica pueden esparcirse en el viento de manera momentánea.



### 9.10 Discusión de los impactos negativos

Respecto a los **Impactos negativos significativos o no significativos**, el 94% de estos se presentan en la etapa de preparación del sitio, solo un 6% se presenta en la etapa de abandono y corresponde a los que se pudieran ocasionar por las acciones de preparación del terreno para su restauración. Todos estos serán prevenidos, mitigados o compensados, y los correspondientes a la etapa de abandono, serán mencionados únicamente bajo la hipótesis de que por causas fortuitas o de fuerza mayor, ya no se pudiera llevar a cabo el proyecto.

### 9.11 Discusión de los impactos positivos

Muestra la viabilidad del desarrollo de estas actividades, ya que se implementarán acciones tendientes al cumplimiento de las Leyes, Normas y Ordenamientos que hacen factible la ejecución de este proyecto. Por otro lado se tiene la aplicación de técnicas y la utilización de materiales que facilitarán y contribuirán con el manejo adecuado del proceso de cambio de uso de suelo.

### 9.12 Resumen de impactos generados

Los impactos que generara el proyecto son un total de **78**, de los cuales el **46.15%** de *impactos son positivos* significativos; **11.54%** corresponden a impactos positivos no significativos; **23.08%** son impactos negativos significativos y el **19.23%** son impactos negativos no significativos.

Todos los impactos negativos significativos y no significativos serán mitigados, de manera que el costo de la implementación de estas medidas, no encarezcan el desarrollo del proyecto por no llevar a cabo alguna y en su lugar resulte costoso la remediación de una contingencia pudiéndose evitar.

# CAPÍTULO

# 10

## **10. 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.**

### **10.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental**

Las medidas de mitigación son trascendentales para la prevención de los efectos negativos generados por las actividades del proyecto. Por otra parte, las medidas de mitigación contempladas en un Programa Integral de Manejo Ambiental (PIMA), no solo sirven para mitigar o minimizar los impactos generados por un proyecto, sino que son una herramienta que nos ayuda a prevenir, controlar, atenuar, corregir o compensar los impactos ambientales generados.

En la mitigación abarcamos todas aquellas acciones tendientes a reducir la exposición o la vulnerabilidad del factor ambiental que es amenazado por actividades necesarias para llevar a cabo el proyecto. Las principales medidas de mitigación a considerar es a largo plazo que incluyen tanto medidas de planificación del desarrollo así como obras de protección.

Por otro lado un impacto ambiental puede provocar daños al ecosistema como es en el caso de las características del suelo, hacen necesarios aplicar medidas que compensen sus efectos. Por lo general estos impactos ambientales que requieren exclusión que son en su gran mayoría irreversibles para el proyecto.

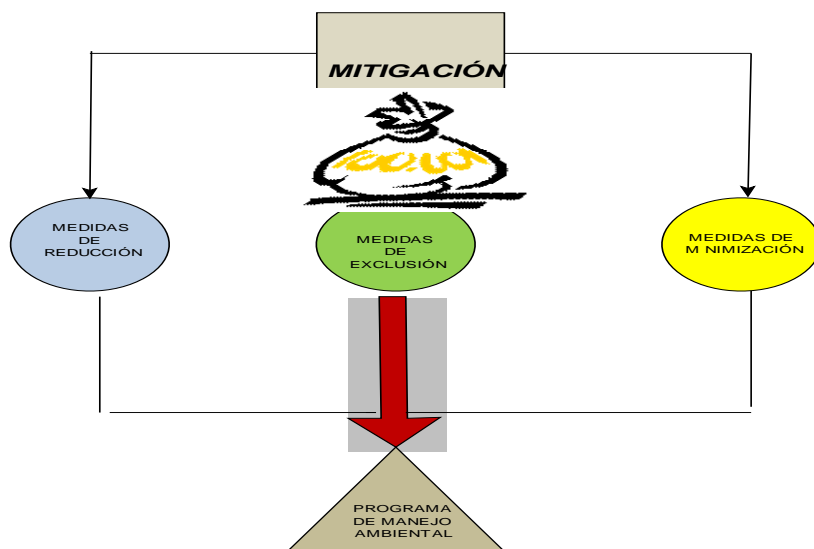
De acuerdo a la legislación ambiental, las medidas de prevención y mitigación son el conjunto de disposiciones y acciones anticipadas que tienen por objeto evitar o reducir los impactos ambientales que pudieran ocurrir en cualquier etapa de desarrollo de una obra o actividad. Asimismo, incluye la aplicación de cualquier política, estrategia, obra o acción tendiente a eliminar o minimizar los impactos adversos que pueden presentarse durante las diversas etapas de un proyecto (diseño, construcción, operación y mantenimiento). Es de nuestro interés mitigar cualquier tipo de efecto negativo por mas mínimo que sea, es por esto que los efectos no significativos negativos generados por la realización del proyecto, también serán mitigados en su totalidad, de esta manera ahorramos daños ambientales, que a largo plazo generarían altos costos remediarlos.

Los componentes ambientales impactados en el sistema y sus alternativas propuestas para la prevención y mitigación de los impactos identificados, se describen a continuación. En la medida de mitigación se indica también el tipo o categoría de mitigación, considerándose para ello las siguientes claves:

**1. Exclusión:** Son aquellas medidas que tienden a promover la existencia de las condiciones similares a las iniciales *TIPO 1*.

**2. Reducción:** Cuando el efecto adverso se presenta en el ambiente sin posibilidad de eliminarlo, se implementan medidas que tiendan a disminuir sus efectos. *TIPO 2.*

**3. Minimización:** Son aquellas medidas en las que tomamos en cuenta la normatividad vigente en cada materia en los que involucra las actividades del proyecto, las cuales son de apoyo para minimizar el efecto negativo ante el ambiente. *TIPO 3.*



## 10.2 DISEÑO DE MEDIDAS DE MITIGACION

### 10.2.1 Medidas de Mitigación para Impactos Negativos Significativos

#### Tabla Descriptiva

En la siguiente tabla. Se muestra los 18 Impactos Significativos Negativos generados en la etapa de *preparación del sitio*, se muestran la afectación a cada componente ambiental así como la medida a utilizar para minimizar el daño a cada factor, de esta manera se mitigan todos los impactos negativos generados por la realización del proyecto.

**Tabla 46.- Impactos Negativos Significativos con sus respectivas medidas para atenuar el daño ambiental para el proyecto**

<i>ACTIVIDAD</i>	<i>FACTOR AMBIENTAL</i>	<i>ATRIBUTOS AMBIENTALES</i>	<i>MEDIDA</i>

**ETAPA DE PREPARACION DEL SITIO**

<i>Desmonte</i>	<b>Clima</b>	Precipitación	Minimización
			Minimización
	<b>Suelo</b>	Vientos	
		Porosidad	Minimización
		Textura	Minimización
	<b>Flora</b>	Topografía	Minimización
		Abundancia	Reducción
	<b>Paisaje</b>	Dominancia	Reducción
		Apariencia	Reducción
	<b>Flora</b>	Abundancia	Minimización
<i>Triturado y acopio temporal del material vegetal</i>		Dominancia	Minimización
<i>Nivelación del terreno</i>	<b>Suelo</b>	Porosidad	Minimización
		Textura	Minimización
	<b>Paisaje</b>	Topografía	Minimización
		Apariencia	Minimización
<i>Relleno y aplanado del terreno</i>	<b>Suelo</b>	Porosidad	Minimización
		Textura	Minimización
	<b>Paisaje</b>	Topografía	Minimización
		Apariencia	Minimización

MEDIDAS DE MITIGACION PARA LOS IMPACTOS NEGATIVOS SIGNIFICATIVOS (PREPARACION DEL SITIO)

ACTIVIDAD	FACTOR AMBIENTAL		TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCION DE LA ACCION	SUPERFICIE	TIEMPO	META	INDICADOR	SOPORTE CIENTIFICO
Desmonte	Clima	Precipitación	Minimización	Se destinará un área de conservación, para que conserve sus atributos ambientales y coadyuve a la reducción del efecto adverso al factor clima	25%	Inmediato	33%	33% de la superficie total del predio destinado para área de conservación	Art. 94 cumplimiento a una normatividad (PDU)
		Vientos							
	Suelo	Porosidad	Minimización	Recuperación de la tierra vegetal y reforestación de áreas verdes. Se cribará la tierra vegetal para ser esparcida en las áreas verdes del proyecto con el objetivo de que las plantas utilizadas para reforestar puedan disponer del nitrógeno necesario para su crecimiento	76%	1 año	76% = a 17.76 has	recuperación de la tierra vegetal y cribada en un 77% de la superficie del predio/ reforestación con una densidad de 625 ind/has	La existencia de una escombrera de tierra vegetal (ETV), construida con la cubierta edáfica ha permitido analizar si sobre este suelo fuertemente removido y amontonado la vegetación establecida ha seguido o no una tendencia a la composición florística previa a las alteraciones (Martinez, 2000) <sup>5</sup> . Por lo que la sucesión natural es una alternativa al recuperar la tierra vegetal.
		Textura							
		Topografía							
	Flora	Abundancia	Reducción	Programa de rescate de flora	76%	1meses	76% = a 17.76 has	Rescate de plantas de valor ecológico y ornamental. Esto incluye semillas, plantas y esquejes.	el rescate de flora es una actividad que se practica comúnmente dentro de las actividades previstas en el desarrollo de un proyecto con el fin de disminuir los efectos de una acción de remoción de vegetación, de esta forma se garantiza la recuperación y preservación del material genético de un sitio en particular
Dominancia									

<sup>5</sup> Martinez Ruiz Carolina. 2000. Dinámica de la recuperación de zonas alteradas por movimientos de tierra: sucesión vegetal y clasificación de especies según su actividad colonizadora. Ediciones Universidad de Salamanca. España.

	Paisaje	Apariencia	Reducción	reforestación con plantas nativas en las áreas verdes y jardinadas	12,000 m2	2 años	750 indiv.	
Triturado y acopio temporal del material vegetal	Flora	Abundancia	Minimización	Programa de rescate de flora	77%	1meses	77%	
		Dominancia						
Nivelación del terreno	Suelo	Porosidad	Minimización	Se destinará un área de donación , para que conserve sus atributos ambientales y coadyuve a la reducción del efecto adverso al factor clima	25%	2 años	33%	
		Textura						
		Topografía						
	Paisaje	Apariencia	Minimización					
Relleno y aplanado del terreno	Suelo	Porosidad	Minimización	Se destinará un área de donación , para que conserve sus atributos ambientales y coadyuve a la reducción del efecto adverso al factor clima	25%	2 años	33%	
		Textura						
		Topografía						
	Paisaje	Apariencia	Minimización					

### **10.3 EXPLICACIÓN DE LAS MEDIDAS A EMPLEAR**

#### ***ETAPA DE PREPARACION DEL SITIO***

##### **DESMONTE \*CLIMA**

Medida de Mitigación tipo 3

Es una medida tomando en cuenta la normatividad vigente, se destinará un 33% de la superficie total del predio como área verde para la conservación de los atributos ambientales de este.

##### **DESMONTE \*SUELO**

Medida de Mitigación tipo 3

Es una medida tomando en cuenta la normatividad vigente, se recuperará la tierra vegetal que es la primera capa del suelo, cribarla y ser usada en las áreas verdes y jardinadas.

##### **DESMONTE \* FLORA**

Medida de Mitigación tipo 2

Se ejecutará un programa de rescate de flora de acuerdo a su estatus de protección, por su valor ecológico y ornamental. Esta medida es tendiente a disminuir los efectos de un efecto que no tiene la posibilidad de ser eliminado.

##### **DESMONTE \* PAISAJE**

Medida de mitigación tipo 2

Se ejecutará un programa de reforestación con plantas nativas en las áreas verdes y jardinadas. Superficie meta: 12,000 m2.

##### **TRITURADO Y ACOPIO TEMPORAL DEL MATERIAL VEGETAL\* FLORA**

Medida de mitigación tipo 3

Se ejecutará un programa de rescate de flora de acuerdo a su estatus de protección, por su valor ecológico y ornamental. Esta medida es tendiente a disminuir los efectos de un efecto que no tiene la posibilidad de ser eliminado.

##### **NIVELACION DEL TERRENO\* SUELO**

Medida de mitigación tipo 3

Es una medida tomando en cuenta la normatividad vigente, se destinará un 33% de la superficie total del predio como área verde para la conservación de los atributos ambientales de este.

##### **NIVELACION DEL TERRENO\* PAISAJE**

Medida de mitigación tipo 3



Es una medida tomando en cuenta la normatividad vigente, se destinará un 33% de la superficie total del predio como área verde para la conservación de los atributos ambientales de este.

#### RELLENO Y APLANADO DEL TERRENO\* SUELO

Medida de mitigación tipo 3

Es una medida tomando en cuenta la normatividad vigente, se destinará un 33% de la superficie total del predio como área verde para la conservación de los atributos ambientales de este.

#### RELLENO Y APLANADO DEL TERRENO\* PAISAJE

Medida de mitigación tipo 3

Es una medida tomando en cuenta la normatividad vigente, se destinará un 33% de la superficie total del predio como área verde para la conservación de los atributos ambientales de este.

### 10.4 Medidas de Mitigación para Impactos Negativos No Significativos

#### 10.4.1 Tabla Descriptiva

En la siguiente tabla 2. Se muestra los 13 impactos No Significativos Negativos generados en la etapa de preparación *del sitio*, se muestran la afectación a cada componente ambiental y la medida a utilizar para minimizar el daño a cada factor, de esta manera se mitigan todos los impactos negativos generados por la realización del proyecto.

**Tabla 47.- Impactos Negativos no Significativos con sus respectivas medidas para atenuar el daño ambiental para el proyecto**

ACTIVIDAD	FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTOS AMBIENTALES	MEDIDA
<b>ETAPA DE PREPARACION DEL SITIO</b>			
<b>TRAZO</b>	<b>Flora</b>	Abundancia	Reducción
		Dominancia	Reducción
	<b>Paisaje</b>	Apariencia	Minimización
<b>DESMONTE</b>	<b>Aire</b>	Ruido	Exclusión
		Calidad	Exclusión
	<b>Fauna</b>	Abundancia	Reducción
		Dominancia	Reducción
<b>TRITURADO Y ACOPIO TEMPORAL DEL MATERIAL VEGETAL</b>	<b>Aire</b>	Ruido	Exclusión
		Calidad	Exclusión
<b>NIVELACION DEL TERRENO</b>	<b>Aire</b>	Ruido	Exclusión
		Calidad	Exclusión
<b>RELLENO Y APLANADO DEL TERRENO</b>	<b>AIRE</b>	Ruido	Exclusión
		Calidad	Exclusión

Los 13 impactos identificados en esta etapa, serán minimizados tomando en cuenta la normatividad ambiental, de manera que las técnicas y métodos que se empleen, coadyuvaran al cumplimiento de las mismas.

MEDIDAS DE MITIGACION PARA LOS IMPACTOS NEGATIVOS NO SIGNIFICATIVOS (PREPARACION DEL SITIO)									
ACTIVIDAD	FACTOR AMBIENTAL		TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCION DE LA ACCION	SUPERFICIE	TIEMPO	META	INDICADOR	SOPORTE CIENTIFICO
TRAZO	Flora	Abundancia	Reducción	Se ejecutará un programa de rescate de flora, en donde primero se rescataran las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y posteriormente todas las de más de importancia ecológica y ornamental	77%	1 mes	3,000 indiv.	3,000 plantas rescatadas.	el rescate de flora es una actividad que se practica comúnmente dentro de las actividades previstas en el desarrollo de un proyecto con el fin de disminuir los efectos de una acción de remoción de vegetación, de esta forma se garantiza la recuperación y preservación del material genético de un sitio en particular
		Dominancia							
	Paisaje	Apariencia	Minimización	reforestación con plantas nativas en las áreas verdes y jardinadas	12,000 m2	2 años	750 indiv.	Reforestación con plantas nativas en áreas verdes, jardinadas y camellones con un mínimo de 750 indiv.	Se empleará la técnica tres bolillo Las plantas se colocan formando triángulos equiláteros (lados iguales). La distancia entre planta y planta dependerá del espaciamiento que la especie demande al ser adulta. (CONAFOR, 2010).
DESMONTE	Aire	Ruido	Exclusión	para minimizar el ruido producido por la maquinaria, esta deberá estar en buen estado, afinada para eficientizar las horas de trabajo y reducir el ruido que emitan	77%	1 año	6 meses	reducción en el tiempo de operación de maquinaria	la utilización de maquinaria en buen estado, eficientiza el tiempo de operación de estas, de igual forma no causa retrasos en la entrega de los compromisos de trabajo, originando un ahorro en el capital de inversión
		Calidad	Exclusión	para minimizar el ruido producido por la maquinaria, esta deberá estar en buen estado, afinada para eficientizar las horas de trabajo y reducir el ruido que emitan	77%	1 año	6 meses	reducción en el tiempo de operación de maquinaria	la utilización de maquinaria en buen estado, eficientiza el tiempo de operación de estas, de igual forma no causa retrasos en la entrega de los compromisos de trabajo, originando un ahorro en el capital de inversión
	Fauna	Abundancia	Reducción	Se ejecutará un programa de rescate de fauna , en donde se rescatará toda la fauna registrada que no pueda desplazarse con rapidez	77%	1 mes	3 grupo de fauna rescatados	Por lo menos 10 especímenes rescatados	El rescate de fauna, es una práctica que va tomando mucha importancia al realizar un proyecto, se deja de asumir que la fauna se desplazara por sí sola.
		Dominancia							
TRITURADO Y ACOPIO TEMPORAL DEL MATERIAL VEGETAL	Aire	Ruido	Exclusión	para minimizar el ruido producido por la maquinaria, esta deberá estar en buen estado, afinada para eficientizar las horas de trabajo y reducir el ruido que	77%	1 año	6 meses	reducción en el tiempo de operación de maquinaria	la utilización de maquinaria en buen estado, eficientiza el tiempo de operación de estas, de igual forma no causa retrasos en la entrega de los compromisos de trabajo, originando un ahorro en el capital de inversión

				emitan				
		Calidad	Exclusión	para minimizar el ruido producido por la maquinaria, esta deberá estar en buen estado, afinada para eficientizar las horas de trabajo y reducir el ruido que emitan	77%	1 año	6 meses	reducción en el tiempo de operación de maquinaria
NIVELACION DEL TERRENO	Aire	Ruido	Exclusión	para minimizar el ruido producido por la maquinaria, esta deberá estar en buen estado, afinada para eficientizar las horas de trabajo y reducir el ruido que emitan	77%	1 año	6 meses	reducción en el tiempo de operación de maquinaria
		Calidad	Exclusión	para minimizar el ruido producido por la maquinaria, esta deberá estar en buen estado, afinada para eficientizar las horas de trabajo y reducir el ruido que emitan	77%	1 año	6 meses	reducción en el tiempo de operación de maquinaria
RELLENO Y ABLANADO DEL		Ruido	Exclusión	para minimizar el ruido producido por la maquinaria, esta deberá estar en buen estado, afinada para eficientizar las horas de trabajo y reducir el ruido que emitan	77%	1 año	6 meses	reducción en el tiempo de operación de maquinaria
				para minimizar el ruido producido por la maquinaria, esta deberá estar en buen estado, afinada para eficientizar las horas de trabajo y reducir el ruido que emitan				reducción en el tiempo de operación de maquinaria

## **10.4.2 EXPLICACIÓN DE LAS MEDIDAS A EMPLEAR**

### **TRAZO\* FLORA**

Medida de Mitigación tipo 2

Se ejecutará un programa de rescate de flora de acuerdo a su estatus de protección, por su valor ecológico y ornamental. Esta medida es tendiente a disminuir los efectos de un efecto que no tiene la posibilidad de ser eliminado.

### **DESMONTE \*AIRE**

Medida de Mitigación tipo 1

Para minimizar el ruido producido por la maquinaria, esta debe estar en buen estado, afinada para eficientizar las horas de trabajo y reducir el ruido que emitan

### **DESMONTE \*FAUNA**

Medida de Mitigación tipo 2

Se ejecutará un programa de rescate de fauna en toda la superficie susceptible al área de desmonte

### **TRITURADO Y ACOPIO TEMPORAL DEL MATERIAL VEGETAL\* AIRE**

Medida de Mitigación tipo 1

Para minimizar el ruido producido por la maquinaria, esta deberá estar en buen estado, afinada para eficientizar las horas de trabajo y reducir el ruido que emitan

### **NIVELACION DEL TERRENO\*AIRE**

Medida de mitigación tipo 1

Para minimizar el ruido producido por la maquinaria, esta deberá estar en buen estado, afinada para eficientizar las horas de trabajo y reducir el ruido que emitan

### **RELLENO Y APLANADO DEL TERRENO\* AIRE**

Medida de mitigación tipo 1

Para minimizar el ruido producido por la maquinaria, esta deberá estar en buen estado, afinada para eficientizar las horas de trabajo y reducir el ruido que emitan

MEDIDAS DE MITIGACION PARA LOS IMPACTOS NEGATIVOS NO SIGNIFICATIVOS (ABANDONO)									
ACTIVIDAD	FACTOR AMBIENTAL		TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCION DE LA ACCION	SUPERFICIE	TIEMPO	META	INDICADOR	SOPORTE CIENTIFICO
ENRIQUECIMIENTO CON MATERIA ORGANICA	AIRE	Ruido	Exclusión	para minimizar el ruido producido por la maquinaria, esta deberá estar en buen estado, afinada para eficientizar las horas de trabajo y reducir el ruido que emitan	77%	1 año	6 meses	reducción en el tiempo de operación de maquinaria	la utilización de maquinaria en buen estado, eficientiza el tiempo de operación de estas, de igual forma no causa retrasos en la entrega de los compromisos de trabajo, originando un ahorro en el capital de inversión
		Calidad	Exclusión	para minimizar el ruido producido por la maquinaria, esta deberá estar en buen estado, afinada para eficientizar las horas de trabajo y reducir el ruido que emitan	77%	1 año	6 meses	reducción en el tiempo de operación de maquinaria	la utilización de maquinaria en buen estado, eficientiza el tiempo de operación de estas, de igual forma no causa retrasos en la entrega de los compromisos de trabajo, originando un ahorro en el capital de inversión

#### ENRIQUECIMIENTO CON MATERIA ORGANICA\* AIRE

Medida de mitigación tipo 1

Para minimizar el ruido producido por la maquinaria, esta deberá estar en buen estado, afinada para eficientizar las horas de trabajo y reducir el ruido que emitan

## 10.5. PROGRAMAS

Programas para la Preparación del Sitio:

Atendiendo La Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres que se encuentran en peligro de extinción, las amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, además establece las especificaciones para su protección. Para el rescate de especies en riesgo se deben instrumentar acciones que involucren activamente y desde el inicio a la población local y a los poseedores de los recursos. Las acciones de conservación y aprovechamiento sustentable pueden consistir en acciones de manejo y repoblación de hábitat naturales. Es por esto que emplearemos el programa de rescate de fauna y flora ya que en el área del predio existen individuos de palma chit *Thrinax radiata* que se encuentra en listado en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por otro lado, la fauna además de ser rescatada, se considera será ahuyentada para que se desplace a otros sitios fuera del área del proyecto.

**Programa de Reubicación de Fauna:** Esta medida es importante para permitir un manejo de los recursos naturales, con la manipulación de especies de fauna silvestre es un proceso mediante el cual los organismos son reubicados en un área determinada para garantizar la permanencia de las poblaciones silvestres de estos organismos, pero es importante considerar al manejo manipulativo como una estrategia cuando los procesos naturales se han impedido. La fauna será depositada en las áreas verdes colindantes en donde no queden encajonadas entre otros proyectos. Para eso se realizará un análisis espacial y una verificación en campo previo a su liberación.

## 10.6. IMPACTOS RESIDUALES

Se entiende por impacto residual al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación. Es un hecho que muchos impactos carecen de medidas de mitigación, otros, por el contrario, pueden ser ampliamente mitigados o reducidos, e incluso eliminados con la aplicación de las medidas propuestas, aunque en la mayoría de los casos los impactos quedan reducidos en su magnitud. Por ello, el estudio de impacto ambiental quedará incompleto si no se especifican estos impactos residuales ya que ellos son los que realmente indican el impacto final de un determinado proyecto. A continuación evaluamos los componentes ambientales para verificar que no quedaran impactos residuales por la realización del proyecto.

#### Componente ambiental clima

En la actualidad el clima es típico de la costa de Quintana Roo, con el proyecto no se verá afectado el clima ya que se dejarán áreas de conservación correspondiente al 33% de la superficie total del predio.

#### Componente ambiental suelo

El proyecto ocupará una superficie del 77% de los cuales se recuperará la capa de materia orgánica y se reforestará las áreas destinadas como verdes.

#### Componente ambiental aire

En la actualidad, no se presentarán impactos residuales por la emisión de partículas o el ruido, además de que éstos serán fugaces y reversibles por lo que no se esperan impactos residuales.

#### Componente ambiental agua

En esta etapa de cambio de uso de suelo, no se prevé que haya afectación al agua.

#### Componente ambiental flora

Se realizará un rescate de la flora, así como la conservación del 33 % del predio como área verde.

#### Componente ambiental fauna

No habrá un impacto residual ya que no se realizará el aprovechamiento de ningún tipo de fauna, al contrario se realizará el rescate de la fauna de lento desplazamiento que se encuentra en el sitio.

#### Componente ambiental paisaje

Podemos decir que de manera general, el paisaje se verá afectado permanentemente, sin embargo el paisaje constituye un elemento de percepción individual lo que para unos pudiera significar la construcción de un elemento fuera del entorno natural, para otros pudiera significar un elemento ornamental y de mayor plusvalía para el sitio, por lo consiguiente se considera que no hay un efecto residual, sumado a esto, el desarrollo del proyecto está regulado por un instrumento de planeación que permite el desarrollo de este.

# CAPÍTULO 11



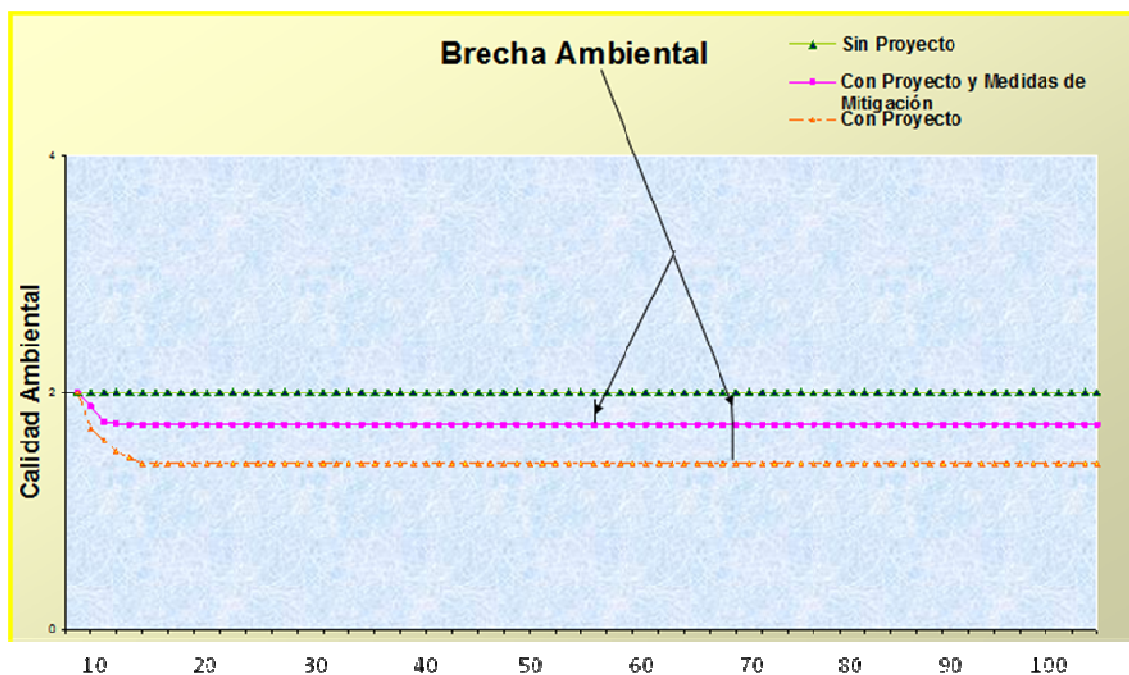
## 11. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

### 11.1 Pronóstico del escenario

Se realiza una proyección en la que se ilustra el resultado de la acción de las medidas de mitigación, sobre los impactos ambientales relevantes y críticos. Este escenario considera la dinámica ambiental resultante de los impactos ambientales, los mecanismos de autorregulación y la estabilización de los ecosistemas.

La brecha ambiental

Esta aparece a partir del establecimiento en el tiempo con la calidad ambiental de los factores del entorno, de aquí se procede a realizar la modelación de los escenarios potenciales, con los cuales se obtendrán los valores a lo largo del tiempo, en nuestro proyecto a 100 años, en función de las interacciones identificadas entre los elementos ambientales con las actividades del proyecto, para esto la simulación se realizara con la existencia de tres escenarios: “*Sin proyecto*” donde se considera el sistema bajo análisis, no sufre ningún tipo de afectación, modificación, o intervención adicional, es decir solo se modela e infiere su comportamiento bajo la incorporación de las tendencias y presiones de uso actuales de las distintas actividades que se realizan en el sitio. El resultado obtenido es el futuro escenario sin la incorporación del proyecto a evaluar que servirá de marco de referencia para su comparación con las modelaciones posteriores ya que la calidad ambiental de los atributos analizados después de la modelación realizada muestran o expresan el futuro de los diversos estadios: deterioro, conservación, estabilidad, transformación, pérdida o sucesión entre otros. Posteriormente se procede a la modelación del escenario “*Con proyecto*”, donde se considera la existencia de una presión adicional sobre los atributos, lo cual conduciría a la modificación extrema de cada variable modelada. Finalmente se procede a obtener la simulación “*Con proyecto y Medidas de Mitigación*”, bajo la hipótesis de que se obtendrá una valoración intermedia, a consecuencia de que las medidas de mitigación podrían atenuar y controlar las afectaciones generadas por las actividades del proyecto y en el mejor de los casos superar la calidad ambiental actual. En la figura 1 se muestra el probable comportamiento de estas tres modelaciones.



**Figura 77.** Modelo de simulación

Sobre la base de la información compilada y analizada, se procedió a definir los escenarios futuros en la zona del proyecto. El diseño de los escenarios futuros corresponde a *Sin Proyecto*, *Con proyecto* y *Con proyecto y Medidas de Mitigación* simulando una durabilidad indefinida en años. El procedimiento definió la calidad del sistema ambiental, el cual considera los subsistemas natural, social y económico que involucran al Proyecto. Para ello, se consideran los componentes ambientales y los indicadores de impacto del sistema ambiental puntual, definidos en la manifestación de impacto ambiental, mediante los cuales se determinaron expectativas a futuro de su evolución al desarrollarse el proyecto.

#### **Para el escenario sin proyecto/ todos los atributos ambientales**

El sitio se ubica en una zona de selva secundaria derivado de una selva mediana subperennifolia, que se encuentra inmerso en un polígono de ampliación de la mancha urbana, regulado por un Programa de Desarrollo Urbano vigente. La fauna es nula, el grupo más representativo son las aves ya que se pueden desplazar con mayor facilidad. En cuanto a la calidad ambiental del sitio es pobre ya que se encuentra rodeado por vialidades y colindante a otros proyectos de vivienda en operación.

### **Para el escenario con proyecto/ todos los atributos ambientales**

En este escenario el atributo vegetación se puede ver modificado si no se cumple la normatividad vigente dañando especies que se encuentran protegidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, mermando la capacidad de carga de una solo especie como es *Thrinax radiata*; el cambio de uso de suelo por remoción de vegetación se genera sin ningún control afectado la vegetación. En cuanto al suelo puede haber pérdida de éste, así como la dispersión de partículas que contamine el aire. Otras especies de fauna y flora pueden ser afectadas secundarias a las actividades constructivas.

### **Para el escenario con proyecto y medidas de mitigación/ todos los atributos ambientales**

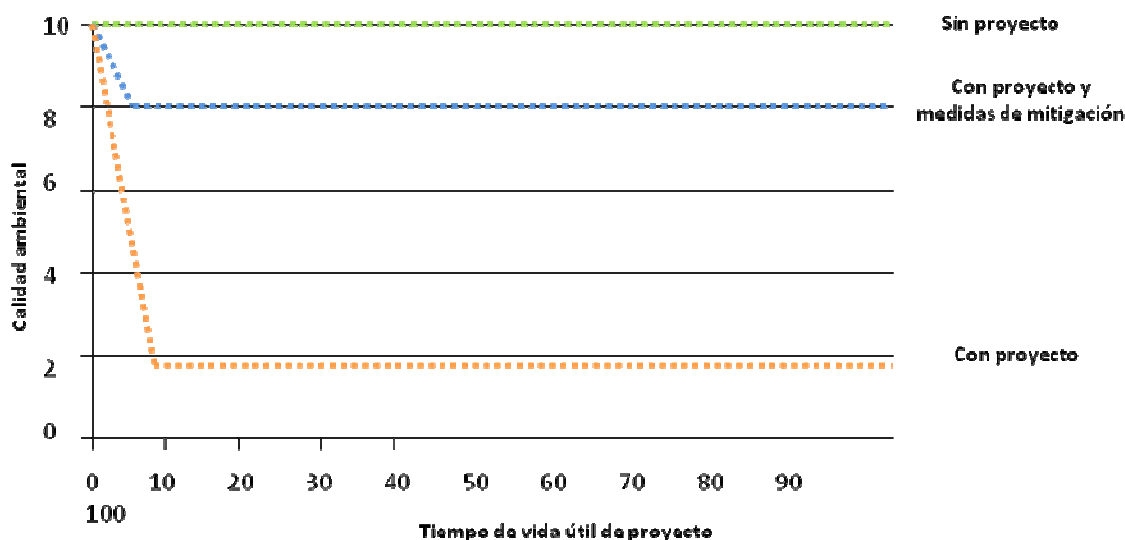
En este escenario el atributo vegetación no se verá modificada en toda la superficie del predio, en virtud de que el área que se propone a aprovechar es congruente con las disposiciones ambientales y de construcción vigentes. El suelo se verá afectado de manera puntual ya que se realizará el trazo del área de aprovechamiento. La flora será removida y rescatada; la fauna será ahuyentada y rescatada; en cuanto al paisaje, la percepción será que es un elemento constructivo que se integrara de manera equilibrada con el entorno además de que es compatible con el PDU de la ciudad de Cancún. Habrá una derrama económica ya que se generaran empleos y la adquisición de equipo e insumos. En general se cumplirá con la normatividad ambiental vigente.

**Clima:** Se destinará el 33% de la superficie total del predio para que esta sea destinada como área de conservación.

En la grafica se nota la recuperación del atributo ambiental, implementando las medidas de mitigación:

Esta acción mitigará los efectos adversos sobre el clima, ya que se conservan los atributos ambientales de esta superficie.

### Clima/ actividades



**Suelo:** Para la etapa de preparación del sitio se recuperará el suelo compuesto por la tierra vegetal en el 77% de la superficie del predio susceptible a cambio de uso de suelo. La tierra vegetal será utilizada y esparcida en las áreas verdes del proyecto, para realizar actividades de enriquecimiento a través de la reforestación con plantas nativas.

Se utilizará equipo adecuado para la remoción de material vegetal,

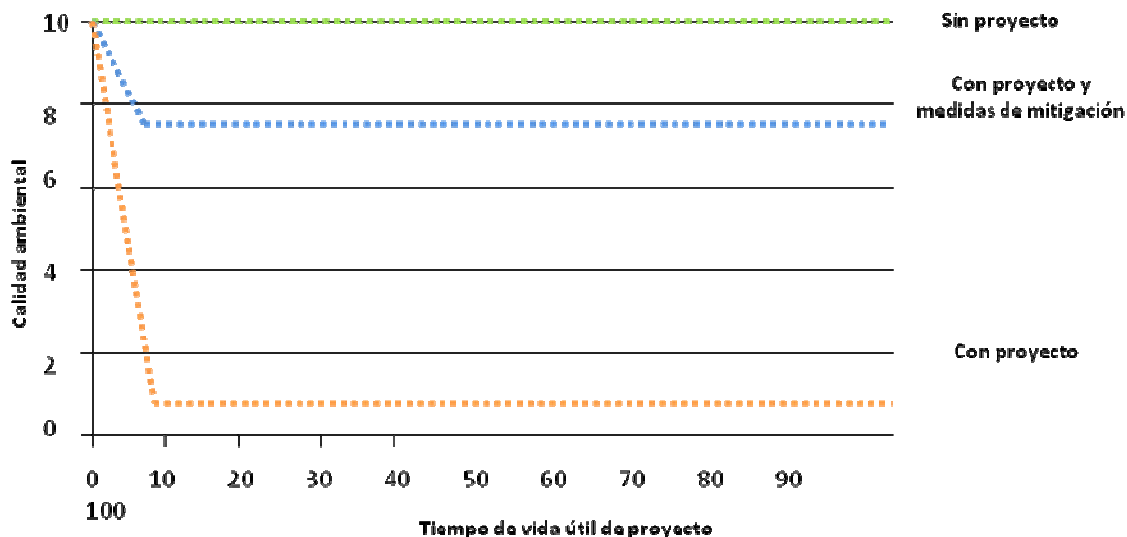
Se delimitará topográficamente la superficie sujeta a cambio de uso de suelo

El material que será removido durante la preparación del sitio será reubicado dentro del mismo predio en todos los casos, considerando que el material sustraído será utilizado para nivelar otros sitios como es el caso de los accesos y caminos

Se realizará la reforestación con plantas nativas en las áreas verdes.

Con estas medidas de mitigación se reduce el deterioro del atributo ambiental del suelo, a un nivel del 70 % durante la realización de actividades.

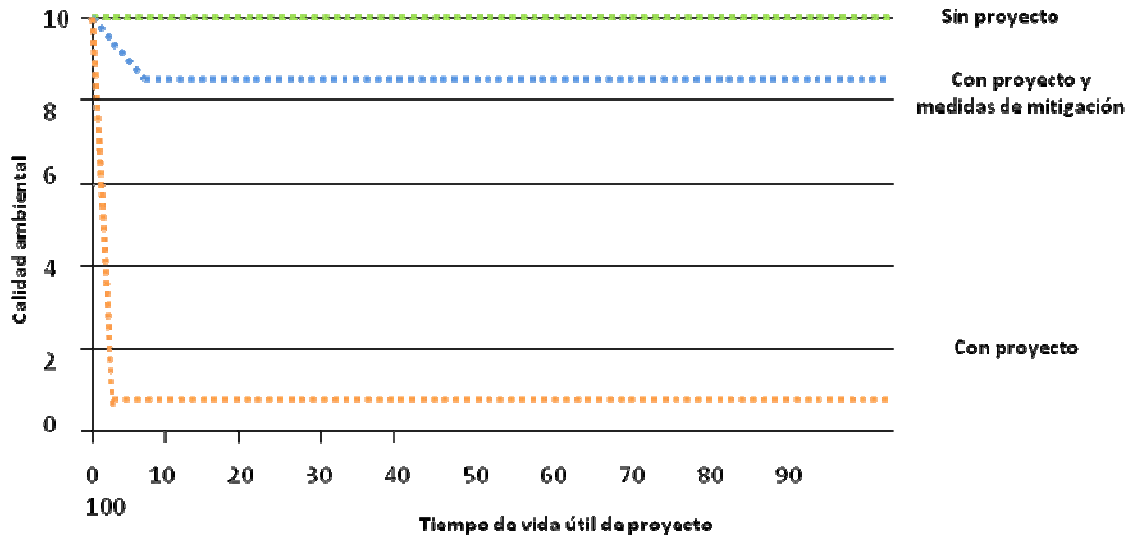
### Suelo / actividades



**Flora:** Para evitar pérdida de ejemplares se establecerá las medidas para el rescate y reubicación de los ejemplares que sean expuestos durante los trabajos y actividades de las distintas etapas del proyecto. Por lo siguiente se emplearan las respectivas medidas de mitigación:

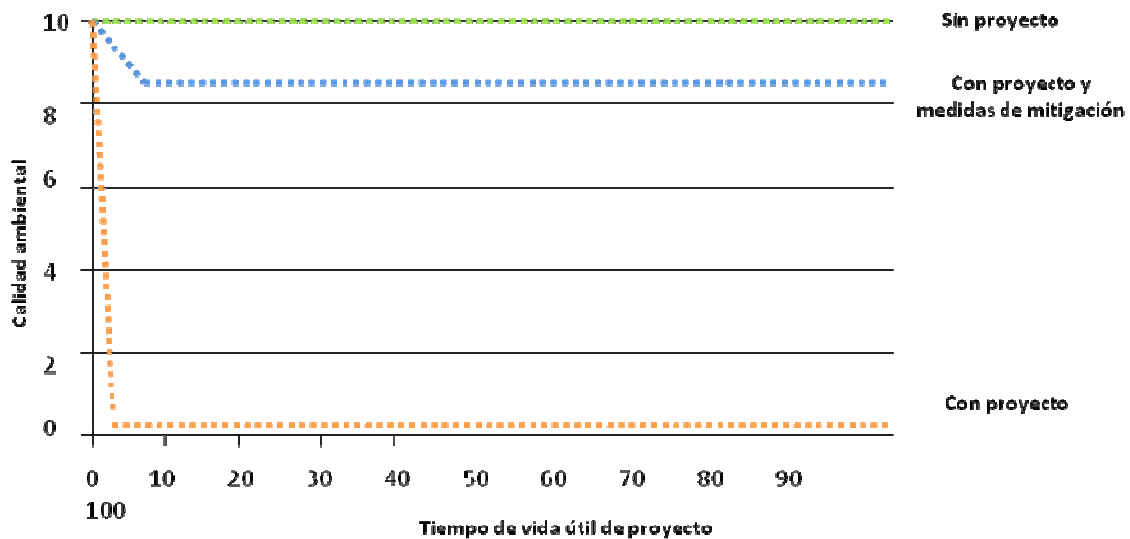
Ejecución de un programa de rescate de flora, previo a la intervención del predio. La donación del 33% del predio como área de conservación. Se plantea dejar en pie los árboles de gran tamaño e integrarlos en el diseño de los caminos como parte de los elementos naturales del paisaje característico de este ecosistema y de la región. Se contempla también el trasplante de aquellos individuos con posibilidades de sobrevivencia, dentro del mismo ecosistema.

### Flora / actividades



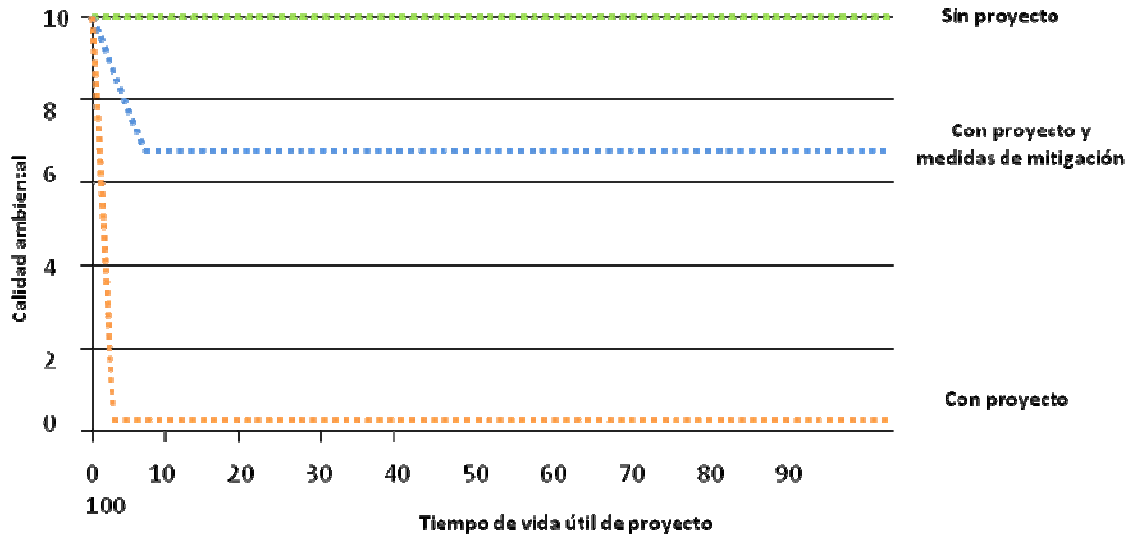
**Fauna:** se ejecutará un programa de rescate y ahuyentamiento de fauna local presente en el predio. Cabe mencionar que la fauna es escasa ya que el predio se encuentra fraccionado y colinda con vialidades y otras unidades habitacionales, de tal forma que el grupo más conspicuo es el de las aves.

### Fauna / actividades



**Paisaje:** Con la implementación de la medida de mitigación se conservará un 33% del predio que mantendrá sus atributos ambientales. Se realizará el enriquecimiento de áreas verdes y camellones con especies nativas.

### Paisaje / actividades



## **11.2 Programa de vigilancia ambiental.**

Como se había mencionado antes, el propósito para el buen desarrollo de este proyecto es respetar el ecosistema que prevalece en el sitio para lo cual se supervisará desde el inicio hasta el final, con personal técnico calificado en cumplimiento de todas y cada una de las recomendaciones que se realizaron en el desarrollo de este proyecto, también se le brindará todas las facilidades a las autoridades competentes para la inspección durante las diferentes fases del proyecto y estar en todo momento en apego a la Legislación Ambiental.

### **Meta**

Realizar un buen manejo y cuidado de los recursos naturales que existen en el área del proyecto, logrando una convivencia con la naturaleza de alto significado ecológico.



### **11.3 Conclusiones**

El desarrollo del proyecto busca que los impactos negativos al ambiente que se generen durante la etapa de CAMBIO DE USO DE SUELO sean los mínimos necesarios, tomando diversas medidas como el aprovechamiento de los espacios sin vegetación, espacios ya impactados por acción de la naturaleza o el hombre. Tomando como base las disposiciones de regulación de un Programa de Desarrollo Urbano vigente para la zona por lo que no se considera que el desarrollo del proyecto produzca afectaciones importantes en la zona.

Los efectos socioeconómicos de este proyecto y de proyectos similares que se realizan son positivos pues se generan empleos para la localidad durante las diferentes etapas del proyecto y representa entrada de divisas para el país.

Por tales razones, y porque el proyecto se ajusta a los parámetros del POEL Y PDU de la ciudad de Cancún, se considera ambientalmente factible, ya que cumple los requerimientos y disposiciones que establece el Ordenamiento de esta zona.

En todo momento el proyecto respetará y se ajustará a las disposiciones ambientales impuestas por la autoridad correspondiente para mantener el ambiente natural del predio y el paisaje de la zona, y el hecho de que otros desarrollos aledaños no hayan tenido la atención y el cuidado necesario, no deberá ser motivo para cometer alguna de estas irregularidades. El equilibrio de un ecosistema es independiente de las fronteras o límites que establece el hombre, y cualquier actividad que se desarrolle es acumulable, en este sentido las medidas de mitigación propuestas para el desarrollo del proyecto podrán contribuir a disminuir los efectos negativos de los impactos que se generen.

**ATENTAMENTE**

**C. MANUEL VARGAS HERNANDEZ  
RESPONSABLE DE LA ELABORACION  
DEL PRESENTE ESTUDIO**

# CAPÍTULO 12

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

### 12.1. Importancia de los servicios ambientales

Los bienes y servicios indispensables para la vida humana son proporcionados tanto por los bosques, las selvas y la vegetación de zonas áridas. Entre dichos bienes se pueden mencionar están la madera, las fibras, las plantas comestibles y medicinales, la resina, los hongos, la leña, el carbón y los animales de caza; los ecosistemas forestales no sólo son fuente de materias primas, brindan también una serie de servicios ambientales de vital importancia para el sostén de las poblaciones urbanas y rurales y están ligados a la regulación de procesos naturales.

En general ¿qué son los servicios ambientales que brindan los bosques, selvas y zonas áridas? La **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable Artículo 7, fracción XXXVII dice**: Son los servicios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, presentando beneficios tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad, captura de carbono, regulación del ciclo de nutrientes en el suelo, captura 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 de suelos, paisaje y la recreación, entre otros.

Los servicios ambientales que se presentan a nivel de predio y nivel de cuenca son los siguientes.

	Tabla 48 .Servicios ambientales en el predio y cuenca	Predio	Cuenca	Dejará de proporcionar el servicio por el cambio de uso de suelo.
1	Provisión del agua en calidad y cantidad	X	X	NO
2	Captura de carbono, contaminantes	X	X	NO
3	Generación de oxígeno	X	X	NO
4	Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales	X	X	NO

5	Modulación o regulación climática	X	X	NO
6	Protección de la biodiversidad	X	X	NO
7	Protección recuperación de suelo	X	X	NO
8	Paisaje	X	X	NO
9	Recreación	X	X	NO

## 12.2. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto a nivel de predio

Los servicios ambientales que brinda el predio de manera natural que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de Uso de Suelo, se describen a continuación.

### 1. Provisión del agua en calidad y cantidad.

#### En cantidad:

En México existen pocos trabajos sobre estimaciones de captura de agua en terrenos forestales. Dentro de las investigaciones pioneras se encuentran la de Martínez y Fernández (1983) y todo el conjunto de modelos de escurrimiento a partir del modelo lluvia-escurrimiento desarrollado por el CENAPRED (Domínguez et al. 1994; Torres y Guevara, 2003).

Se optó por seguir el método de la NOM-011-CNA-2000 (CNA, 2001). Este método utiliza el coeficiente de escurrimiento para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. El cual es:

$$Ce = K (P-250)/200 \quad \text{cuando } K \text{ es igual o menor a } 0,15 \text{ y}$$

$$Ce = K (P-250)/2000 + (K-0,15)/1,5 \quad \text{cuando } K \text{ es mayor que } 0,15$$

Dónde:

Ce= Coeficiente de escurrimiento para diferentes superficies en mm

P= Precipitación media anual

K= Factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo, información que se presenta en el cuadro siguiente

USO DEL SUELO	TIPO DE SUELO		
	A*	B**	C***
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0,26	0,28	0,30
Cultivos			
En Hilera	0,24	0,27	0,30
Legumbres o rotación de pradera	0,24	0,27	0,30
Granos pequeños	0,24	0,27	0,30
Pastizal			
Porcentaje del suelo cubierto o pastoreo			
Más de 75 % - Poco -	0,14	0,20	0,28
De 50 al 75 % - Regular -	0,20	0,24	0,30
Menos de 50 % - Excesivo	0,24	0,28	0,30
Bosque			
Cubierto más de 75 %	0,07	0,16	0,24
Cubierto de 50 al 75 %	0,12	0,22	0,26
Cubierto de 25 al 50 %	0,17	0,26	0,28
Cubierto menos de 25 %	0,22	0,28	0,30
Zonas urbanas	0,26	0,29	0,32
Caminos	0,27	0,30	0,33
Pradera permanente	0,18	0,24	0,30

. Valores de K en función del tipo y uso de suelo. Fuente CNA, 2011.

\* Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos), \*\* Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón). \*\*\* Suelos casi impermeables (arenas o los delgados sobre capa impermeable, arcillas).

Con base en la tabla anterior al predio le correspondería como valor de K: 0.16

Por lo tanto el Ce del predio sería:

$$Ce = K (P-250)/2000 + (K-0,15)/1,5$$

$$Ce = .16 * (1300-250) + (.16-0.15)/1.5$$

$$Ce = .084 + 0.006$$

**Ce= 0.0907**

Por otro lado el volumen de escurrimiento anual se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Vol. Esc. Anual} = Pa * At * Ce$$

Dónde:

Pa= Precipitación media anual en m

At= Área total en m<sup>2</sup>

Ce= Coeficiente de escurrimiento

Vol. Esc. Anual= Volumen medio anual de agua superficial que se capta por la red de drenaje natural de la propia cuenca hidrológica en metros cúbicos (m<sup>3</sup>).

En el área se reporta una precipitación anual máxima de 1,300 mm. Los resultados obtenidos del volumen medio anual de agua capturado por tipo de vegetación se aprecian en la siguiente Tabla.

Tabla 49. Cálculo de escurrimiento anual por tipo de vegetación							
Uso	Tipo de Vegetación y/o Uso de suelo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Tipo de Suelo	Factor K	Ce	Vol. Esc. Anual (m <sup>3</sup> )	%
Superficie de implementación del proyecto total.	Acahual derivado de selva mediana subperennifolia	111,036.06	B	0.16	0.0907	13,087.45	47.5
Superficie permeable del terreno	Acahual derivado de selva mediana subperennifolia	122,611.397	B	0.16	0.0907	14,451.79	52.5
Total		233647.457				27,539.25	100.0

Para la zona de CUSTF:

$$\begin{aligned} \text{Vol. Esc. Anual} &= Pa * At * Ce \\ \text{Vol. Esc. Anual} &= 1.3 \text{ m} * 111,036.06 \text{ m}^2 * 0.0907 \\ \text{Vol. Esc. Anual} &= 13,087.45 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Para la zona permeable:

$$\begin{aligned} \text{Vol. Esc. Anual} &= Pa * At * Ce \\ \text{Vol. Esc. Anual} &= 1.3 \text{ m} * 122,611.39 \text{ m}^2 * 0.0907 \\ \text{Vol. Esc. Anual} &= 14,451.69 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Las superficie que abarca todo el proyecto del terreno corresponde a 233,649.77 m<sup>2</sup>, en los cuales de acuerdo a la tabla anterior se dejarían de aprovechar un volumen de 13,087.45 m<sup>3</sup> anuales que corresponde al 47.5 % de todo el volumen de agua captado en el predio. Sin embargo hay que resaltar que el proyecto cuenta con áreas que no serán sellada por algún tipo de infraestructura las cuáles serán las áreas jardinadas, estacionamientos con adopasto y las áreas de conservación, que permitirán seguir captando 14,451.79 m<sup>3</sup> de agua en el terreno.

Así mismo hay que considerar que las vialidades tendrán un sistema de alcantarillado para captación de agua pluvial, lo cual permitirá incrementar aún más la captación e infiltración de agua en el suelo del terreno, deduciendo la perdida hasta un 30 %.

Por lo tanto no se perderá la capacidad de captación de agua del predio, con lo cual se concluye que este servicio no será eliminado del predio, únicamente se verá reducido en una 30% máximo.

### **En calidad:**

En el Estado de Quintana Roo, se infiere que existe una gran disponibilidad de agua subterránea en el mismo; sin embargo, los principales problemas del agua se relacionan con su calidad no con su cantidad. Esto se debe a que la alta permeabilidad que tienen los suelos cársticos en el estado que favorecen la infiltración del agua de lluvia, también representa una de sus principales causas de contaminación; ya que de la misma manera se filtran con facilidad los agroquímicos empleados en las actividades agrícolas, los residuos líquidos (lixiviados) de los tiraderos de basura a cielo abierto o de las lagunas de oxidación de las plantas de tratamiento, así como las filtraciones de aguas residuales de las fosas sépticas. Este problema de contaminación se agrava día con día si se considera que el agua fluye a través de ríos subterráneos, lo cual favorece la difusión de la contaminación a otros sitios, y llega finalmente a la zona costera, donde se encuentran ecosistemas tan frágiles como los arrecifes coralinos que sustentan una gran diversidad de organismos acuáticos de importancia ecológica y económica. Otro factor que afecta la calidad del agua subterránea es la entrada de agua salada al manto freático; sin embargo, en éste último punto, cabe mencionar que el predio del proyecto se encuentra relativamente alejado de la costa.

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

- Se proporcionaran suficientes instalaciones de baños portátiles para el personal que labore en el predio, 1 por cada 20 trabajadores mínimo, con el objeto de no afectar el manto freático por la defecación y micción al aire libre en los sitios aledaños a las áreas de aprovechamiento.
- El manejo y disposición final de las aguas residuales, correrá a cargo de la empresa arrendadora de los sanitarios portátiles, lo cual quedará debidamente establecido en el contrato que se celebre para la prestación de dicho servicio.
- Se colocaran depósitos temporales para residuos domésticos (cartón, papel, uncel, plásticos, aluminio etc.) para evitar el esparcimiento de basura en el predio.
- Se evitara el derrame de combustibles y aceites en las áreas destinadas al cambio de usos de suelo (ver programa de manejo de residuos).

## **2. Captura de carbono y mitigación de los gases de invernadero. (Reducción, absorción, fijación y almacenamiento de dióxido de carbono)**

Los bosques y selvas capturan, almacenan y liberan carbono como resultado de los procesos fotosintéticos de respiración y de degradación de materia seca. El saldo es una captura neta positiva cuyo monto depende del manejo que se le dé a la cobertura vegetal, así como de la edad, distribución de tamaños, estructura y composición de ésta. Este servicio ambiental que prevén los bosques o selvas como secuestradores de carbono (sumideros) permite equilibrar la concentración de este elemento, misma que se incrementa debido a las emisiones producto de la actividad humana (Torres y Guevara, 2002).

Para determinar la cantidad de carbono secuestrado en la superficie forestal del proyecto, se utilizó 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)

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

Uso	Clasificación	Volumen Total Árbol (m <sup>3</sup> )	Factor de densidad	Factor CO <sup>2</sup>	Captura de CO <sup>2</sup> (t)	%
Superficie sujeta al Cambio de uso de suelo	Especies latifoliadas	429.039	0.6	0.45	115.8	76.0
Superficie del predio que será conservada con vegetación	Especies latifoliadas	135.308	0.6	0.45	36.5	24.0
	Total				152.4	100

Debido a que se cuenta con poca información para estimar la captura de carbono por año, el resultado total (115.8 t.), es la cantidad de carbono que se ha almacenado en la vegetación arbórea que se pretende remover con motivo del cambio de uso de suelo, lo cual representa el 76 % de la cantidad de carbono almacenado en toda la superficie del predio que cuenta con vegetación.

El proyecto contempló el rescate y reubicación de vegetación de importancia ecológica dentro del área de aprovechamiento como son las palmas y algunos árboles que resisten el trasplante lo cual representara un esfuerzo de rescate del 30 del total de los ejemplares existentes actualmente, además se realizara la reforestación de las áreas verdes y jardinadas con ejemplares arbóreos, con lo cual estas acciones se contribuirá a disminuir la afectación de este servicio ambiental.

Así mismo se debe considerar que la vegetación actual del terreno corresponde a un acahual dentro de una zona que ha sido aprovechada con anterioridad y que se

encuentra en constante afectación por los desarrollos habitacionales que se establecen en sus alrededores.

Por lo tanto se concluye que este servicio no será eliminado solo disminuido por consecuencia del cambio de uso de suelo.

### **3. 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 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.

Por lo tanto se concluye que este servicio solo será disminuido por el cambio de uso de suelo.

De igual forma las acciones de restauración, reforestación y rescate y reubicación de ejemplares de flora contribuirán a disminuir la afectación a este servicio.

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.

#### **4. Amortiguamiento a los impactos de fenómenos naturales**

Durante el verano, en el Caribe y el Golfo de México se generan fenómenos ocasionados a inestabilidades de baja presión lo 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. La temporada de estos fenómenos meteorológicos abarca de 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 categorías mayores y con efecto más destructivo (Morales, 1993). La intensidad de los vientos durante un huracán varía según las condiciones climáticas que se presenten y van de 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 fenómeno climáticos generados principalmente en el Mar Caribe afecten la zona costera y de manera directa al propio municipio de Benito Juárez ya que este 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 provocan fuerte erosión en las costas del estado.

El huracán Gilberto incidió sobre las costas de Quintana Roo en septiembre de 1988 con categoría 5 por lo cual se le consideró el huracán de mayor intensidad que había impactado esta zona.

Además en el 2005 se manifestó el Huracán Wilma en 2005, el cual causó grandes pérdidas materiales y al medio ambiente debido a los potentes vientos y su duración ya que se mantuvo prácticamente estacionado.

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 **LOTES 1-08 Y 1-09, MZ. 23, SM.107**, se considera que la remoción de vegetación forestal o de selva en una superficie de 17.762 Ha de selva con vegetación de tipo acahual es poco significativa. Además de que el proyecto contempla contar con 5.603 Ha de áreas verdes naturales. Por otra parte, se debe esperar que la vegetación forestal o de selva sea remplazada por el componente urbano, el cual contribuye de igual manera a la mitigación de los eventos meteóricos y no se considera un ambiente que permita la continuidad en la alimentación de la energía de los huracanes.

## **5. Protección de la biodiversidad**

Como se verá en el Capítulo 13 del presente estudio, no se compromete la biodiversidad en el predio por la implementación del proyecto, 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 atreves de su reubicación parcial y total respectivamente.

## **6. Protección y recuperación de suelos (erosión)**

Como se podrá comprobar en el Capítulo 13 del presente estudio, 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. Sin embargo, como ya se ha indicado con antelación el proyecto que se propone se refiere exclusivamente al cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a través de la remoción total de vegetación forestal correspondiente a un Acahual derivado de selva mediana subperennifolia, en una superficie de 17.762 que corresponden al 76 % de la superficie total del terreno. El proyecto también implica el rescate y reubicación de especies de flora y fauna; así como la conservación de áreas con vegetación natural, sobre una superficie de 5.603 has las cuales se distribuyen en varias zonas al interior del predio que nos ocupa.

## 7. Cambio en el paisaje y belleza escénica.

El cambio en la estructura del paisaje y belleza escénica, debido a que se modifica la vegetación forestal; disminuyen las existencias arbóreas y en algunas áreas se impide el inicio y establecimiento de las diferentes etapas de sucesión vegetal. Sin embargo, el proyecto contempla mantener con vegetación en estado natural una superficie de 5.603 que equivalen al 24 % de la superficie total del predio, la cual se ubicará en varias zonas al interior del predio, misma que seguirá prestando el servicio ambiental del paisaje y belleza escénica de la zona.

Al respecto se reitera que la zona donde se pretende desarrollar el proyecto se ubica en la zona norponiente de la ciudad de Cancún, en donde los elementos antrópicos predominan sobre los naturales, siendo estos los fraccionamiento habitacionales y su equipamiento; con lo que se advierte que la belleza escénica a nivel natural ya se encuentra reducida o planeada para su reducción por el desarrollo urbano de la zona.

### 12.3. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto a nivel de cuenca

Tabla 51. Servicios ambientales cuenca							
No	Función	Bien Servicio	o	Afectación por el Proyecto	Importancia del servicio a nivel cuenca	Grado de Afectación por el proyecto a nivel cuenca	
				Descripción			
1	Regulación de la composición química atmosférica	Regulación de gases.		Si	Balace de nivelas de CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> , SO <sub>x</sub> y otros gases	Muy Alta	Nulo
2	Regulación de la temperatura global, la precipitación y otros procesos biológicos mediados por el clima a niveles local y global.	Regulación del clima		Si	Regulación de la temperatura global; precipitación y otros procesos biológicos climáticos a niveles local y global a través de la regulaciones de gases de efectos invernaderos	Muy Alta	Nulo
3	Amortiguamiento e integridad de los ecosistemas en respuesta a las fluctuaciones	Regulación de disturbios		No	Capacidad del ecosistema de dar respuesta y adaptarse a fluctuaciones ambientales,	Alta	Nulo

Tabla 51. Servicios ambientales cuenca						
No	Función	Bien o Servicio	Afectación por el Proyecto	Descripción	Importancia del servicio a nivel cuenca	Grado de Afectación por el proyecto a nivel cuenca
	ambientales.			brindando protección de tormentas, inundaciones, recuperación por sequías y otros aspectos de respuesta de hábitat a los cambios ambientales, principalmente controlada por la estructura de la vegetación		
<u>4</u>	Regulación de flujos hidrológicos	Regulación del agua.	No	Regulación de los flujos hidrológicos que influyen en la provisión de agua tanto para el ecosistema como para riego, agroindustria y proceso de transporte acuático.	Nula	Nulo
<u>5</u>	Almacenamiento y retención de agua.	Provisión de agua.	No	Papel del ecosistema en la provisión de agua mediante cuencas, reservorios y acuíferos	Alta	Muy Bajo
<u>6</u>	Retención del suelo dentro de un ecosistema	Control de la erosión y retención de los sedimentos.	No	Prevención de la pérdida de suelo por viento, escorrentía y otros procesos de remoción, almacenamiento de agua en lagos y humedales	Baja	Nulo
<u>7</u>	Proceso de formación de suelos	Formación del suelo.	Si	A través del proceso de meteorización de rocas y acumulación de materia orgánica	Baja	Muy Bajo
<u>8</u>	Almacenamiento, ciclaje interno, procesamiento y adquisición de nutrientes	Ciclaje de nutrientes.	No	Funciones de almacenamiento, reciclado interno, procesamiento y adquisición de nutrientes mediante la	Muy Alta	Muy Bajo

Tabla 51. Servicios ambientales cuenca						
No	Función	Bien o Servicio	Afectación por el Proyecto	Descripción	Importancia del servicio a nivel cuenca	Grado de Afectación por el proyecto a nivel cuenca
				fijación de nitrógeno, fósforo y potasio, y otros elementos y ciclos de nutrientes		
<u>9</u>	Regulaciones tróficas dinámicas de las poblaciones.	Control biológico.	No	Efecto predador para el control de especies, reducción de herbívoros por otros predadores, control de poblaciones de especies potencialmente dañinas para el hombre, cultivos y ganado	Alta	Nulo
<u>10</u>	Hábitat para poblaciones residentes y pasajeras.	Refugio.	No	Desempeña papel de semilleros, hábitat de especies migratorias, hábitat regionales para especies locales, recolectadas y otros	Alta	Nulo
<u>11</u>	Porción de la producción primaria bruta extraíble como comida	Alimento.	No	Mantenimiento de la provisión de animales, gomas, cultivos, nueces, frutas, cosechas, pesca, agricultura de subsistencia y cacería, entre otros	Baja	Nulo
<u>12</u>	Porción de la producción primaria bruta extraíble como materia prima.	Materias primas.	No	Producción bruta primaria extractables de materias primas, principalmente Producción de madera, leña y forrajes	Alta	No
<u>13</u>	Fuente de materiales biológicamente únicos.	Recursos genéticos.	Si	Material natural base para la elaboración de medicina y productos para el avance científico, genes de resistencia a patógenos y pestes de cultivos, especies ornamentales	Alta	Bajo

Tabla 51. Servicios ambientales cuenca						
No	Función	Bien o Servicio	Afectación por el Proyecto	Descripción	Importancia del servicio a nivel cuenca	Grado de Afectación por el proyecto a nivel cuenca
<u>14</u>	Ofrecimiento de oportunidades para actividades recreativas	Recreación.	No	Proveer oportunidades para actividades recreacionales tales como ecoturismo, pesca deportiva, y otras actividades de aprovechamiento no extractivo	Muy Alta	Nulo
<u>15</u>	Ofrecimiento de oportunidades para usos no comerciales.	Valores estéticos, artísticos, científicos entre otros.	No	Desarrollo de actividades económicas a partir de los valores estético, artístico, educacional, cultural, espiritual y científicos del ecosistema	Muy Alta	Nulo



# CAPÍTULO 13

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

#### **11.1 Justificación Técnica**

El Artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable indica 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, que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo y que no se podrá otorgar autorización de cambio de uso de suelo en un terreno incendiado sin que hayan pasado 20 años.

#### **11.2. No se compromete la biodiversidad.**

En el presente apartado se presentará la evidencia que demuestra que la ejecución del cambio de uso de suelo en terrenos forestal para establecer el Proyecto “**LOTES 1-08 Y 1-09, MZ. 23, SM.107**” no comprometerá la biodiversidad del ecosistema.

La forma de presentar esta evidencia será analizando por separado la relación de la flora y la fauna entre el área sujeta al cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) y la del sistema ambiental de la cuenca, de tal forma que se demostrara que la ejecución que la ejecución del proyecto no afectara las especies y variedades de plantas y animales del ecosistemas forestal y su biodiversidad.

##### **11.2.1. No se compromete la flora**

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

Tomando como base los resultados obtenidos en los capítulos 4 y 5 sobre los índices de valor de importancia, se presenta un análisis comparativo entre el IVI del sistema ambiental de la cuenca y el IVI del predio donde se pretende

establecer el área sujeta al cambio de uso de suelo en terrenos forestales, arrojando la siguiente información:

### 11.2.1.1. Estrato Arbóreo

#### Índice de Valor de Importancia

Comparación entre el IVI del estrato arbóreo en el ecosistema de la cuenca y el IVI del predio, nos arroja que presentan una composición florística similar, se observa que 20 de las 24 especies que se encuentran en el ecosistema de la cuenca se presentan en el predio.

Listado Total de Especies			Sistema ambiental de la Cuenca	Predio
No.	Nombre comun	Nombre científico	IVI	IVI
1	Amatillo	Ficus perdusa	27.708	15.6751815
2	Capulinsillo	Muntingia calabura	10.460	13.9688752
3	Ceiba	Ceiba pentandra	8.330	7.67636272
4	Pochote	Ceiba schottii	8.119	12.8605106
5	Chaca	Bursera simaruba	10.076	5.50643306
6	Chechem	Metopium brownei	11.593	13.5984581
7	Chit	Thrinax radiata	6.810	4.98337077
8	Ekulub	Drypetes lateriflora	8.435	5.83929089
9	Mata palo	Ficus maxima	34.352	31.8377619
10	Guarumbo	Cecropia obtusifolia	34.352	32.9838565
11	Huano	Sabal japa	7.242	14.3904814
12	Jabin	Piscidia piscipula	14.869	37.9717706
13	Naranjache	Esenbeckia pentaphylla	8.225	5.50643306
14	Negrito	Simaruba glauca	17.176	13.877821
15	Sacchaca	Dendropanax arboreus	8.519	6.76207976
16	Tzalam	Lysolima latisiliqua	17.132	5.66691809
17	Xuul	Lonchocarpus xuul	8.414	6.21969983
18	Yaxnic	Vitex gaumeri	8.541	30.6939047
19	Zapote	Manilkara zapota	10.456	28.8235608
20	Zapotillo	Pouteria unilocularis	8.393	5.15722955
21	Katalox	Swartzia cubensis	7.123	
22	Laurelillo	Nectandra coriacea	6.946	
23	Majahua	Hamphea trilobata	9.917	
24	Ramon	Brosimum allicastrum	6.810	

Las especies *Ficus perdusa*, *Ceiba pentandra*, *Bursera simaruba*, *Thrinax radiata*, *Drypetes lateriflora*, *Ficus máxima*, *Cecropia obtusifolia*, *Esenbeckia pentaphylla*, *Simaruba glauca*, *Dendropanax arboreus*, *Lysolima latisiliqua*, *Lonchocarpus xuul*,

*Pouteria unilocularis* presentan menor valor de importancia en el predio, que en la cuenca por lo cual no habría por qué preocuparse de estas especies, debido a que se presentan de forma similar en el predio y en la cuenca y poseen mayor representatividad en la cuenca.

Las especies *Muntingia calabura*, *Ceiba schottii*, *Metopium brownei*, *Sabal japa*, *Piscidia piscipula*, *Vitex gaumeri* y *Manilkara zapota*, presentan un valor de importancia mayor en el predio que en la cuenca. Sin embargo, al analizar los componentes del valor de importancia se obtiene que los valores de densidad y frecuencia en la cuenca se encuentran muy cercanas a los del predio, por lo tanto estas especies no están en riesgo por la ejecución del cambio de uso de suelo, ya que todas están representadas en la cuenca.

La especie *Swartzia cubensis*, *Nectandra coriácea*, *Hamphea trilobata*, *Brosimum allicastrum* sólo se registraron en el área donde no se removerá vegetación en la cuenca, por lo tanto estas no están en riesgo por la ejecución del cambio de uso de suelo.

En resumen ninguna de las especies del estrato arbóreo se eliminara por la ejecución del cambio de uso de suelo, y para las especies que arrojaron un valor del IVI más alto en el predio que en el sistema ambiental de la cuenca serán incluidas en las especies a rescatar antes de la ejecución del cambio de uso de suelo, con lo cual se compensara la afectación realizada a las mismas.

### Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

Estrato arbóreo Ecosistema de la Cuenca		Estrato arbóreo Predio del CUSTF	
Riqueza S=	28	Riqueza S=	20
H'calculada=	3.1404	H'calculada=	2.6525
H max = Ln S=	3.17805383	H max = Ln S=	2.9957

En cuanto a los índices de Shannon para el estrato arbóreo, en el mismo tipo de vegetación en la cuenca que no se afectara por el proyecto, presenta un índice de diversidad de 3.1404, resultando mayor que el predio donde se pretende el cambio de uso de suelo en cual es de 3.2.6525.

Asimismo, el sistema ambiental de la cuenca presenta una equitatividad de 3.178 mientras que el predio sujeto al CUSTF de 2.995, esto nos dice que hay mayor riqueza en la cuenca que en el predio y que la distribución de especies es homogénea en ambos sitios.

Con base en los índices de diversidad obtenidos en el cálculo para el estrato arbóreo, se determina que el sistema ambiental en la cuenca **es mas diverso** que en el área de cambio de uso de suelo.

### 11.2.1.2. Estrato Arbustivo

#### Índice de Valor de Importancia

Comparación entre el IVI del estrato arbóreo en el sistema ambiental de la cuenta y el IVI del predio, nos arroja que presentan una composición florística similar, se observa que 8 de las 12 especies que se encuentran en el ecosistema de la cuenca se presentan en el predio.

Tabla 53.. Comparación del IVI del Estrato Arbustivo				
Listado Total de Especies			Ecosistema de la Cuenca	Predio
No.	Nombre comun	Nombre científico	IVI	IVI
1	Akitz	Thevetia gaumeri	56.4208294	89.851555
2	Boob	Coccoloba spicata	8.00036626	13.3863897
3	Caimito	Chrysophyllum mexicanum	15.1111373	20.7442005
4	Cordonsillo	Piper amalago	15.1117651	37.5373935
5	Flor blanca	Callicarpa acuminata	41.3097183	33.8516679
6	kanasin	Lonchocarpus rugosus	48.4208294	59.2679348
7	Tabaquillo	Alseis yucatanensis	12.0003663	14.5387669
8	Tastap	Gutterda elliptica	23.1183055	30.8220918
9	Tronco oscuro	Zygia stevensonii	35.1150353	
10	Elemuy	Mosannonna drepessa	15.1529694	
11	Cojolute	Cupania glabra	15.127462	
12	Pata de venado	Bauhinia ungulaata	15.1112158	

Las especies *Thevetia gaumeri*, *Coccoloba spicata*, *Chrysophyllum mexicanum*, *Piper amalago*, *Callicarpa acuminata*, *Lonchocarpus rugosus*, *Alseis yucatanensis*, *Gutterda elliptica*, *Zygia stevensonii*, *Mosannonna drepessa*, *Cupania glabra*, *Bauhinia ungulaata*, presentan un valor de importancia mayor en el predio que en la cuenca. Sin embargo, al analizar los componentes del valor de importancia se obtiene que los valores de densidad y frecuencia en la cuenca se encuentran muy cercanas a los del predio, por lo tanto estas especies no están en riesgo por la ejecución del cambio de uso de suelo, ya que todas están representadas en la

cuenca. Así mismo en el sistema ambiental se presentaron más especies, por lo cual el IVI se distribuye diferente en cada especie.

La especie *Zygia stevensonii*, *Mosannonna drepessa*, *Cupania glabra*, *Bauhinia ungulata* sólo se registraron en el área donde no se removerá vegetación en la cuenca, por lo tanto estas no están en riesgo por la ejecución del cambio de uso de suelo.

En resumen ninguna de las especies del estrato arbustivo se eliminara por la ejecución del cambio de uso de suelo, y para las especies que arrojaron un valor del IVI más alto en el predio que en el ecosistema de la cuenca serán incluidas en las especies a rescatar antes de la ejecución del cambio de uso de suelo, con lo cual se compensara la afectación realizada a las mismas.

### Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

Estrato arbustivo Ecosistema de la Cuenca	
Riqueza S=	12
H'calculada=	2.2824
H max = Ln S=	2.48490665

Estrato arbustivo Predio del CUSTF	
Riqueza S=	8
H'calculada=	1.8590
H max = Ln S=	2.07944154

En cuanto a los índices de Shannon para el estrato arbustivo, en el mismo tipo de vegetación del sistema ambiental que no se afectara por el proyecto, presenta un índice de diversidad de 2.282, resultando mayor que el predio donde se pretende el cambio de uso de suelo en cual es de 2.079.

Asimismo, el ecosistema de la cuenca presenta una equitatividad de 2.484, casi igual que el predio sujeto al CUSTF de 2.079, sin embargo esto nos dice la riqueza en el sistema ambiental de la cuenca es más diverso.

Sin embargo con base en los índices de diversidad obtenidos en el cálculo para el estrato arbustivo, se determina que el ecosistema en la cuenca **es más diverso** que en el área de cambio de uso de suelo.

#### 11.2.1.3. Estrato Herbáceo

### Índice de Valor de Importancia

Comparación entre el IVI del estrato arbóreo en el ecosistema de la cuenca y el IVI del predio, nos arroja que presentan una composición florística similar, se observa que 9 de las 12 especies que se encuentran en el ecosistema de la cuenca se presentan en el predio.

Listado Total de Especies			Ecosistema de la Cuenca	Predio
No.	Nombre comun	Nombre científico	IVI	IVI
1	Bejuco hoja aserrada	<i>Cissus gossypifolia</i>	18.7909735	22.4989021
3	Bejuco hoja de Huaco	<i>Pentalinon andrieuxii</i>	31.8684481	32.8657507
4	Bejuco hoja de yaxnic	<i>Serjania mexicana</i>	10.432978	78.8696766
5	barba de viejo	<i>Cissampelos pareira</i>	8.01949358	18.8103924
6	Café silvestre	<i>Psychotria nervosa</i>	7.98516847	75.545721
7	Floresita roja	<i>Melanthera nivea</i>	7.96943613	30.5489447
8	Platanillo	<i>Marantha gibbas</i>	99.0158338	28.5298757
9	Tulipansillo	<i>Malvaviscus arboreus</i>	14.3393587	12.3307369
10	Guia	<i>Tripogandra grandiflora</i>	56.3407408	
11	Pasiflora	<i>Passiflora biflora</i>	26.6009996	
12	Zacate guía	<i>Centhrus incertus</i>	18.6365692	

La especie *Marantha gibbas*, *Malvaviscus arboreus*, tiene menor valor de importancia menor en el predio, que en la cuenca por lo cual no habría por qué preocuparse de esta especie, debido a que se presentan de forma similar en el predio y en la cuenca y que poseen mayor representatividad en la cuenca.

Las especies *Cissus gossypifolia*, *Pentalinon andrieuxii*, *Serjania mexicana*, *Cissampelos pareira*, *Psychotria nervosa*, *Melanthera nivea*, presentan un valor de importancia mayor en el predio que en la cuenca. Sin embargo, al analizar los componentes del valor de importancia se obtiene que los valores de densidad y frecuencia en la cuenca se encuentran muy cercanas a los del predio, por lo tanto estas especies no están en riesgo por la ejecución del cambio de uso de suelo, ya que todas están representadas en la cuenca.

Las especies *Tripogandra grandiflora*, *Passiflora biflora*, *Centhrus incertus* sólo se registraron en el área donde no se removerá vegetación en la cuenca, por lo tanto estas no están en riesgo por la ejecución del cambio de uso de suelo.

En resumen ninguna de las especies del estrato herbáceo se eliminara por la ejecución del cambio de uso de suelo, y para las especies que arrojaron un valor del IVI más alto en el predio que en el ecosistema de la cuenca serán incluidas en

las especies a rescatar antes de la ejecución del cambio de uso de suelo, con lo cual se compensara la afectación realizada a las mismas.

### Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

Estrato arbustivo Ecosistema de la Cuenca	
Riqueza S=	11
H´calculada=	2.0930
H max = Ln S=	2.39789527
Equidad (j) = H/Hmax=	0.86624058
H max - H calculada=	0.23966471

Estrato arbustivo Predio del CUSTF	
Riqueza S=	8
H´calculada=	1.9911
H max = Ln S=	2.07944154
Equidad (j) = H/Hmax=	0.74653874
H max - H calculada=	0.35137192

En cuanto a los índices de Shannon para el estrato herbáceo, en el mismo tipo de vegetación en la cuenca que no se afectara por el proyecto, presenta un índice de diversidad de 2.093, resultando mayor que el predio donde se pretende el cambio de uso de suelo en cual es de 1.991.

Asimismo, el ecosistema de la cuenca presenta una equitatividad de 2.39 más alta que el predio sujeto al CUSTF de 2.07, esto nos dice que hay mayor riqueza en el ecosistema de la cuenca, pero que la distribución de individuos por especie es más homogénea en la cuenca que en el predio.

Sin embargo con base en los índices de diversidad obtenidos en el cálculo para el estrato herbáceo, se determina que el ecosistema en la cuenca **es más diverso** que en el área de cambio de uso de suelo.

#### **11.2.2. No se compromete la fauna en el ecosistema**

Para la diversidad de fauna tampoco se esperan modificaciones sustanciales y aunque se reporta la distribución de 18 especies de fauna de las cuales, diez son aves (55.6%), tres son reptiles (17.67%) y cuatro son mamíferos (22.2%) y un anfibio (5.6%). Los organismos no se verán afectados de manera extraordinaria debido a que:

- En el caso de los Anfibios solamente se registró la presencia de uno en la zona.
- Las Aves presentan hábitos voladores por lo que pueden desplazarse libremente fuera de la zona de aprovechamiento, sin que se vean afectadas de manera alguna.



- En el caso de Reptiles y Mamíferos, algunas de las especies suelen convivir cerca del ser humano por lo cual no se eliminaran del ecosistema, solo se readaptaran a las nuevas características, y la que no ptesenten este comportanmiento se reubicaran en otra zona de conservación.

Asimismo, no se reportan especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

EL número de especies de fauna registradas en este estudio encuentra su explicación en dos aspectos fundamentales: el estado de deterioro de la vegetación originado por las perturbaciones meteorológicas y antropogénicas, por la presencia humana debido a que la zona de estudio se encuentra dentro de la zona urbana, próxima a sitios habitados y por los ruidos continuos que se generan en las obras en construcción colindantes, además que el predio se encuentra colindante con vialidades. A continuación se presenta un cuadro comparativo de las especies de fauna silvestre que se registraron en el predio y las registradas en el sistema ambiental.

Grupo	Predio	Sistema ambiental
Aves	10	13
Reptiles	3	6
Anfibios	1	3
Mamiferos	4	7
Total	18	29

De acuerdo con las especies registradas en el predio 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 de la Lagartijas el zanate. Algunas especies propias de selvas se presentan por lo cual es un indicador de que algunas especies de la vegetación original aún persisten en la zona.

En el predio no existen sitios críticos que merezcan un tratamiento especial; sin embargo, la presencia de fauan de lento desplazamiento, requiere de 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. Además de considerar que estas especies se encuentran ampliamente distribuidas y muy comúnmente reportadas en la región.

Como se ha señalado la superficie solicitada se encuentra dentro de una zona urbana y está fuertemente influenciada por un entorno previamente desmontado y fraccionado y sujeta a fuertes presiones de urbanización, el predio donde se pretende el desplante del proyecto colinda con vialidades existentesn que genera

una gran afluencia de vehículos cotidianamente, por lo que es de señalar que prácticamente el proyecto se encuentra inmerso de la zona urbana.

De manera complementaria, se debe considerar que el proyecto pretende realizar el cambio de uso de suelo en 17.762 hectáreas y se habrá de mantenerse una superficie de 5.603 ha como áreas verdes. Por lo que las condiciones para continuar con el desarrollo natural de la biodiversidad del sitio se habrán de mantener. Por lo tanto, el germoplasma y la biodiversidad quedan garantizados al dejarse cierta cantidad de vegetación sin desmontar.

Asimismo, con la implementación de los Programas de Rescate de Flora y Fauna Silvestre, se establecerán lineamientos que evitaren el deterioro total del sitio.

### **11.2.3. Estrategias que permitirán conservar la biodiversidad del predio después de la ejecución del proyecto.**

Las presentes estrategias pretenden señalar las líneas básicas de actuación para conservar la Biodiversidad en el predio.

#### **1. Gestión empresarial**

**Objetivo:** Integrar la conservación de la biodiversidad como un factor a tener en cuenta en la toma de decisiones en el desarrollo de proyecto a largo plazo.

#### **Acciones:**

- Asumir la conservación de la biodiversidad como una parte central del desarrollo sostenible del proyecto.
- El promovente deberá coordinar e impulsar la conservación de la biodiversidad a escala local.
- Reforzar la coordinación entre los diferentes departamentos que conformaran el proyecto con el fin de evitar actuaciones perjudiciales para la biodiversidad, o en todo caso minimizar los efectos de las que deban ser realizadas.
- Mantener y fomentar la formación continua de una brigada que vigile el cumplimiento de las condicionantes y medidas ambientales.
- Establecer programas de capacitación continua para el personal de la operación y mantenimiento de las áreas verdes y de conservación.

#### **2.- Áreas de interés para la biodiversidad.**

**Objetivo:** Proteger adecuadamente las áreas de mayor interés para la conservación de la biodiversidad dentro del predio.

### **Acciones:**

- Complementar la protección de las áreas de interés para la biodiversidad con la elaboración de un plano de áreas de conservación y puntos de interés importantes para ser distribuido entre los visitantes del proyecto.
- Analizar la conectividad ecológica de las áreas de interés para la biodiversidad, y favorecer dicha conectividad mediante el diseño y acondicionamiento de corredores verdes.
- Conservar a escala de paisaje una matriz favorable en el entorno de las áreas de mayor interés para la biodiversidad, evitando que los desarrollos urbanísticos colindantes afecten a las mismas.
- Promover e incentivar la aplicación de buenas prácticas para la conservación de la biodiversidad.
- Evitar actuaciones que puedan provocar impactos significativos sobre estas áreas.
- Ejecutar el proyecto de restauración de las áreas carentes de vegetación existentes en el predio.
- Establecer un mecanismo de vigilancia y control de las áreas de conservación.

### **3.- Medio natural**

**Objetivo:** Aumentar la diversidad y abundancia de especies silvestres presentes en el ecosistema.

#### **Estrategias:**

- Incrementar el uso de arbustos productores de frutos carnosos que puedan atraer a diversas especies de aves frugívoras, reptiles y roedoras.
- Aplicar las medidas de conservación para las especies amenazadas o que presentan un estado de conservación.
- Prevenir la introducción de especies exóticas en el ecosistema
- Realizar campañas de eliminación de especies exóticas
- Realizar seguimientos de la diversidad de flora y fauna en las áreas de conservación una vez al año.

### **4.- Participación.**

**Objetivo:** Fomentar la participación de los trabajadores y visitantes del proyecto en la conservación de la biodiversidad.

**Estrategias:**

- Abrir vías a la participación de los trabajadores y visitantes en la conservación de la biodiversidad (elaboración y aplicación de las estrategias, foros de dialogo, actividades de voluntarios, etc.)
- Habilitar un servicio de recepción de comentarios y sugerencias de los ciudadanos (buzón verde) en relación a las estrategias de conservación.
- Diseñar y fomentar campañas de educación y sensibilización ambiental.

En conclusión con base en las estrategias plasmadas se asegura la conservación de la biodiversidad del predio.

Con base en los razonamientos arriba expresados, se considera que se encuentra acreditada la primera de las hipótesis normativas establecidas por el artículo 117, párrafo primero, de la LGDFS, en cuanto que con éstos ha quedado técnicamente demostrado que el desarrollo del proyecto de cambio de uso de suelo en cuestión, no compromete la biodiversidad.

### **11.3. No se provocara la erosión del suelo**

Actualmente las áreas con vegetación del predio se encuentran en estado de recuperación y crecimiento, no se presentaban tierras frágiles, ni áreas erosionadas por acción de viento, ya que la vegetación del predio es abundante y la topografía del predio con pendiente menor al 5 % prácticamente nula impide la erosión hídrica.

Sin embargo se presenta la justificación a través de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) que demuestra que la ejecución del cambio de uso de suelo que se llevara a cabo en el terreno no provocara la erosión del suelo y por lo tanto la formación de tierras frágiles. Por lo tanto se desmontara que el proyecto no genera erosión hídrica, eólica física y química que ocasionen la presencia de tierras frágiles en el predio.

### **Erosión hídrica**

Para estimar la erosión de los suelos se ha utilizado la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), que ha mostrado ser un modelo que permite estimar en campo la erosión actual y potencial y que se utiliza como un instrumento de planeación para establecer las prácticas y obras de conservación de suelos para que hagan que la erosión actual sea menor que la tasa máxima permisible de erosión. (CONAFOR, 2010).

La tasa máxima permisible de pérdidas de suelo es de 10 t/ha; mayores pérdidas significan degradación. (CONAFOR, 2010).

Para estimar la erosión del suelo se puede utilizar la siguiente ecuación:

$$E = R K L S C P \quad (3-1)$$

Dónde:

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.

Para utilizar este modelo en forma práctica se utilizarán algunos resultados que se han obtenido de la investigación en México y que ha permitido a nivel nacional hacer un uso adecuado de este modelo predictivo. *Conafor 2010*.

La erosión potencial se estima como:

$$E_p = R K L S \quad (3-2)$$

Los factores se consideran como inmodificables.

La erosión actual se estima utilizando la ecuación (3-1), que considera los factores inmodificables R K LS y los factores de protección como son la vegetación y las prácticas y obras de manejo del suelo y la vegetación son que se pueden modificar para reducir las pérdidas de suelo. (CONAFOR, 2010).

Para utilizar este modelo, se han propuesto diferentes metodologías para estimar cada uno de las variables; sin embargo la aplicación de algunas de ellas en el campo es difícil de realizar por no contar con la información necesaria. Para evitar estos problemas, en este apartado se presentara una metodología simplificada y adecuada para utilizarse en nuestro país. (CONAFOR, 2010).

## Erosividad R

La estimación de R se puede realizar conociendo la energía cinética de la lluvia y la velocidad de caída de las gotas de lluvia, utilizando la ecuación de la energía cinética:

$$E_c = mz^2/2 \quad (3-3)$$

Dónde:

m es la masa de lluvia y velocidad de caída de las gotas de lluvia. Considerando lo complejo de hacer esta estimación se propuso que un mejor estimador de la agresividad de la lluvia sería o sea el valor de erosividad de la lluvia (R). Para estimar R se obtiene el valor de energía cinética por evento se estima por evento como  $E_c = 0.119 + 0.0873 \log_{10} I$  donde hay que conocer la intensidad de la lluvia y obtener el Valor de  $E_c$  y multiplicarlo por la intensidad máxima de la lluvia en 30 minutos. (CONAFOR, 2010).

La suma de estos valores de  $E_{I_{30}}$  en un año da el valor de R.

Este procedimiento es complicado cuando no se cuenta con datos de intensidad de la lluvia, por esta razón se buscó correlacionar los datos de precipitación anual con los valores de R estimados en el país utilizando la información de intensidad de la lluvia disponible (Cortés y Figueroa 1991).

De acuerdo con este procedimiento se elaboraron modelos de regresión donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el valor de R de la EUPS. Estos modelos de regresión son aplicados para 14 diferentes regiones del país como se muestra en la Figura 7.2

Región	Ecuación	R2
I	$R = 1.2078P + 0.002276P^2$	0.92
II	$R = 3.4555P + 0.006470P^2$	0.93
II	$R = 3.6752P - 0.001720P^2$	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

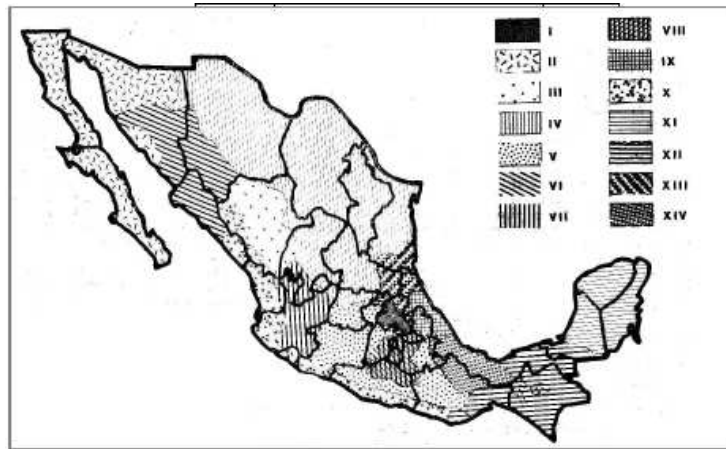


Figura 78. Mapa de regiones con igual Erosividad en la República Mexicana.

Para estimar R en el ámbito regional, se puede utilizar la precipitación anual y con un modelo lineal muy simple de estimarlo. Para estimar el valor de erosividad para la región de Quintana Roo se puede aplicar la ecuación de la región XI que se presenta a continuación:

$$R = 3.7745P + 0.004540P^2 \quad (3-4)$$

Dónde:

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

p = Precipitación media anual de la región.

Si la precipitación media de la región es de 1300 mm anuales, entonces el valor de R sería.

$$R = 3.7745 (1300) + 0.004540 (1300)^2$$

$$R = 12,579.45 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

### Erosionabilidad (K)

La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende del tamaño de las partículas del suelo, del contenido de materia orgánica, de la estructura del suelo y en especial del tamaño de los agregados y de la permeabilidad. *Conafor, 2010*

Para su estimación se utilizan fórmulas complicadas; para condiciones de campo se recomienda el uso de la tabla 57, para que con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estime el valor de erosionabilidad (K). (CONAFOR, 2010).

Tabla 57.. Valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la textura y el contenido de materia orgánica (Morgan 1985).			
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		

Para la región de trabajo donde se ubica el predio, los terrenos son de textura migajón arcillosa y los contenidos de materia orgánica es de 1%.

Por lo que el valor de K sería de 0.025.

Es importante destacar que a medida que el valor de K aumenta se incrementa la susceptibilidad del suelo a erosionarse. (CONAFOR, 2010).

### Longitud y Grado de pendiente (LS)

Este factor considera la longitud y el grado de pendiente por lo que para estimar este valor es necesario determinar la pendiente media del terreno, que se obtiene determinando la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo de tal forma que:

$$S = (H_f - H_i) / L$$

(3-5)

Donde:



S = Pendiente media del terreno (%).  
Hf = Altura más alta del terreno (m).  
Hi = Altura más baja del terreno (m)  
L = Longitud del terreno (m).

Si el nivel de la parte alta es de 16 msnm y la elevación en la parte baja es de 12 msnm, entonces la diferencia en elevaciones es de 4 m. Si la longitud del terreno es de 675 m entre las más alta y la más baja, entonces la pendiente media del terreno sería de

$$S = (16 - 12) / 675$$
$$S = 0.0059 \text{ o sea que } S = 0.6 \%$$

Si conocemos la pendiente y la longitud de la pendiente, se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2) \quad (3-6)$$

Donde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

$\lambda$  = Longitud de la pendiente

S = Pendiente media del terreno.

m = Parámetro cuyo valor es 0.5

Si consideramos los valores de longitud de la pendiente de 675 m, la pendiente media del terreno de 0.6 % y m de 0.5, se puede estimar el valor de LS resolviendo la Ecuación 3-6 de la siguiente forma:

$$LS = (675)^{0.5} (0.0138 + 0.00965 (0.6) + 0.00138 (0.6)^2)$$
$$LS = 0.5$$

### ESTIMACIÓN DE LA EROSIÓN POTENCIAL SI EL TERRENO NO PRESENTARA VEGETACIÓN.

Considerando que R es igual a **12,579.45**, que K es igual a 0.025 y que LS es igual a 0.5 como fueron determinados previamente, la erosión potencial se estima sustituyendo estos valores en la ecuación (2), de la siguiente manera:

$$E = (12,579.45) (0.003) (0.5)$$

$$E = 19.61 \text{ t/ha año}$$

La erosión potencial indica que si no existiera cobertura del suelo (suelo desnudo) y no se tienen prácticas de conservación del suelo y del agua, se perderían 19.61 ha por año, lo que significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de 1.9 mm, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo. (CONAFOR, 2010).

## ESTIMACIÓN DE LA EROSIÓN ACTUAL EN EL PREDIO

Para determinar este factor se debe considerar que el terreno actualmente presenta una cobertura vegetal de tipo acahual, mas sin embargo no presenta zonas carentes de vegetación, y el estrato herbáceo y arbustivo es abundante, lo cual protege el suelo.

Para estimar la erosión anual del terreno es necesario determinar la protección del suelo que le ofrece la cubierta vegetal y la resistencia que oponen las prácticas mecánicas para reducir la erosión de tal forma que si a la ecuación 2 le incluimos los factores C y P entonces se puede estimar la erosión actual utilizando la ecuación. (CONAFOR, 2010).

### Factor de protección de la vegetación (C)

El factor de protección (C) se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote con un cultivo de interés y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0 por ejemplo cuando existe una selva con alta cobertura vegetal. Los valores de (C) que se reportan para diferentes partes del mundo y para México se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 58.. Valores de C que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo.			
Cultivo	Nivel de Productividad.		
	Alto	Moderado	Bajo
Maíz	0.54	0.62	0.80
Maíz labranza cero	0.05	0.10	0.15
Maíz rastrojo	0.10	0.15	0.20
Algodón	0.30	0.42	0.49
Pastizal	0.004	0.01	0.10
Alfalfa	0.020	0.050	0.10
Trébol	0.025	0.050	0.10
Sorgo grano	0.43	0.55	0.70
Sorgo grano rastrojo	0.11	0.18	0.25
Soya	0.48		
Soya después de maíz con rastrojo	0.18		

Tabla 58.. Valores de C que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo.			
	Nivel de Productividad.		
Trigo	0.15	0.38	0.53
Trigo rastrojo	0.10	0.18	0.25
Bosque natural	0.001	0.01	0.10
Sabana en buenas condiciones	0.01	0.54	
Sabana sobrepastoreada	0.1	0.22	
Maíz - sorgo, Mijo	0.4 a 0.9		
Arroz	0.1 a 0.2		
Algodón, tabaco	0.5 a 0.7		
Cacahuete	0.4 a 0.8		
Palma, cacao, café	0.1 a 0.3		

Para estimar la erosión del suelo considerando que en el terreno existe un **bosque de baja productividad** (cobertura vegetal) conforme a los estudios de campo, entonces el valor de C sería de 0.10 que sustituyendo quedaría:

$$E = (12,579.45) (0.003) (0.5) (0.10)$$

$$E = 1.96 \text{ t/ha año.}$$

Lo anterior indica que la erosión actual del terreno es de 1.96t/ha año, lo que representa una erosión nula.

### Estimación de la Erosión en la superficie del Cambio de Uso de Suelo del proyecto durante la ejecución de la remoción de vegetación.

La superficie solicitada para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales que equivale al 76% (17.762 has), misma que quedara sin vegetación desde el desmonte hasta la construcción, se presentara una erosión potencial moderada de 19.61 t/ha año, ya que el terreno se quedara sin vegetación temporalmente.

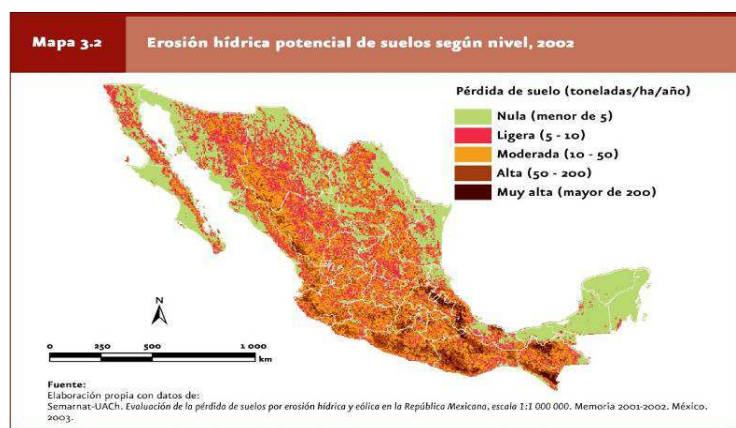


Figura 79 Erosión hídrica potencial de suelos

Sin embargo es importante aclarar que esta erosión se presentara solo si no se aplicaran medidas preventivas o de mitigación durante la etapa de remoción de

vegetación, ya que esta se presentara solo si el terreno quedara totalmente desprovisto de vegetación durante todo el año, y dado que el proyecto se desmontará de manera paulatina, además de que la superficie desmontada no quedara expuesta por tiempos prolongados ya que será compactada o sellada, podemos concluir que no habrá erosión en el terreno.

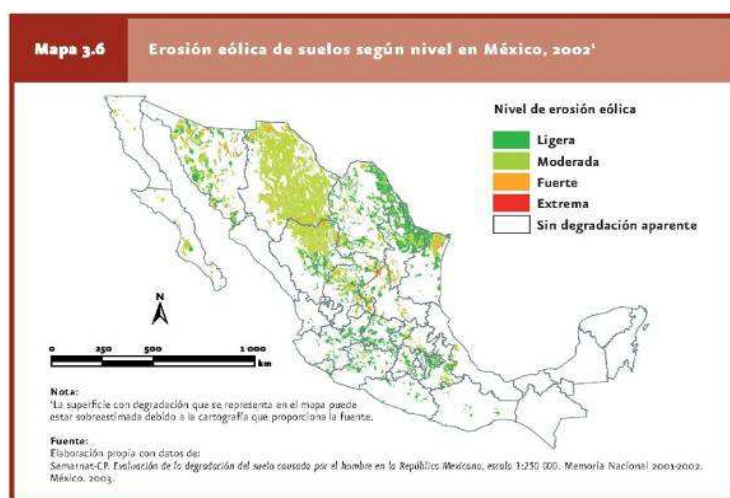
- **Erosión eólica**



**Figura 80.** Erosión eólica de México.

Este mapa ilustra la erosión eólica potencial de cada zona del país a un escala de 1:1,000,000 por lo cual se generalizas muchas de la superficies. Sin embargo el mismo documento en secciones posteriores muestra el mapa de erosión eólica del suelo a una escala 1:250 000 que muestra más claramente los resultados del estudio, así mismo se indica que este mapa se produjo a partir de los resultados obtenidos del estudio indicando lo siguiente:

*La erosión eólica afecta principalmente a las regiones áridas, semiáridas, subhúmedas y secas del país, aunque no es exclusiva de ellas. Las causas de la erosión eólica también se atribuyen a una insuficiente protección del suelo por la cubierta vegetal, a niveles bajos de humedad y a la destrucción de la estructura del suelo. En escala nacional, 9.5% del territorio muestra evidencias de erosión eólica. Las entidades más afectadas son Chihuahua (28.5%), Tlaxcala (26%), Nuevo León (18.9%) y Durango (17.9%). En Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán no se encontró evidencia de este tipo de erosión*



***Figuras 81.. Erosión eólica***

Así mismo INEGI 2014<sup>7</sup>, indica que la Erosión eólica sucede cuando el agente causal de la erosión es el viento en diversas formas como remolino, tolvaneras o tornados. La superficie nacional afectada es de 46,779.32 km<sup>2</sup> (2.41%).

Por lo tanto con base en lo anterior se establece que en el terreno no se presenta erosión eólica por los siguientes argumentos:

- 1.- El terreno actualmente presenta una cobertura vegetal de tipo acahual bastante denso en las partes bajas en el 100 % del terreno.
- 2.- De acuerdo al estudio de la SEMARNAT 2008<sup>1</sup>, Quintana Roo no presenta zonas afectadas por erosión eólica, lo cual es congruente ya que la mayor parte del estado se encuentra cubierta por vegetación.

- **Erosión Química**

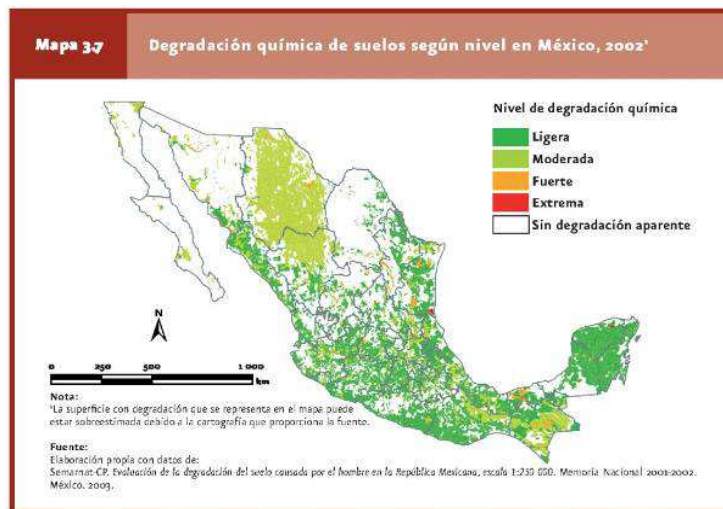
Conforme al estudio de la SEMARNAT 2008<sup>1</sup>, se indica que la degradación química consiste en la siguiente:

La degradación química es el proceso de degradación del suelo más extendido en el país (17.8% del territorio). Está presente en todas las entidades; pero la más afectada es Yucatán (55.1%), y las menos afectadas son Baja California Sur, Coahuila, Baja California y Sonora, donde la superficie con degradación química no excede 5.5% de su territorio.

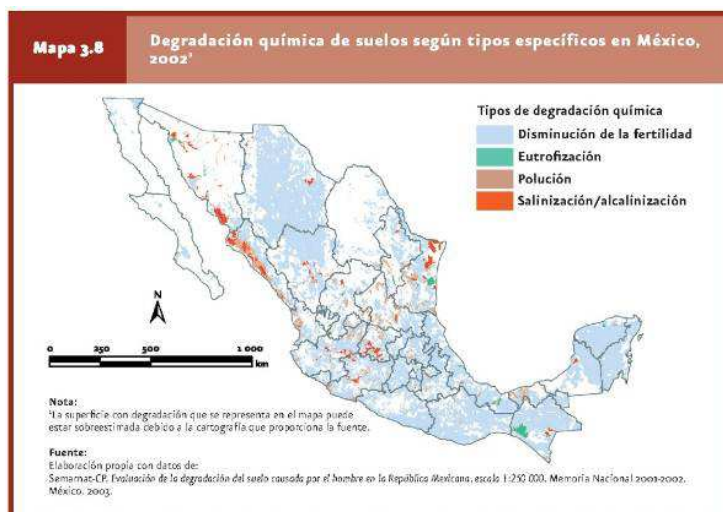
<sup>7</sup> INEGI. Boletín de prensa NÚM. 295/14, Erosión de Suelos en México, 2014.

La degradación química en el nivel ligero representa 55% de la superficie nacional con degradación química; la moderada, 43.2% y la fuerte y extrema en conjunto, 1.8%.

*El tipo dominante en la degradación química fue la disminución de la fertilidad del suelo (92.7% del total de superficie afectada con degradación química en el país) originada por la disminución de los elementos minerales y de la materia orgánica disponible en el suelo. Este tipo de degradación se encuentra presente en más de la mitad de Yucatán, y en casi la tercera parte de Tlaxcala, Chiapas, Morelos, Tabasco y Veracruz. Los otros tipos específicos de degradación química (polución, salinización y eutrofización) están mucho menos extendidos, ocupando en conjunto 7.3% de la superficie con degradación química del país.*



**Figuras 82. Erosión química**



**Figuras 83. Erosión química.**

*La degradación química del suelo por polución se debe a la presencia, la concentración y el efecto biológico adverso de algunas sustancias. Éstas pueden provenir de tiraderos a cielo abierto, derrames, residuos industriales, deposición de compuestos acidificantes y/o metales pesados.*

*La salinización o alcalinización es un incremento del contenido de sales en el suelo superficial que provoca, entre otras cosas, la disminución del rendimiento de los cultivos. Se presenta principalmente en las zonas áridas, en las cuencas cerradas y en las zonas costeras que tienen suelos naturalmente salinos. Los sistemas de riego que utilizan agua con una alta concentración de sodio pueden ocasionar la formación de una capa de salitre en la superficie de los suelos con drenaje deficiente, riego excesivo o alta evaporación.*

*La eutrofización es el exceso de nutrimentos en el suelo que perjudica el desarrollo de la vegetación. La polución, salinización y eutrofización se encuentran principalmente en Tamaulipas, San Luis Potosí, Chiapas, Nuevo León, Oaxaca, Veracruz y Zacatecas.*

*Las causas de la degradación química del suelo involucran una amplia gama de actividades industriales y agrícolas, entre las que se encuentran los derrames de hidrocarburos, la aplicación excesiva de fertilizantes y pesticidas, el mal manejo de materiales, residuos peligrosos y residuos sólidos urbanos. En el caso de la disminución de la fertilidad, ésta se produce cuando la entrada de nutrimentos, ya sea por fertilización química o biológica o por la conservación de residuos de la cosecha, es menor a su salida en forma de los productos de las cosechas, por las quemas y las lixiviaciones.*

Con base en lo anterior se presenta la siguiente tabla donde se indica si se presenta erosión química en el predio actualmente y si se presentara en el área sujeta al cambio de uso de suelo, clasificándola por cada una de los 4 tipos de erosión química existentes:

Tabla 59. Erosión Química presente en el predio y en el área de CUSTF		
Tipo de erosión Química	Condición actual del terreno	Con la ejecución del Cambio de Uso de suelo
Disminución de la fertilidad	Esta erosión se presentó hace aproximadamente 15 años cuando se removió la vegetación original del terreno, actualmente la vegetación del terreno corresponde a una acahual con baja productividad, por lo cual sigue presente este tipo de erosión.	No se presentara ya que actualmente el terreno presenta esta erosión en toda su superficie, consecuencia de las actividades antropogenicas que se han desarrollado en la zona desde hace más de 15 años.

Tabla 59. Erosión Química presente en el predio y en el área de CUSTF		
Tipo de erosión Química	Condición actual del terreno	Con la ejecución del Cambio de Uso de suelo
Por polución	No se presenta ya que no se desarrolla ninguna actividad industrial comercial o urbana en el predio por lo cual no se pueden generar derrames de sustancias.	Se podría presentar ya que se manejaran combustibles y aceites en el terreno por el funcionamiento de la maquinaria que podrían derramarse.  Sin embargo esto se puede evitar con un adecuado control de estas sustancias, el mantenimiento adecuado de la maquinaria con el fin de evitar fugas o derrames de las mismas. Así como la aplicación de las medidas de prevención y mitigación propuestas
Por Salinización o Alcalinización	No se presenta ya que no se desarrollan actividades agrícolas en el predio, no es una zona árida y no son suelos inundables por aguas saladas que provoquen la salinización del suelo.	No se presentará ya que no se desarrollaran actividades agrícolas en el proyecto, no es una zona árida y no son suelos inundables por aguas saladas que provoquen la salinización del suelo.
Por eutrofización	No se presenta ya que no se desarrolla ninguna actividad que aporte un excedente de nutrimentos al suelo.	No se presentará ya que no se desarrolla ninguna actividad que aporte un excedente de nutrimentos al suelo.

### **Erosión Física.**

Conforme al estudio de la SEMARNAT 2008<sup>1</sup>, se indica que la degradación física consiste en la siguiente:

*La degradación física del suelo se presenta en cinco tipos específicos: compactación, encostramiento, anegamiento, disminución de la disponibilidad de agua y pérdida de la función productiva.*

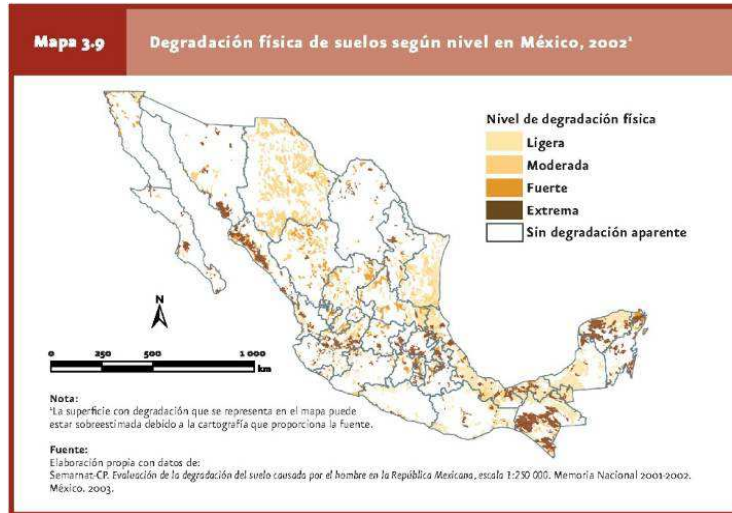
*La compactación es la destrucción de la estructura del suelo asociada frecuentemente al pisoteo del ganado o al paso frecuente de maquinaria pesada, provocando la ruptura de los agregados del suelo.*

*En el encostramiento, los poros se rellenan con material fino, lo que impide la infiltración del agua de lluvia, con el consecuente incremento del volumen de las escorrentías superficiales y la erosión hídrica.*

*El anegamiento se debe a la presencia de una lámina superficial de agua sobre el suelo, frecuentemente asociada a la construcción de represas para riego.*



*El caso contrario al anegamiento es la disminución de la disponibilidad de agua, que se origina por su extracción excesiva con fines agrícolas o de suministro a la población.*



**Figuras 84.. Degradación física.**

*De los tipos específicos de degradación física, la compactación, y la pérdida de la función productiva fueron las más extendidas (4% y 1.3%, respectivamente de la superficie nacional con degradación).*

Con base en lo anterior se presenta la siguiente tabla donde se indica si se presenta erosión física en el predio actualmente y si se presentará en el área sujeta al cambio de uso de suelo, clasificándola por cada una de los 4 tipos de causas de la erosión física existentes:

Tabla 60. . Erosión Química presente en el predio y en el área de CUSTF		
Tipo de causa de erosión Física	Condición actual del terreno	Con la ejecución del Cambio de Uso de suelo
Compactación	Actualmente no se presenta ya que el terreno presenta una cobertura vegetal de tipo acahual en toda la superficie del predio.	Si se presentara ya que el 76% de la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo será compactada para la colocación de las instalaciones del proyecto.  Esta actividad es algo inevitable en cualquier tipo de proyecto a desarrollar, sin embargo en compensación el proyecto conservara 24 % del terreno sin intervención.  De igual forma hay que recordar

		que el uso de estos terrenos está regulado por el PDU de Cancún, el cual designa al terreno un aprovechamiento urbano, por lo cual el proyecto cumple con todas las regulaciones.
Encostramiento	Actualmente no se presenta ya que el terreno presenta una cobertura vegetal de tipo acahual en toda la superficie del predio	No se presentará ya que el área sujeta al cambio de uso de suelo será mayormente compactada y no se podrá desarrollar este fenómeno.
Anegamiento	Esta no se presenta en el predio ya que no existen zonas inundables dentro del mismo.	Esta no se presentará en el predio ya que no existen zonas inundables dentro del mismo.
Disminución de la disponibilidad de agua	No se presenta ya que actualmente no se extrae agua del predio para abastecimiento de poblaciones urbanas y no se desarrollan actividades agrícolas.	No se presentará ya que no se extrae agua del predio para abastecimiento de poblaciones urbanas y no se desarrollan actividades agrícolas

Por lo anterior, con base en los razonamientos y consideraciones arriba expresados, se considera que se encuentra acreditada la segunda de las hipótesis normativas establecidas por el artículo 117, párrafo primero, de la LGDFS, en cuanto a que, con éstos ha quedado técnicamente demostrado que con el desarrollo del proyecto de cambio de uso de suelo en cuestión, **NO SE PROVOCARÁ LA EROSIÓN DE LOS SUELOS.**

#### **11.4. No se provocara el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación**

A continuación se demuestra que el proyecto no afectara la calidad del agua, ni provocara la no captación de la misma:

En México existen pocos trabajos sobre estimaciones de captura de agua en terrenos forestales. Dentro de las investigaciones pioneras se encuentran la de Martínez y Fernández (1983) y todo el conjunto de modelos de escurrimiento a partir del modelo lluvia-escurrimiento desarrollado por el CENAPRED (Domínguez et al. 1994; Torres y Guevara, 2003).

Se optó por seguir el método de la NOM-011-CNA-2000 (CNA, 2001). Este método utiliza el coeficiente de escurrimiento para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. El cual es:

$$Ce = K (P-250)/200 \quad \text{cuando } K \text{ es igual o menor a } 0,15 \text{ y}$$

$$Ce = K (P-250)/2000 + (K-0,15)/1,5 \quad \text{cuando } K \text{ es mayor que } 0,15$$

Dónde:

Ce= Coeficiente de escurrimiento para diferentes superficies en mm

P= Precipitación media anual

K= Factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo, información que se presenta en el cuadro siguiente:

USO DEL SUELO	TIPO DE SUELO		
	A*	B**	C***
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0,26	0,28	0,30
Cultivos			
En Hilera	0,24	0,27	0,30
Legumbres o rotación de pradera	0,24	0,27	0,30
Granos pequeños	0,24	0,27	0,30
Pastizal			
Porcentaje del suelo cubierto o pastoreo			
Más de 75 % - Poco -	0,14	0,20	0,28
De 50 al 75 % - Regular -	0,20	0,24	0,30
Menos de 50 % - Excesivo	0,24	0,28	0,30
Bosque			
Cubierto más de 75 %	0,07	0,16	0,24
Cubierto de 50 al 75 %	0,12	0,22	0,26
Cubierto de 25 al 50 %	0,17	0,26	0,28
Cubierto menos de 25 %	0,22	0,28	0,30
Zonas urbanas	0,26	0,29	0,32
Caminos	0,27	0,30	0,33
Pradera permanente	0,18	0,24	0,30

. Valores de K en función del tipo y uso de suelo. Fuente CNA, 2011.

\* Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos), \*\* Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón). \*\*\* Suelos casi impermeables (arenas o los delgados sobre capa impermeable, arcillas).

Con base en la tabla anterior al predio le correspondería como valor de K: 0.16

Por lo tanto el Ce del predio sería:

$$Ce = K (P-250)/2000 + (K-0,15)/1,5$$

$$Ce = .16 * (1300-250) + (.16-0.15)/1.5$$

$$Ce = .084 + 0.006$$

**Ce= 0.0907**

Por otro lado el volumen de escurrimiento anual se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Vol. Esc. Anual} = Pa * At * Ce$$

Dónde:

Pa= Precipitación media anual en m

At= Área total en m<sup>2</sup>

Ce= Coeficiente de escurrimiento

Vol. Esc. Anual= Volumen medio anual de agua superficial que se capta por la red de drenaje natural de la propia cuenca hidrológica en metros cúbicos (m<sup>3</sup>).

En el área se reporta una precipitación anual máxima de 1,300 mm. Los resultados obtenidos del volumen medio anual de agua capturado por tipo de vegetación se aprecian en la siguiente Tabla.

Tabla 61. Cálculo de escurrimiento anual por tipo de vegetación							
Uso	Tipo de Vegetación y/o Uso de suelo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Tipo de Suelo	Factor K	Ce	Vol. Esc. Anual (m <sup>3</sup> )	%
Superficie de implementación del proyecto total.	Acahual derivado de selva mediana subperennifolia	111,036.06	B	0.16	0.0907	13,087.45	47.5
Superficie permeable del terreno	Acahual derivado de selva mediana subperennifolia	122,611.397	B	0.16	0.0907	14,451.79	52.5
Total		233647.457				27,539.25	100.0

Para la zona de CUSTF:

$$\text{Vol. Esc. Anual} = Pa * At * Ce$$

$$\text{Vol. Esc. Anual} = 1.3 \text{ m} * 111,036.06 \text{ m}^2 * 0.0907$$

$$\text{Vol. Esc. Anual} = 13,087.45 \text{ m}^3$$

Para la zona permeable:

$$\text{Vol. Esc. Anual} = Pa * At * Ce$$

$$\text{Vol. Esc. Anual} = 1.3 \text{ m} * 122,611.39 \text{ m}^2 * 0.0907$$

$$\text{Vol. Esc. Anual} = 14,451.69 \text{ m}^3$$

Las superficie que abarca todo el proyecto del terreno corresponde a 233,649.77 m<sup>2</sup>, en los cuales de acuerdo a la tabla anterior se dejarían de aprovechar un volumen de 13,087.45 m<sup>3</sup> anuales que corresponde al 47.5 % de todo el volumen de agua captado en el predio. Sin embargo hay que resaltar que el proyecto cuenta con áreas que no serán sellada por algún tipo de infraestructura las cuáles serán las áreas jardinadas, estacionamientos con adopasto y las áreas de conservación, que permitirán seguir captando 14,451.79 m<sup>3</sup> de agua en el terreno.

Así mismo hay que considerar que las vialidades tendrán un sistema de alcantarillado para captación de agua pluvial, lo cual permitirá incrementar aún más la captación e infiltración de agua en el suelo del terreno, deduciendo la pérdida hasta un 30 %.

Por lo tanto no se perderá la capacidad de captación de agua del predio, con lo cual se concluye que este servicio no será eliminado del predio, únicamente se verá reducido en una 30% máximo.

### **En calidad:**

En el Estado de Quintana Roo, se infiere que existe una gran disponibilidad de agua subterránea en el mismo; sin embargo, los principales problemas del agua se relacionan con su calidad no con su cantidad. Esto se debe a que la alta permeabilidad que tienen los suelos cársticos en el estado que favorecen la infiltración del agua de lluvia, también representa una de sus principales causas de contaminación; ya que de la misma manera se filtran con facilidad los agroquímicos empleados en las actividades agrícolas, los residuos líquidos (lixiviados) de los tiraderos de basura a cielo abierto o de las lagunas de oxidación de las plantas de tratamiento, así como las filtraciones de aguas residuales de las fosas sépticas. Este problema de contaminación se agrava día con día si se considera que el agua fluye a través de ríos subterráneos, lo cual favorece la difusión de la contaminación a otros sitios, y llega finalmente a la zona costera, donde se encuentran ecosistemas tan frágiles como los arrecifes coralinos que sustentan una gran diversidad de organismos acuáticos de importancia ecológica y económica. Otro factor que afecta la calidad del agua subterránea es la entrada de agua salada al manto freático; sin embargo, en éste último punto, cabe mencionar que el predio del proyecto se encuentra relativamente alejado de la costa.

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

- Se proporcionaran suficientes instalaciones de baños portátiles para el personal que labore en el predio, 1 por cada 20 trabajadores mínimo, con el objeto de no afectar el manto freático por la defecación y micción al aire libre en los sitios aledaños a las áreas de aprovechamiento.
- El manejo y disposición final de las aguas residuales, correrá a cargo de la empresa arrendadora de los sanitarios portátiles, lo cual quedará debidamente establecido en el contrato que se celebre para la prestación de dicho servicio.

- Se colocaran depósitos temporales para residuos domésticos (cartón, papel, unicel, plásticos, aluminio etc.) para evitar el esparcimiento de basura en el predio.
- Se evitara el derrame de combustibles y aceites en las áreas destinadas al cambio de usos de suelo (ver programa de manejo de residuos).

Por lo anterior, con base en las consideraciones arriba expresadas, se acredita la tercera de las hipótesis normativas que establece el artículo 117, párrafo primero, de la LGDFS, en cuanto que con éstos ha quedado técnicamente demostrado que con el cambio de uso de suelo en cuestión, **NO SE PROVOCARÁ EL DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA O LA DISMINUCIÓN EN SU CAPTACIÓN.**

## 11.5 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

### 11.5.1. Los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.

Ante este escenario, es evidente que el proyecto propuesto coadyuvará a revertir las condiciones socioeconómicas de La región. Con la ejecución del proyecto se generan alrededor de 80 empleos permanentes y se estima la generación de aproximadamente 200 empleos indirectos temporales durante la fase de construcción. El proyecto tendrá una inversión superior a los 150,000,000 millones de pesos para Las obras de urbanización y edificación de viviendas, cifra significativa no solo para el desarrollo del municipio de Benito Juárez sino para toda la Entidad, ya que activará múltiples cadenas de la economía.

No hay que perder de vista que la mayor parte del predio en donde se desarrollará el proyecto, colinda con vialidades, caminos y carreteras, y está rodeado por áreas urbanas. Esto ocasiona que la vegetación secundaria presente carezca de volúmenes aprovechables de madera con fines comerciales y, aunque puede contener recursos forestales no maderables, estos no tienen el valor potencial que permita rebasar la relación beneficio uso comparado con la derrama económica que ocasionaría realizar el proyecto. Lo mismo sucede con algunas especies consideradas como productoras de maderas promisorias (por ejemplo *Bursera simaruba*) (Forster et al. 2011) y de palmas (por ejemplo: *Thrinax radiata*) (Calvo-Irabién 2011), cuyo número de individuos presente en el predio no representan volúmenes aprovechables a pesar de tener usos potenciales para construcción, cimbra, lambrines, muebles, cajas, tarimas, vigas, postes, marcos, puertas y barandales.

Mientras que los resultados de la valoración de los recursos forestales estimada para la superficie de cambio de uso del suelo de este proyecto arroja un total de \$3,372,001.3 pesos M.N.

Al considerar que la valoración económica de los recursos forestales resulta significativamente menor al monto total de inversión para este proyecto, este análisis demuestra que el uso que se propone para este proyecto representa mayores beneficios económicos y sociales a corto y largo plazo que los que proporciona el área forestal que se pretende afectar, basados en [os resultados de [a evaluación ambiental y socio-económica.

Entonces tenemos que la inversión proyectada de 150,000,000 millones de pesos del nuevo uso que se propone para el proyecto contra la derrama económica por la venta de los recursos forestales que presenta el predio de aproximadamente \$ 3,372,001.3 pesos, no tienen el valor potencial que permita rebasar la relación beneficio-uso comparado con la derrama económica que ocasionaría realizar el proyecto. Por lo tanto se deja ver muy claramente que el uso propuesto para el predio del proyecto resulta más acto que el del uso forestal de la cual no se encuentra permitida desarrollar esta actividad en la zona.

La inversión proyectada para este proyecto no solo incluye el punto de vista económico, sino también involucra los recursos financieros requeridos para que el proyecto se desarrolle bajo los principios de protección al ambiente y se asegure el seguimiento y la evaluación para que la apropiación del territorio, se realice con pleno respeto a la normativa vigente. Dado que este proyecto asignará recursos para la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales previstos.

Por lo anterior, con base en las consideraciones arriba expresadas, se acredita la cuarta hipótesis normativa establecida por el artículo 117, párrafo primero, de la LGDFS en cuanto que con éstas ha quedado técnicamente demostrado que **EL USO ALTERNATIVO DEL SUELO QUE SE PROPONE ES MÁS PRODUCTIVO A LARGO PLAZO.**

## 11.6 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

El nivel de desarrollo y el potencial socioeconómico de los municipios, permite establecer el grado de concordancia entre ambos y las diferencias fundamentales existentes, así como detectar situaciones problemáticas que deben considerarse para orientar el uso del territorio. La evaluación del grado de desarrollo socioeconómico considera entre otros aspectos, el índice de marginación. Por su parte, el potencial (ventajas comparativas que permiten el desarrollo), se valora a partir de índices sobre la situación geográfica, la densidad de población, el grado

de preparación para participar de manera calificada en actividades productivas y la concentración sectorial de las actividades secundarias y terciarias.

Por ejemplo, el Índice de Desarrollo Humano (IDH) es una estimación de la condición para que las personas amplíen sus posibilidades de elegir entre distintos tipos de vida (PNUD 2004). Se reconoce que el municipio de Benito Juárez ocupa el primer lugar Estatal con un IDH de 0.8292 (arriba del resto de los municipios del Estado) y ocupa el lugar 25 a nivel nacional con un grado de desarrollo alto. No hay que perder de vista que este municipio es el más poblado de la Entidad ya que concentra el 50% de los habitantes de Quintana Roo (Lozano y Olivares 2011). Sin embargo, al estimar que tan equitativa es la posibilidad de acceder al desarrollo humano en la localidad de Cancún (Índice de Theit), el valor resultante está por arriba de lo que se reconoce para todo el municipio (0.3%), lo cual se interpreta como el porcentaje que aporta Cancún en la desigualdad total del estado en desarrollo humano..

Una de las principales justificantes para la edificación del proyecto LOTES 1-08 Y 1-09, MZ. 23, SM.107”, está cimentada en el crecimiento estimado que se habrá de registrar hacia la porción norponiente de la ciudad Cancún. Por ello, los requerimientos de la mejora de los sendos contrarrestarán los fuertes rezagos que se tiene en la actualidad.

Ante esta situación, el Plan Estatal de Desarrollo 2011-2016, plantea dentro de La Visión 2016 se considere la necesidad de contar con “Un Quintana Roo con ciudades dignas que crecen ordenadamente conforme a sus programas de desarrollo urbano, con reservas territoriales suficientes para su crecimiento, donde la población cuenta con servicios públicos urbanos de calidad, lo que les permite crecer y desarrollarse en mejores niveles de bienestar familiar y personal”.

Por lo anterior, se tiene como objetivo “Dignificar Las ciudades del Estado a través de una planeación urbana efectiva que permita proveerlas de la infraestructura básica y equipamiento suficiente para la dotación de servicios públicos de calidad”.

Por lo que para lograr ese cometido, se pretende “desarrollar suficientes reservas territoriales, en las que el Gobierno del Estado gestione su participación patrimonial destinada al crecimiento de los centros urbanos, a fin de que se garantice el requerimiento para el equipamiento urbano y el de los demandantes de vivienda de los diferentes segmentos sociales, principalmente el de la población de bajos ingresos. Por lo que con estas acciones se contribuye al desarrollo con base en una planificación con enfoque integral y de largo plazo, a formular y actualizar planes maestros de agua potable, alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales en comunidades. Asimismo, se requiere impulsar programas de desarrollo de suelo urbano con infraestructura básica de servicios para la construcción de vivienda.



Ante esta perspectiva el proyecto, se apega a los instrumentos de planeación del desarrollo urbano por lo que se debe realizar el cambio de uso de suelo para así continuar impulsando el desarrollo regional. De esta manera, el proyecto habrá de contribuir a la mejora de los estándares de vida en La zona norponiente de la ciudad de Cancún por lo que en este sentido, permitirá proporcionar alojamiento digno y permanente a la población asentada en la ciudad de Cancún y cuyo crecimiento está generado por el desarrollo turístico, atendiendo al objetivo fundamental, que es el desarrollo y bienestar de la población del Estado.

Se pretende con esto la atención a las necesidades de la población urbana siempre creciente, evitando que los nuevos inmigrantes se asienten en forma irregular en el suelo urbano no apto por ausencia o incumplimiento de la normatividad para nuevos asentamientos humanos, se permitirá la dotación de estructura suficiente, clara y atractiva a la ciudad. Además de que esta será acorde con el crecimiento de la población de la zona. La inversión contribuirá con la creación de empleos temporales y permanentes que beneficiará a gran cantidad de obreros de la industria de la construcción de la zona. Se impulsará al comercio organizado y significará ingresos en materia de impuestos y permisos al Municipio Benito Juárez, a. gobierno estatal y federal

# CAPÍTULO

# 14

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

##### **14.1 Nombre del Responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental**

TSU. Manuel Vargas Hernández

##### **14.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP**

##### **14.3 Dirección del Responsable técnico del documento**

##### **14.4 Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo.**

TSU. Manuel Vargas Hernández, con REGISTRO FORESTAL NACIONAL Libro Mex, Tipo UI Persona Física Prestador de Servicios Técnicos Forestales Inscripción, Volumen 3, Número 06, Año 09.

Figura 85. I

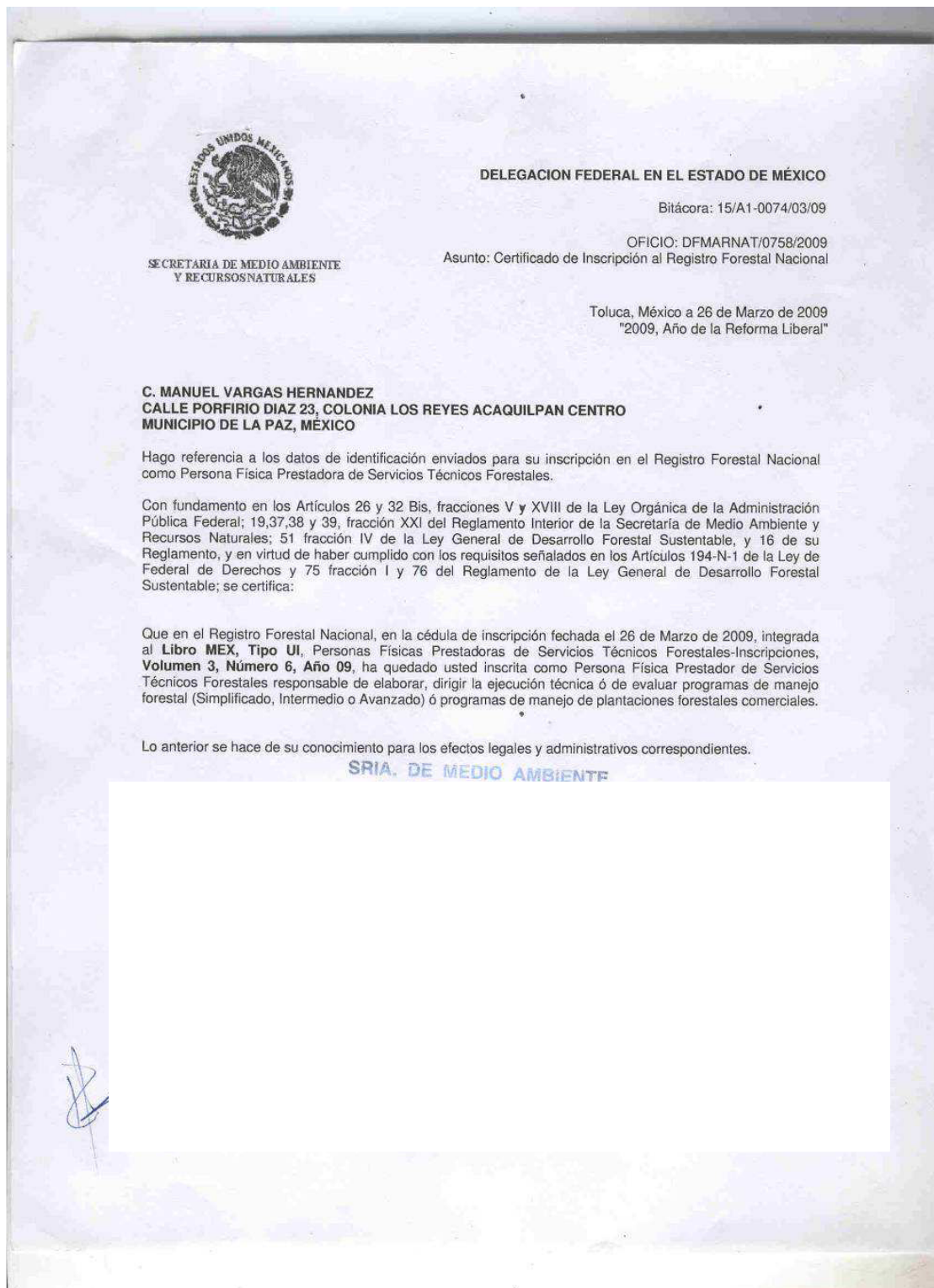


Figura 86. Certificado de inscripción en el Registro Forestal Nacional del Responsable Técnico

# CAPÍTULO 15

## **15. VINCULACIÓN Y APLICACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, EN SU CASO, LOS DEMÁS REQUISITOS QUE ESPECIFIQUEN LAS DISPOSICIONES APLICABLES.**

### **15.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.**

Por su ubicación, el proyecto es regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez, Quintana Roo. Publicado en el periódico oficial del gobierno del estado de Quintana Roo, El día 27 de Febrero del 2014. El predio y específicamente la zona de ubicación del desplante se encuentran incluidos dentro de la **Unidad de Gestión Ambiental UGA 21 "Zona Urbana de Cancún"** por lo cual a continuación se realiza una descripción de los criterios de esta UGA y la vinculación de proyecto con los mismos, de tal forma que:

#### **Lineamientos Ecológicos:**

- Se contiene el crecimiento urbano dentro de los límites del centro de población, propiciando una ocupación compacta y eficiente del suelo urbano de tal manera que las reservas de crecimiento se ocupen hasta obtener niveles de saturación mayores al 70% de acuerdo a los plazos establecidos en el programa de desarrollo urbano de la ciudad de Puerto Morelos, para disminuir los procesos de deterioro de los recursos naturales.
- Las autoridades competentes deben propiciar que el crecimiento urbano sea ordenado y compacto y estableciendo al menos 12 m<sup>2</sup> de áreas verdes accesibles por habitante, acorde a la normatividad vigente en la materia.
- Las autoridades competentes deben propiciar el tratamiento del 100 % de las aguas residuales domésticas, así como la gestión integral de la totalidad de los residuos sólidos generados en esta localidad.

#### **Recursos y Procesos Prioritarios:**

Suelo, Cobertura Vegetal

#### **Parámetros de aprovechamiento:**

Sujeto a lo establecido en su Programa de Desarrollo Urbano vigente.

#### **Usos Compatibles:**

Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente.

#### **Usos Incompatibles:**

Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente.

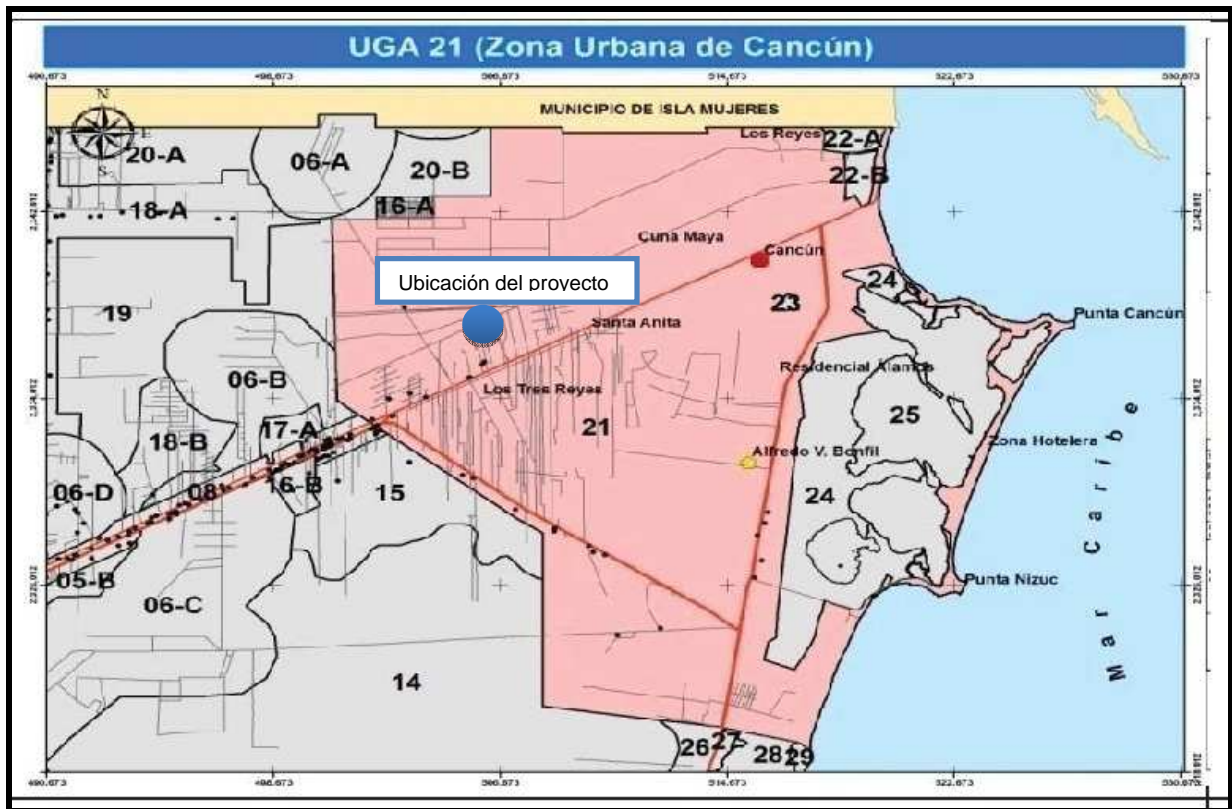


Figura 87. Ubicación del proyecto en el POEL del municipio de Benito Juárez.

## CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA PARA EL POEL MBJ

Los criterios de regulación ecológica, entendidos como aquellos lineamientos obligatorios que se establecen para orientar las acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente, que tendrán el carácter de instrumentos de política ambiental, se asignaron teniendo siempre presente que la prioridad es el aprovechamiento sustentable, es decir, la utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos; y que el fin del ordenamiento ecológico es lograr la protección del medio ambiente y la preservación, conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

Los criterios de regulación ecológica establecidos para el Programa Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez han sido organizados en dos grupos:



- 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.

CRITERIO GENERAL		CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL	VINCULACIÓN
CG-01		<p>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).</p>	<p>Se espera una mínima aplicación de agroquímicos ya que se considera la utilización de especies locales. El control de plagas eventuales se hará privilegiando productos orgánicos y de vida media corta. Dichos productos deberán ser autorizados por la comisión intersecretarial para el control del proceso y uso de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas (CICOPLAFEST).</p>

CRITERIO GENERAL		CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL	VINCULACIÓN
CG-02		<p>Los proyectos que en cualquier etapa emplean 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.</p>	<p>Se espera una baja utilización de agroquímicos sintéticos. En caso de usarse serán solamente aquellos autorizados por la comisión intersecretarial para el control del proceso y uso de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas (CICOPLAFEST).</p>
CG-03		<p>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.</p>	<p>Como parte de la restauración de las zonas de conservación, debido a que presentaran vegetación de tipo acahual, todos los ejemplares que se rescaten del área sujeta al cambio de uso de suelo se reubicaran en las áreas de conservación.</p>

CRITERIO GENERAL		CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL	VINCULACIÓN
CG-04		<p>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 un sistema de retención de grasas y aceites.</p>	<p>Cada casa podrá instalar un sistema de captación de agua en su techo en la etapa de operación del proyecto y deberá cumplir con lo indicado, mientras tanto el proyecto contempla un drenaje pluvial separado de las aguas residuales, por lo que será posible favorecer de manera eventual la captación de agua pluvial, por lo tanto antes de la infiltración del agua al subsuelo se instalaran trampas de grasas y aceites así como un trampa de residuos sólidos, para poder cumplir con lo indicado en el presente criterio. EL mantenimiento de estas trampas de grasas y aceites correrá a cargo de Promovente mientras se venden todas las casas y posteriormente será pasado al grupo vecinal que se deberá conformar para el mantenimiento de todo el Desarrollo Multifamiliar.</p>
CG-05		<p>Para permitir la adecuada</p>	<p>Este artículo nos indica que en predio predios cuya superficie sea</p>

CRITERIO GENERAL		CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL	VINCULACIÓN																								
		<p>recarga del acuífero, todos los proyectos deben acatar lo dispuesto en el artículo 132 de la LEEPAQROO o la disposición jurídica que la sustituya.</p>	<p>de 3,001 metros cuadrados en adelante, como es el caso del predio en cuestión, proporcionarán preferentemente como área verde, lo que en su caso siempre será permeable el 40% como mínimo.</p> <p>Con base en lo anterior el proyecto cumple con lo indicado ya que mantendrá el 52% del terreno como superficie permeable, con base en la tabla siguiente:</p> <table border="1" data-bbox="890 902 1375 1350"> <thead> <tr> <th colspan="3">Áreas permeable</th> </tr> <tr> <th>Área</th> <th>Sup</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Jardines de casas verticales</td> <td>0.642</td> <td>2.7</td> </tr> <tr> <td>Camellones de avenida principal</td> <td>0.627</td> <td>2.7</td> </tr> <tr> <td>Patios traseros de casas horizontales</td> <td>1.594</td> <td>6.8</td> </tr> <tr> <td>Estacionamientos con adopasto</td> <td>3.796</td> <td>16.2</td> </tr> <tr> <td>Áreas de conservación</td> <td>5.603</td> <td>24%</td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td><b>12.261</b></td> <td><b>52</b></td> </tr> </tbody> </table> <p>A continuación se presenta el plano de áreas permeables del terreno:</p>	Áreas permeable			Área	Sup	%	Jardines de casas verticales	0.642	2.7	Camellones de avenida principal	0.627	2.7	Patios traseros de casas horizontales	1.594	6.8	Estacionamientos con adopasto	3.796	16.2	Áreas de conservación	5.603	24%	<b>Total</b>	<b>12.261</b>	<b>52</b>
Áreas permeable																											
Área	Sup	%																									
Jardines de casas verticales	0.642	2.7																									
Camellones de avenida principal	0.627	2.7																									
Patios traseros de casas horizontales	1.594	6.8																									
Estacionamientos con adopasto	3.796	16.2																									
Áreas de conservación	5.603	24%																									
<b>Total</b>	<b>12.261</b>	<b>52</b>																									

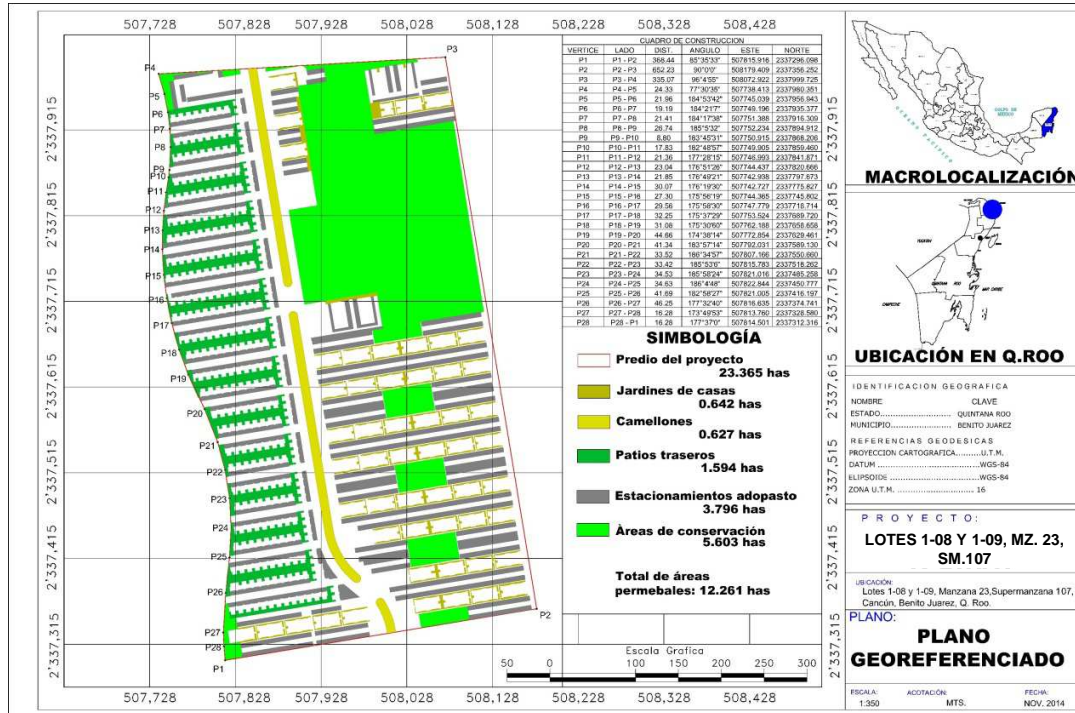


Figura 88. Plano de áreas permeables.

<p><b>CG-06</b></p>	<p>Con la finalidad de evitar la fragmentación de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deberán agrupar las áreas de aprovechamiento preferentemente en áreas "Sin vegetación aparente" y mantener la continuidad de las áreas con vegetación natural. Para lo cual, el promovente deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de la infraestructura planteada por el proyecto, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.</p>	<p>El tipo de vegetación que cubre la totalidad del predio corresponde a vegetación de tipo acahual derivado de actividades previas en el predio, por lo cual no hay áreas con vegetación natural dentro del predio.</p> <p>La zona de ubicación del predio es dentro de la zona de desarrollo urbano, por lo tanto el predio se encuentra colindante con otros desarrollo habitacionales y vialidades existentes, lo cual ya ha fragmentado el ecosistema en esta zona del proyecto.</p> <p>Dentro del predio no se detectaron ejemplares de fauna silvestre que requieran grandes superficies de desplazamiento, lo únicos ejemplares observados son roedores, lagartijas, aves de paso y principalmente fauna feral. Este tipo de fauna se podrá desarrollar dentro de las áreas de conservación del</p>
---------------------	---	---

		<p>predio.</p> <p>Por lo tanto la distribución del proyecto dentro del predio se ajusta a lo indicado en el presente criterio, aunado a esto se dejaron varias áreas de conservación dentro del proyecto, de las cuales destaca la principal de 45,885.2813 m<sup>2</sup>, la cual mantendrá la cobertura vegetal actual.</p> <p>En resumen la instalación del proyecto no genera la fragmentación del ecosistema ni el aislamiento de las poblaciones de fauna.</p>
<b>CG-07</b>	<p>En los proyectos en donde se pretenda llevar a cabo la construcción de caminos, bardas o cualquier otro tipo de construcción que pudiera interrumpir la conectividad ecosistémica deberán implementar pasos de fauna menor (pasos inferiores) a cada 50 metros, con excepción de áreas urbanas.</p>	<p>El criterio no le aplica al proyecto ya que se ubica en un área urbana, sin embargo el predio conserva como mínimo el 25 24% del predio con vegetación natural.</p>
<b>CG-08</b>	<p>Los humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes, cuerpos de agua superficial, presente en los predios deberán ser incorporados a las áreas de conservación.</p>	<p>Dentro del predio no se localizaron cenotes ni áreas inundables.</p>
<b>CG-09</b>	<p>Salvo en las UGA urbanas, los desarrollos deberán ocupar el porcentaje de aprovechamiento o desmonte correspondiente para la UGA en que se encuentre, y ubicarse en la parte central del predio, en forma perpendicular a la</p>	<p>El proyecto se ubica dentro de la <b>Unidad de Gestión Ambiental UGA 21 "Zona Urbana de Cancún"</b>, por lo cual no aplica el presente criterio.</p>

	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.	
<b>CG-10</b>	Solo 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.	La UGA 21 donde se localiza el proyecto indica que los usos compatibles son los que se establezcan en el Programa de Desarrollo Urbano Vigente, por lo cual el proyecto cumple con lo indicado ya que se rige por el uso de suelo " <b>H/120</b> " <b>Uso Habitacional</b> .
<b>CG-11</b>	El porcentaje de desmonte que se autoricen 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 Uso de suelo H/120 que aplica a al predio con base en la Modificación del Programa de Desarrollo Urbano de Cancún, no indica un porcentaje de desmonte, por lo tanto el proyecto se ajusta a la compatibilidad del uso de suelo del proyecto y a cumplir con los demás lineamientos que marca como son las áreas de donación, el COS y el CUS, lo cual se presenta en secciones más adelantes, dentro de la vinculación con dicho instrumento.
<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 sólo serán acumulables hasta alcanzar el porcentaje definido en el lineamiento ecológico.	El predio solo se rige por el Uso de Suelo " <b>H/120</b> " <b>Uso Habitacional</b> , por lo cual no aplica el presente criterio.
<b>CG-13</b>	En la superficie de aprovechamiento autorizada, previo al desarrollo de cualquier	El proyecto contempla un programa de rescate de fauna y uno de rescate de flora, que se presentarán adjuntos al DTU.

	obra o actividad, se deberá de ejecutar un programa de rescate de flora y fauna.	
<b>CG-14</b>	En los predios donde no exista cobertura arbórea o en el caso que exista una superficie mayor desmontada a la señalada para la unidad de gestión ambiental ya sea por causas naturales y/o usos previos, el proyecto sólo podrá ocupar la superficie máxima de aprovechamiento que se indica para la unidad de gestión ambiental y la actividad compatible que pretenda desarrollarse.	En el predio no se localizaron áreas sin vegetación, sin embargo el proyecto cumple con lo indicado en el Programa de Desarrollo Urbano.
<b>CG-15</b>	En los ecosistemas forestales deberán eliminarse los ejemplares de 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. El material vegetal deberá ser eliminado mediante procesos que no permitan su regeneración y/o propagación.	Se acatará lo indicado en el presente, durante la etapa de desmonte del proyecto.
<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"	El proyecto no contempla la introducción de Palma de coco, y si en un futuro se pretende su utilización se acatará lo indicado.
<b>CG-17</b>	Se permite el manejo de	El proyecto no contempla la utilización de



	<p>especies exóticas, cuando:</p> <p>1.- La especie no está catalogada como especie invasora por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y/o la SAGARPA.</p> <p>2.- La actividad no se proyecte en cuerpos naturales de agua.</p> <p>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.</p> <p>4.- Se garantice el confinamiento de los ejemplares y se impida su dispersión o distribución al medio natural.</p> <p>5.- Deberán estar dentro de una Unidad de Manejo Ambiental o PIMVS.</p>	<p>especies exóticas.</p>
<b>CG-18</b>	<p>No se permite la acuicultura en cuerpos de agua en condiciones naturales, ni en cuerpos de aguas artificiales con riesgo de afectación a especies nativas.</p>	<p>El proyecto corresponde a la implementación de un Desarrollo Multifamiliar, por lo cual no aplica el presente criterio.</p>
<b>CG-19</b>	<p>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.</p>	<p>Se acatará lo indicado en el presente.</p>
<b>CG-20</b>	<p>Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de</p>	<p>Dentro del predio no se localizaron cenotes.</p>

	<p>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.</p>	
<b>CG-21</b>	<p>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 las actividades.</p>	<p>Se acatara lo indicado en este criterio.</p>
<b>CG-22</b>	<p>El derecho de vía de los tendidos de energía eléctrica de alta tensión solo podrá ser utilizado conforme a la normatividad aplicable, y en apego a ella no podrá ser utilizado para asentamientos humanos.</p>	<p>El proyecto no se ubica dentro de ningún derecho de vía de tendidos eléctricos de alta tensión.</p>
<b>CG-23</b>	<p>La instalación de infraestructura de conducción 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 externos y para minimizar la fragmentación de ecosistemas.</p>	<p>Se acatara lo indicado en el presente criterio y toda la instalación de energía eléctrica será subterránea.</p>
<b>CG-24</b>	<p>Los taludes de los caminos y carreteras deberán ser</p>	<p>El proyecto no contempla la creación de taludes.</p>

	reforestados con plantas nativas de cobertura y herbáceas que limiten los procesos de erosión.	
<b>CG-25</b>	En ningún caso la estructura o cimentación de las construcciones deberá interrumpir la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea.	<p>Para la región el flujo de las aguas subterráneas tiene una dirección sensiblemente hacia el Norte, aunque con una tendencia hacia el Este y Sureste (tal y como se registra en la Carta Aguas Subterráneas Cancún F-16-8 del INEGI, 1984). Asimismo la profundidad del nivel estático oscila entre los 8 y 10 msnm.</p> <p>Con base en lo anterior el proyecto no afectara la hidrodinámica natural subterránea del predio, debido a que la instalación de la cimentación de las casas habitación a no más de 2 metros de profundidad, no llegara a afectar las corrientes subterráneas.</p> <p>La hidrodinámica superficial del terreno no se verá afectada, ya que la topografía del predio es prácticamente plana por lo que no presenta escurrimientos superficiales que puedan ser afectados.</p>
<b>CG-26</b>	<p>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:</p> <p>A. Contar con al menos una letrina por cada 20 trabajadores.</p> <p>B. Áreas específicas y delimitadas para la pernocta y/o para la elaboración y consumo de alimentos, con condiciones</p>	<p>El proyecto no contempla la instalación de ningún campamento ya que se encuentra dentro de la zona urbana de Cancún y los trabajadores podrán desplazarse a sus casas todos los días. Sin embargo se cuenta con un programa de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos que se aplicara en el proyecto. Así mismo se instalaran letrinas portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores, durante todas las etapas del proyecto.</p>

	<p>higiénicas adecuadas (ventilación, miriñaques, piso de cemento, correcta iluminación, lavamanos entre otros).</p> <p>C. Establecer las medidas necesarias para almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos sólidos generados.</p> <p>D. Establecer medidas para el correcto manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos peligrosos.</p>	
<b>CG-27</b>	<p>En el diseño y construcción de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos se deberán colocar en las celdas para los residuos y en el estanque de lixiviados, una geomembrana de polietileno de alta densidad o similar, con espesor mínimo de 1.5 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.</p>	<p>El proyecto corresponde a la implementación de un Desarrollo Multifamiliar, por lo cual no aplica el presente criterio ya que no se pretende la instalación de ningún sitio de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos</p>
<b>CG-28</b>	<p>La disposición de</p>	<p>El proyecto cumplirá con lo indicado, y la</p>

	materiales derivados de obras, excavaciones o dragados solo 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.	disposición de materiales derivados de obras se realizara en sitios autorizados. El cumplimiento de este criterio se realizara con la presentación de los comprobantes de disposición final de residuos en el sitio autorizado en los informes semestrales o anuales que se deban presentar.
<b>CG-29</b>	La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.	El proyecto cumplirá con lo indicado, y la disposición de residuos sólidos se realizara en sitios autorizados. El cumplimiento de este criterio se realizara con la presentación de los comprobantes de disposición final de residuos en el sitio autorizado en los informes semestrales o anuales que se deban presentar.
<b>CG-30</b>	Los desechos biológicos infecciosos no podrán disponerse en el relleno sanitario y/o en depósitos temporales de servicio municipal.	El proyecto no generara este tipo de residuos.
<b>CG-31</b>	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 corresponde a la implementación de un Desarrollo Multifamiliar, por lo cual no aplica el presente criterio ya que no se pretende la instalación de ningún sitio de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos
<b>CG-32</b>	Se prohíbe la quema de basura, así como su entierro o disposición a cielo abierto.	El proyecto no utilizara el fuego en ninguna etapa del mismo.
<b>CG-33</b>	Todos los proyectos deberán contar con áreas específicas para el acopio temporal de los residuos	Se establecerá un sitio temporal de acopio de residuos, dentro del área autorizada de desmonte, que se encuentre cerca del camino de acceso al

	sólidos. En el caso de utilizar el servicio municipal de colecta, dichas áreas deben ser accesibles a la operación el servicio.	predio, con lo cual el servicio de recolección de los mismos podrá tener acceso fácilmente.
<b>CG-34</b>	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.	Se dará cumplimiento a lo indicado y solo se obtendrán estos materiales de fuentes autorizadas. El cumplimiento de este criterio se realizará con la presentación de los comprobantes de compra de materiales en sitios autorizados, en los informes semestrales o anuales que se deban presentar.
<b>CG-35</b>	En la superficie en la que por excepción la autoridad competente autorice la remoción de la vegetación, también se podrá retirar el suelo, subsuelo y las rocas para nivelar el terreno e instalar los cimientos de las edificaciones e infraestructura, siempre y cuando no se afecten los ríos subterráneos que pudieran estar presentes en los predios que serán intervenidos.	Para la región el flujo de las aguas subterráneas tiene una dirección sensiblemente hacia el Norte, aunque con una tendencia hacia el Este y Sureste (tal y como se registra en la Carta Aguas Subterráneas Cancún F-16-8 del INEGI, 1984). Asimismo la profundidad del nivel estático oscila entre los 8 y 10 msnm.  Con base en lo anterior el proyecto no afectara la hidrodinámica natural subterránea del predio, debido a que la instalación de la cimentación de las casas habitación a no más de 2 metros de profundidad, no llegara a afectar las corrientes subterráneas.
<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	El proyecto corresponde a la implementación de un Desarrollo Multifamiliar, por lo cual no aplica el presente criterio, ya que no se contemplan actividades agrícolas o pecuarias.

	dispuestos donde lo indique la autoridad competente en la materia.	
<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 vegetal, 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.	Se dará cumplimiento al criterio, ya que el proyecto contempla la recuperación de la tierra vegetal del área de desmonte para ser utilizada como sustrato para las plantas rescatadas y posteriormente para la reforestación de las áreas verdes.
<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 corresponde a la implementación de un Desarrollo Multifamiliar, por lo cual no aplica el presente criterio ya que no se realizarán actividades hoteleras o residenciales, y la densidad de los usos de suelo será respetada.
<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 documento corresponde a la solicitud de la autorización del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por lo cual el desmonte solo se realizara hasta la obtención del mismo.

- **Los Criterios Ecológicos de aplicación específica, que son los criterios asignados a una unidad de gestión ambiental determinada.**

CRITERIO	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN URBANA Recurso Agua	VINCULACIÓN
URB-01	<p>En tanto no existan sistemas municipales para la conducción y tratamiento de las aguas residuales municipales, los promoventes de nuevos proyectos, de hoteles, conjuntos, condominios, industrias y similares, deberán instalar y operar por su propia cuenta, sistemas de tratamiento y reciclaje de las aguas residuales, ya sean individuales o comunales, para satisfacer las condiciones particulares que determinen las autoridades competentes y las normas oficiales mexicanas aplicables en la materia.</p>	<p>El drenaje sanitario del proyecto se conectara a los servicios municipales, por lo cual no aplica el presente criterio.</p>
URB-02	<p>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 física el empleo de biodigestores para que en sus domicilios particulares se realice de manera permanente un tratamiento de aguas negras domiciliarias. Estos sistemas deberán ser aprobados por la autoridad</p>	<p>El proyecto no pretende instalar biodigestores ya que actualmente el proyecto tendría acceso a los sistemas municipales para la conducción y tratamiento de las aguas residuales municipales, por lo cual no aplica el presente criterio.</p>



	ambiental competente.	
<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 la conexión, se podrán utilizar sistemas de tratamiento debidamente certificados y contar con la autorización para las descargas por la CONAGUA.	El drenaje sanitario del proyecto se conectara a los servicios municipales, por lo cual se realizara un contrato con la CONAGUA para dicha actividad.
<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 corresponde a la implementación de un Desarrollo Multifamiliar, por lo cual no aplica el presente criterio, ya que no se realizarán actividades agrícolas.
<b>URB-05</b>	En el caso de 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 momento la contaminación al suelo, cuerpos de agua, y mantos freáticos.	El proyecto no pretende la instalación de campos de golf ni usos similares, por lo cual no aplica el criterio.
<b>URB-06</b>	Los proyectos de campos deportivos y/o 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.	El proyecto no pretende la instalación de campos de golf ni usos similares, por lo cual no aplica el criterio.

<b>URB-07</b>	No se permite la disposición de aguas residuales sin previo tratamiento hacia los cuerpos de agua, zonas inundables y/o suelo o subsuelo, por lo que se promoverá que se establezca un sistema integral de drenaje y tratamiento de aguas residuales.	El proyecto contara con un drenaje sanitario para todo el Desarrollo Multifamiliar, conectado al drenaje municipal, por lo cual se cumple lo establecido en el presente criterio.
<b>URB-08</b>	En las zonas urbanas y sus reservas del Municipio de Benito Juárez se deberán establecer espacios jardinados que incorporen elementos arbóreos y arbustivos de especies nativas.	El cumplimiento de este criterio corresponde al Municipio de Benito Juárez, sin embargo el proyecto 7 áreas verdes de conservación donde permanecerán y se establecerán ejemplares arbóreos y arbustivos nativos de la zona.
<b>URB-09</b>	Para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en las zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, deben existir parques y espacios recreativos que cuenten con elementos arbóreos y arbustivos y cuya separación no será mayor a km entre dichos parques.	El cumplimiento de este criterio corresponde al Municipio de Benito Juárez, sin embargo el proyecto contempla varias áreas verdes las cuales podrán fungir como espacios de recreación para el esparcimiento de los ciudadanos, así como la filtración de agua al subsuelo, y mitigar la temperatura y la sensación térmica, ya que estas abarcan un 24% de la superficie total del predio.
<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.	Dentro del predio no se localizaron cenotes ni algún cuerpo de agua.
<b>URB-11</b>	Para el ahorro del recurso	El proyecto contempla acciones

	agua, las nuevas construcciones deberán implementar tecnologías que aseguren el ahorro y uso eficiente del agua.	de ahorro de agua, las cuales se presentaron adjuntas al ETJ.
<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 pretende la instalación de plantas de tratamiento, las aguas residuales serán conducidas al drenaje municipal, quien posteriormente aplicara el tratamiento adecuado de las mismas.
<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 drenaje pluvial separado de las aguas residuales, por lo que será posible favorecer de manera eventual la captación de agua pluvial, por lo tanto antes de la infiltración del agua al subsuelo se instalaran trampas de grasas y aceites así como un trampa de residuos sólidos, para poder cumplir con lo indicado en el presente criterio. El mantenimiento de estas trampas correrá a cargo de Promovente mientras se venden todas las casas y posteriormente será pasado al grupo vecinal que se deberá conformar para el mantenimiento de todo el Desarrollo Multifamiliar.
<b>URB-14</b>	Los crematorios deberán realizar un monitoreo y control de emisiones a la atmósfera.	El proyecto corresponde a la implementación de un Desarrollo Multifamiliar, por lo cual no aplica 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 corresponde a la implementación de un Desarrollo Multifamiliar, por lo cual no aplica el presente criterio.

<p><b>URB-16</b></p>	<p>Los proyectos en la franja costera dentro de las UGA urbanas deberán tomar en cuenta la existencia de las bocas de tormenta que de manera temporal desaguan las zonas sujetas a inundación durante la ocurrencia de lluvias extraordinarias o eventos ciclónicos. Por ser tales sitios 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 metros conduzcan y permitan el libre flujo que de manera natural se establezca para el desagüe.</p>	<p>El predio no se encuentra ubicado sobre la franja litoral o costera, por lo cual no aplica ya que no hay dunas costeras en el predio.</p>
<p><b>URB-17</b></p>	<p>Serán susceptibles de aprovechamiento los recursos biológicos forestales, tales como semilla, que generen los árboles urbanos, con fines de propagación por parte de particulares, mediante la autorización de colecta de recursos biológicos forestales.</p>	<p>El proyecto no contempla actividades de aprovechamiento de los recursos biológicos del predio.</p>
<p><b>CRITERIO</b></p>	<p><b>Recurso Suelo y subsuelo</b></p>	
<p><b>URB-19</b></p>	<p>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</p>	<p>El proyecto corresponde a la implementación de un Desarrollo Multifamiliar, por lo cual no aplica el presente criterio ya que no se realizaran bancos de material.</p>

	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.	
<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.	Dentro del predio no se localizaron cenotes ni algún cuerpo de agua
<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 que la sustituya.	El proyecto corresponde a la implementación de un Desarrollo Multifamiliar, por lo cual no aplica el presente criterio.
<b>URB-22</b>	Para evitar la contaminación del suelo y subsuelo, en las actividades de extracción y explotación de materiales pétreos deberán realizarse actividades 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 corresponde a la implementación de un Desarrollo Multifamiliar, por lo cual no aplica el presente criterio ya que no se realizarán actividades de extracción y explotación de materiales pétreos. Durante la etapa de nivelación del terreno se implementará un programa de manejo de residuos sólidos y líquidos.
<b>URB-23</b>	Para reincorporar las superficies afectadas por extracción de materiales	No aplica al proyecto.

	pétreos a las actividades económicas del municipio, deberá realizarse la rehabilitación de dichas superficies en congruencia con los usos que provean los instrumentos de planeación vigentes para la zona.	
<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.	<p>Para la etapa de Cambio de uso de suelo que corresponde a la remoción de la vegetación el proyecto no generara residuos de Manejo Especial y la producción de residuos Sólidos Urbanos será muy baja, sin embargo el proyecto tiene contemplado un programa de manejo de residuos sólidos, el cual fue adjuntado al ETJ.</p> <p>Para las etapas de construcción y operación una vez que se conozca la producción real de residuos durante los trabajos, se realizara un acercamiento con las autoridades competentes para que se indiquen si al proyecto le aplica alguno de los Programas que indica el presente criterio, sin embargo es indispensable aclarar que el Programa de Manejo de Residuos Sólidos del proyecto se aplicara en todas las Etapas del mismo, con lo cual se da por cumplido lo indicado en el presente criterio.</p>
<b>URB-25</b>	Para el caso de conjuntos habitacionales, el fraccionador deberá construir a su cargo y entregar al Ayuntamiento por cada 1000 viviendas previstas en el proyecto de conjunto, parque o parques públicos recreativos con sus correspondientes áreas	<p>El proyecto contempla 7 áreas verdes, que serán donadas al Municipio acumulando una superficie de 5.603 has, cumpliendo con lo indicado en el criterio.</p> <p>Así mismo 6 de estas áreas verdes se convertirán en Parques que contarán con áreas jardinadas</p>

	<p>jardinadas y arboladas con una superficie mínima de 5,000 metros cuadrados, mismos que podrán ser relacionados a las áreas de donación establecidas en la legislación vigente en la materia. Tratándose de fracciones en el número de viviendas previstas en el conjunto, las obras de equipamiento urbano serán proporcionales, pudiéndose construir incluso en predios distintos al conjunto.</p>	<p>y arboladas, mientras que el área verde principal quedara como área de conservación y su aprovechamiento posterior quedara a cargo del municipio.</p>
<b>URB-26</b>	<p>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 conjuntos deben incorporar áreas verdes que contribuyan al Sistema Municipal de Parques, de conformidad con la normatividad vigente en la materia.</p>	<p>El proyecto contempla varias áreas verdes las cuales fungirán como espacios de recreación para el esparcimiento de los ciudadanos, como zonas de filtración de agua al subsuelo, mitigar la temperatura y la sensación térmica, como barreras contra ruido, ya que estas abarcan un 24% de la superficie total del predio. Aunada a esta superficie se contemplan los camellones, los estacionamientos con adopasto, las áreas jardinadas y los patios traseros de las casas, las cuales también permitirán la filtración del agua al subsuelo.</p>
<b>URB-27</b>	<p>La superficie ocupada por equipamiento en las áreas verdes no deberá exceder de un 30 % del total de la superficie cada una de ellas.</p>	<p>Se dará cumplimiento a lo indicado durante la adecuación de los parques con el objetivo de no rebasar este porcentaje.</p>
<b>URB-28</b>	<p>Para evitar las afectaciones por inundaciones, se prohíbe el establecimiento de conjuntos habitacionales así como de infraestructura</p>	<p>En el predio del proyecto no se localizaron sascaberías, y la topografía del terreno es prácticamente plana por lo cual no se presentaran inundaciones.</p>

	urbana dentro del espacio excavado de las sascaberas de 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)	
<b>URB-29</b>	En la construcción de conjuntos 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.	Se dará cumplimiento con lo establecido en el presente criterio.
<b>CRITERIO</b>	<b>Recurso Flora y Fauna</b>	
<b>URB-30</b>	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.	El proyecto no presenta zonas inundables.
<b>URB-31</b>	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.	Todos los ejemplares producto del rescate de flora y fauna serán reubicados dentro de las áreas de conservación del proyecto.



<p><b>URB-32</b></p>	<p>Deberá preverse un mínimo de 50 % de la superficie de los espacios públicos jardinados para que tengan vegetación natural en 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.</p>	<p>En las áreas verdes y el parque urbano del predio se mantendrán en pie todos los ejemplares arbóreos con diámetros mayores a 15 cm. Así mismo el áreas verde principal del proyecto y la más grande quedara en su estado natural, ya que no se removerá vegetación de ningún tipo en esta zona</p>
<p><b>URB-33</b></p>	<p>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 dotadas de infraestructura de parque público.</p>	<p>El proyecto corresponde a la implementación de un Desarrollo Multifamiliar, por lo cual no aplica el presente criterio ya que no se realizaran actividades industriales.</p>
<p><b>URB-34</b></p>	<p>En los programas de rescate de fauna silvestre que deben elaborarse y ejecutarse con motivo de la eliminación de la cobertura vegetal de un predio, se deberá incluir el sitio de reubicación de los ejemplares, aprobado por la autoridad ambiental competente.</p>	<p>Se presenta adjunto al presente documento el programa de rescate de fauna, en cuanto al área de reubicación se pondrá a consideración de la autoridad municipal de ecología una vez que el proyecto esté autorizado. Sin embargo el proyecto mantiene el 24 % del predio como áreas de conservación por lo cual la reubicación se podrá realizar en estas zonas.</p>
<p><b>URB-35</b></p>	<p>No se permite introducir o liberar fauna exótica en parques y/o áreas de reservas urbanas.</p>	<p>No se introducirá fauna exótica en ninguna etapa del proyecto.</p>
<p><b>URB-36</b></p>	<p>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</p>	<p>En el predio no hay ecosistemas de manglar, el predio se encuentra cubierto por acahual.</p>

	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 con previamente con un plan de manejo autorizado por la autoridad ambiental competente.	
<b>URB-37</b>		
<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 establecimiento.	Los estacionamientos del proyecto no contemplan áreas verdes.
<b>URB-39</b>	Los predios colindantes con los humedales deberán tener áreas con vegetación preferentemente nativa, que permita el tránsito de la fauna hacia otros manchones de vegetación. Los predios colindantes al sur del área natural protegida Manglares de Nichupte, deberán mantener su cubierta vegetal a fin de favorecer el tránsito de la fauna.	El predio no colinda con humedales ni con el Área protegida Manglares de Nichupte.
<b>URB-40</b>	En las previsiones de crecimiento de las áreas urbanas colindantes con las ANP's se deberá mantener corredores biológicos que salvaguarden la conectividad entre los ecosistemas existentes.	El proyecto no colinda con ninguna ANP's.
<b>URB-41</b>	Los proyectos urbanos deberán reforestar camellones y áreas verdes colindantes a las ANP's y parques municipales deberán	El proyecto no colinda con ninguna ANP's ni parque urbano, por lo cual no aplica el criterio, sin embargo en la reforestación del proyecto se utilizarán plantas

	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 sp.</i> , entre otros.	nativas.
<b>CRITERIO</b>	<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.	Se acatará lo indicado y en las áreas verdes y de conservación del predio se instalarán letreros indicativos referentes a o tirar basura, no contaminar, no defecar, así mismo es importante que el proyecto corresponde a un Desarrollo Multifamiliar y cada casa contará con baños propios. Durante el desplante y construcción se instalarán mallas que eviten que el personal tenga acceso a las áreas de conservación, se instalarán letrinas portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores y se colocarán letreros y señalamiento para no contaminar acompañados de contenedores de basura.
<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 predio no se encuentra ubicado sobre la franja litoral, por lo cual no aplica ya que no hay zonas federales en el predio ni en sus colindancias.
<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 cumplirá con lo indicado, ya que en las áreas verdes se reforestará con especies nativas.

	se usarán de manera prioritaria especies nativas acordes a cada ambiente.	
<b>URB-46</b>	El establecimiento de actividades de la industria concretaera y similares debe ubicarse a una distancia mínima de 500 metros del asentamiento humano más próximo y debe contar con barreras naturales perimetrales para evitar la dispersión de polvos.	El proyecto corresponde a la implementación de un Desarrollo Multifamiliar, por lo cual no aplica el presente criterio ya que no se realizaran actividades industriales.
<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 Navegantes, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.	El predio no se encuentra ubicado sobre la franja litoral, por lo cual no aplica ya que no hay zonas federales en el predio ni en sus colindancias.
<b>URB-48</b>	En las áreas de aprovechamiento proyectadas se debe mantener en pie 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 cumplirá con lo indicado ya que en las áreas verdes del proyecto se mantendrán en pie la vegetación arbórea original.
<b>URB-49</b>	Los proyectos que pretendan realizarse en terrenos que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que	El predio no se encuentra ubicado sobre la franja litoral, por lo cual no aplica ya que no hay playas en el predio ni en sus colindancias.

	<p>minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el periodo de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías.</p>	
<b>URB-50</b>	<p>Las especies recomendadas para la reforestación de dunas son: Plantas rastreras: <i>Ipomea pes-caprae</i>, <i>Sesuvium portulacastrum</i>; herbáceas: <i>Ageratum litorale</i>, <i>Erythalis fructosa</i>; y arbustos: <i>Tournefortia gnaphalodes</i>, <i>Suriana marítima</i> y <i>Coccoloba uvifera</i>; y plamas: <i>Thrinax radiata</i>, <i>Coccothrinax readii</i>.</p>	<p>El predio no se encuentra ubicado sobre la franja litoral, por lo cual no aplica ya que no hay dunas costeras en el predio.</p>
<b>URB-51</b>	<p>La selección de sitios para la rehabilitación de dunas y la creación infraestructura de retención de arena deberá tomar en cuenta los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Que haya evidencia de la existencia de dunas en los últimos cincuenta años.</li> <li>• Que los vientos prevaletentes soplen en dirección a las dunas.</li> <li>• 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.</li> <li>• Las cercas de retención deberán ser</li> </ul>	<p>El predio no se encuentra ubicado sobre la franja litoral, por lo cual no aplica ya que no hay dunas costeras en el predio.</p>

	<p>biodegradables, con una altura aproximada de 1.2 m y con 50 % de porosidad y ubicadas en paralelo a la costa.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Las dunas rehabilitadas deberán ser reforestadas.</li> </ul>	
<p><b>URB-52</b></p>	<p>En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de inundación.</li> <li>Favorecer y propiciar la regeneración de natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.</li> <li>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.</li> <li>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</li> </ul>	<p>El predio no se encuentra ubicado sobre la franja litoral, por lo cual no aplica ya que no hay playas en el predio ni en sus colindancias.</p>

	<p>detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 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:<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></li><li>• 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. Solo pueden</li></ul>	
--	--	--

	<p>circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y sus crías.</p>	
<b>URB-53</b>	<p>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.</p>	<p>El predio no se encuentra ubicado sobre la franja litoral, por lo cual no aplica ya que no hay dunas costeras en el predio.</p>
<b>URB-54</b>	<p>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</p>	<p>El predio no se encuentra ubicado sobre la franja litoral, por lo cual no aplica ya que no hay dunas costeras en el predio.</p>
<b>URB-55</b>	<p>La construcción de infraestructura permanente o temporal debe quedar fuera de las dunas pioneras (embrionarias).</p>	<p>El predio no se encuentra ubicado sobre la franja litoral, por lo cual no aplica ya que no haya dunas costeras en el predio.</p>
<b>URB-56</b>	<p>En las dunas primarias podrá haber construcciones con 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</p>	<p>El predio no se encuentra ubicado sobre la franja litoral, por lo cual no aplica ya que no haya dunas costeras en el predio.</p>



	<p>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 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.</p>	
<b>URB-57</b>	<p>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.</p>	<p>El proyecto corresponde a la implementación de un Desarrollo Multifamiliar, por lo cual no aplica el criterio ya que no se realizara ninguna restauración de playas.</p>
<b>URB-58</b>	<p>Se prohíbe la extracción de arena en predios ubicados sobre la franja litoral del municipio con cobertura de matorral costero.</p>	<p>El predio no se encuentra ubicado sobre la franja litoral, por lo cual no aplica.</p>
<b>URB-59</b>	<p>En las áreas verdes los residuos vegetales producto de las podas y deshierbes deberán incorporarse al suelo después de su composteo. Para mejorar la calidad del suelo y de la vegetación.</p>	<p>Dentro de las áreas verdes del proyecto se llevara a cabo el composteo de los residuos vegetales, por lo cual se dará cumplimiento a lo indicado.</p>

## 15.2. Modificación al Programa de Desarrollo Urbano de Cancún 2014-2030 (MPDUC) publicado en el Periódico Oficial el 16 de Octubre de 2014.

Conforme a la Modificación del Programa de Desarrollo Urbano de Cancún 2014-2030, el tipo de suelo que le corresponde al predio es el uso **H/120 con una densidad de 120 casa por hectárea**, lo cual se ratifica con la Constancia de Uso de suelo expedida por el Municipio de Benito Juárez mediante oficio SMEYDU/2132-2/2014.

La MPDUC indica que el **Uso H Habitacional**: permite la vivienda unifamiliar y plurifamiliar y se propone a conservar las características habitacionales de los barrios, sin usos que puedan alterar su vocación predominante original, ni la de colonias y fraccionamiento netamente habitacionales.

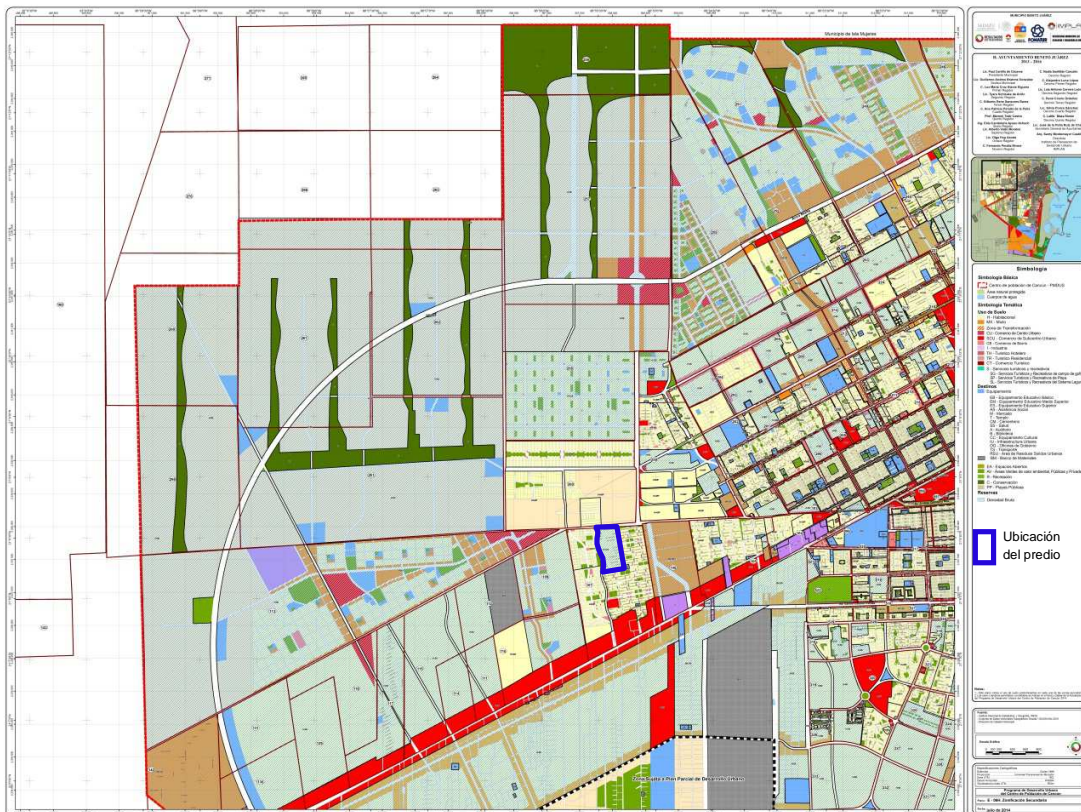


Figura 89. Ubicación del predio dentro de la MPDUC

## VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LO INDICADO EN LA MPDUC.

La MPDUC indica en su artículo 94 lo siguiente:

### **Artículo 94.** Descripción Zona Norponiente

*Polígono de actuación ubicado al Norte de la mancha urbana de la ciudad de Cancún, delimitada al Norte – Noroeste desde vértice que conforman el tramo 1 – 2 al vértice 26 del cuadro de construcción de la misma, al Este con el Área Natural protegida Sistema Lagunar Chacmochuc y Laguna Manatí, al Sureste por el centro de población y polígono de actuación Corredor Cancún – Mérida.*

**Tope Máximo.-** Densidad Bruta: 120 Vv/Ha Porcentaje de Donación 25%

### **VINCULACIÓN:**

En cuanto al número de viviendas el proyecto pretende establecer 2519 viviendas en todo el predio, distribuidas en cada lo conforme a lo que se indica en la siguiente tabla:

Tabla 62. Viviendas por lote		
Tipo de vivienda	Lotes	No. Viviendas
Vivienda vertical	Mz. 52, Lt. 1	64
Vivienda horizontal	Mz. 52, Lt. 2	40
Vivienda horizontal	Mz. 52, Lt. 3	43
Vivienda horizontal	Mz. 52, Lt. 4	49
Vivienda horizontal	Mz. 52, Lt. 5	53
Vivienda horizontal	Mz. 52, Lt. 6	56
Vivienda horizontal	Mz. 52, Lt. 7	55
Vivienda horizontal	Mz. 52, Lt. 8	51
Vivienda horizontal	Mz. 52, Lt. 9	46
Vivienda horizontal	Mz. 52, Lt. 10	41
Vivienda horizontal	Mz. 52, Lt. 11	40
Vivienda horizontal	Mz. 52, Lt. 12	41
Vivienda horizontal	Mz. 52, Lt. 13	46
Vivienda horizontal	Mz. 52, Lt. 14	54
Vivienda vertical	Mz. 52, Lt. 15	96
Vivienda vertical	Mz. 52, Lt. 16	96
Vivienda vertical	Mz. 51, Lt. 1	32
Vivienda vertical	Mz. 51, Lt. 2	64
Lote comercial	Mz. 51, Lt. 3	0
Donación	Mz. 51, Lt. 4	0
Lote comercial	Mz. 51, Lt. 5	0

Tabla 62. Viviendas por lote		
Tipo de vivienda	Lotes	No. Viviendas
Vivienda vertical	Mz. 51, Lt. 6	64
Vivienda vertical	Mz. 51, Lt. 7	96
Vivienda vertical	Mz. 51, Lt. 8	96
Vivienda vertical	Mz. 51, Lt. 9	96
Vivienda vertical	Mz. 51, Lt. 10	96
Vivienda vertical	Mz. 51, Lt. 11	96
Vivienda vertical	Mz. 51, Lt. 12	64
Lote comercial	Mz. 51, Lt. 13	0
Vivienda vertical	Mz. 51, Lt. 14	64
Lote comercial	Mz. 51, Lt. 15	0
Lote comercial	Mz. 51, Lt. 16	0
Vivienda vertical	Mz. 51, Lt. 17	96
Vivienda vertical	Mz. 51, Lt. 18	96
Vivienda vertical	Mz. 51, Lt. 19	96
Vivienda vertical	Mz. 51, Lt. 20	96
Vivienda vertical	Mz. 51, Lt. 21	96
Vivienda vertical	Mz. 51, Lt. 22	96
Vivienda vertical	Mz. 51, Lt. 23	96
Vivienda vertical	Mz. 51, Lt. 24	96
Vivienda vertical	Mz. 51, Lt. 25	80
Vivienda vertical	Mz. 51, Lt. 26	32
Lote comercial	Mz. 51, Lt. 27	0
<b>Total</b>		<b>2519</b>

Por lo cual se cumple con el número de viviendas permitidas ya que el máximo de viviendas que se podrían desarrollar en el predio sería de 2804 viviendas.

Con respecto al 25% de área de donación, el proyecto cumple con lo indicado ya destinara un 33% como área de donación al Municipio de Benito Juárez, con base en lo indicado en la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo que indica:

**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....*

**Artículo 63.-** *Será obligatorio para el fraccionador, antes de poder principiar las obras de urbanización, comparecer juntamente con los representantes legales de la Secretaría Estatal de obras Públicas y Desarrollo Urbano y del o los Ayuntamientos ante Notario Público, a otorgar las escrituras en las cuales se establezca:*

**II.** *El perfeccionamiento de la donación gratuita de las vías públicas y superficie destinadas a servicios públicos, de conformidad a lo establecido en el Artículo 60, especificando el uso que el ayuntamiento aplicará a los terrenos donados y consignando el carácter de inalienabilidad e imprescriptibilidad de dichos bienes.*

Con base en lo anterior el predio destinara como áreas de donación las 5.6 has de conservación más las 2.1 has de la vialidad principal, con lo cual se acumula una superficie de **7.7 has que corresponde al 33% del total del predio.**

La MPDUC indica en su artículo 15 lo siguiente:

**Artículo 15. Disposiciones generales.-**

*La ocupación del espacio debe atender lo que establece la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo y las restantes disposiciones legales con atribuciones en la materia.*

...

*En el caso de densidades brutas y/o mixtas, aplicarán los usos establecidos en los capítulos cuarto y quinto de zonas habitacionales y comerciales, con excepción de los conjuntos habitacionales. Adicionalmente podrá aplicar las normas establecidas en el capítulo décimo tercero, sección segunda en las normas excepcionales, a fin de generar usos mixtos y garantizar la continuidad de la estrategia de los corredores urbanos y la consolidación de las centralidades....*

En el Capítulo Cuarto de Zonas habitacionales se presenta la tabla B donde se indican las modalidades de densidad en Ciudad, misma que se presenta a continuación:

**Tabla B.-** Modalidades de Densidad en Ciudad

Clave	Densidad (Viv/Ha)	Clave	Densidad (Viv/Ha)
<b>A</b>	15	<b>I</b>	90
<b>B</b>	20	<b>J</b>	95
<b>C</b>	40	<b>K</b>	100
<b>D</b>	50	<b>L</b>	120
<b>E</b>	60	<b>M</b>	125
<b>F</b>	65	<b>N</b>	160
<b>G</b>	75	<b>O</b>	165
<b>H</b>	80	<b>P</b>	170

Fuente: Elaboración propia.

En la segunda sección del capítulo cuarto se indica lo referente a las zonas **Habitacional Multifamiliar**, donde se fijan los siguientes tipos de habitación multifamiliar, de acuerdo a la superficie del terreno según se expresa en la siguiente tabla D:

Tabla D.- Clasificación de Usos Habitacionales Multifamiliares y parámetros de intensidad de construcción.

Zona	Rangos Superficie		Densidad Neta	Restricciones Mínimas (m)			Máximo de Niveles	Rango		COS	Clave				
				Frente Lote	Frente	Fondo		Laterales	CUS						
									Mínimo			Máximo			
Densidad Baja	Mínimo: 600		C	20	5	5	1/3 de altura ó 3m mínimo de un lado	4	0.6	1.2	30%	H1M			
	Máximo: 800														
	Mínimo: 5,000		I	50							4	0.6	1.5	50%	H1M2
	Máximo:														
Densidad Media	Mínimo: 2,000		G	40							4	0.6	1.5	50%	H1M3
	Máximo:														
	Mínimo: 450		D	15							4	0.8	1.6	40%	H2M1
	Máximo: 600														
Densidad Alta	Mínimo: 600		G	15							4*	0.8	*1.6	60%	H2M2
	Máximo: 3,500														
	Mínimo: 375		F	12.5							4	1	2	50%	H3M1
	Máximo: 800														
	Mínimo: 800		J	12.5				4	1	2	65%	H3M2			
	Máximo:														
Densidad alta popular	Mínimo: 600		L	12.5				4	1	2	65%	H3M3			
	Máximo:														
	Mínimo: 400		N	12.5				8	1	2	50%	H3M4			
	Máximo: >400														
Densidad alta popular	Mínimo: 280		M	16		3		4	1	2	70%	H4MP			
	Máximo:														

Fuente: elaboración propia

## VINCULACIÓN:

Con respecto a lo indicado anteriormente el Proyecto "LOTES 1-08 Y 1-09, MZ. 23, SM.107", corresponde a un desarrollo multifamiliar con una densidad bruta de 120 viviendas por hectárea, le corresponde la clave "L" de la tabla B, por lo cual con base en la tabla D le aplican los siguientes criterios:

Criterios aplicables al predio	
Rangos de superficie	Mínimo 600 sin estipular un máximo
Frente lote	12.5
Restricción frontal	5
Restricción de fondo	5
Restricción lateral	1/3 de altura o 3m mínimo de un lado
Máximo de niveles	4 niveles y/o 12 m
CUS	Mínimo 1, máximo 2
COS	65%

Rangos de superficie por lote.

El predio comprende 43 lotes distribuidas en dos manzanas, los cuales cumplen con la superficie mínima requerida por lote, conforme a la siguiente tabla:

Tabla 63. Superficies por lote			
Tipo de vivienda	Mz.	Lotes	Superficie del Lotes (m <sup>2</sup> )
Vivienda vertical	52	1	3,561.56
Vivienda horizontal		2	4,226.65
Vivienda horizontal		3	4,605.18
Vivienda horizontal		4	5,227.77
Vivienda horizontal		5	5,653.97
Vivienda horizontal		6	5,832.50
Vivienda horizontal		7	5,770.68
Vivienda horizontal		8	5,466.05
Vivienda horizontal		9	4,919.70
Vivienda horizontal		10	4,439.26
Vivienda horizontal		11	4,270.13
Vivienda horizontal		12	4,399.91
Vivienda horizontal		13	4,908.19
Vivienda horizontal		14	6,290.78
Vivienda vertical		15	5,000.75
Vivienda vertical		16	3,228.07
Vivienda vertical	51	1	2,836.41
Vivienda vertical		2	2,950.62
Lote comercial		3	1,374.72
Donación		4	45,889.69
Lote comercial		5	710.80
Vivienda vertical		6	2,931.64
Vivienda vertical		7	4,470.24
Vivienda vertical		8	4,470.24
Vivienda vertical		9	4,470.24
Vivienda vertical		10	4,470.24
Vivienda vertical		11	4,470.24
Vivienda vertical		12	3,817.35
Lote comercial		13	491.05
Vivienda vertical		14	4,561.38
Lote comercial		15	577.41
Lote comercial		16	301.30
Vivienda vertical		17	4,470.22
Vivienda vertical	18	4,470.22	
Vivienda vertical	19	4,470.22	
Vivienda vertical	20	4,470.22	
Vivienda vertical	21	4,470.22	
Vivienda vertical	22	4,470.22	
Vivienda vertical	23	4,470.22	
Vivienda vertical	24	4,470.22	
Vivienda vertical	25	3,444.44	
Vivienda vertical	26	3,434.07	
Lote comercial	27	753.19	

### Frente de lote.

Los frentes de cada lote cumplen con lo indicada ya lote con la menor longitud frontal presenta 34.24 metros, mientras que la mayor parte de ellos presenta un frete de lote de 45.90 m

### Máximo de niveles

Las casa verticales presentan máximo dos niveles, mientras que las casas verticales presentan 4 pisos de altura máximos, con lo cual se cumple con lo indicado por la MPDUC.



**Figura 90.** Alturas máximas del proyecto, 4 niveles.

### CUS y COS

Para demostrar el cumplimiento del proyecto en cuanto a estos parámetros, se presenta la siguiente tabla donde se muestra el COS y CUS del proyecto así como los permitidos por el PDU, con lo cual se demuestra el cumplimiento de los mismos por cada lote del proyecto.

Tabla 64. Cumplimiento del COS y CUS del proyecto.									
Tipo de vivienda	Mz.	Lotes	Superficie del Lote	COS del proyecto		COS PDU (65%)	CUS del proyecto		CUS PDU
			Metros Cuadrados (m <sup>2</sup> )	Metros Cuadrados (m <sup>2</sup> )	%	Metros Cuadrados (m <sup>2</sup> )	Metros Cuadrados (m <sup>2</sup> )	Valor	Máximo 2
Vivienda vertical	52	1	3,561.56	787.2	22.1	2,315.01	3,148.80	0.88	2
Vivienda horizontal		2	4,226.65	1,540.20	36.4	2,747.32	1,540.20	0.36	2
Vivienda horizontal		3	4,605.18	1,655.71	36.0	2,993.37	1,655.71	0.36	2
Vivienda horizontal		4	5,227.77	1,886.74	36.1	3,398.05	1,886.74	0.36	2
Vivienda horizontal		5	5,653.97	2,040.76	36.1	3,675.08	2,040.76	0.36	2



[ ESTUDIO TÉCNICO JUSTIFICATIVO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN  
TERRENOS FORESTALES ]

PROYECTO  
"LOTES 1-08 Y 1-09, MZ. 23,  
SM.107"

Vivienda horizontal		6	5,832.50	2,156.28	37.0	3,791.13	2,156.28	0.37	2
Vivienda horizontal		7	5,770.68	2,117.77	36.7	3,750.94	2,117.77	0.37	2
Vivienda horizontal		8	5,466.05	1,963.75	35.9	3,552.93	1,963.75	0.36	2
Vivienda horizontal		9	4,919.70	1,771.23	36.0	3,197.81	1,771.23	0.36	2
Vivienda horizontal		10	4,439.26	1,578.70	35.6	2,885.52	1,578.70	0.36	2
Vivienda horizontal		11	4,270.13	1,540.20	36.1	2,775.58	1,540.20	0.36	2
Vivienda horizontal		12	4,399.91	1,578.70	35.9	2,859.94	1,578.70	0.36	2
Vivienda horizontal		13	4,908.19	1,771.23	36.1	3,190.32	1,771.23	0.36	2
Vivienda horizontal		14	6,290.78	2,156.28	34.3	4,089.01	4,312.56	0.69	2
Vivienda vertical		15	5,000.75	1180.8	23.6	3,250.49	4,723.20	0.94	2
Vivienda vertical		16	3,228.07	787.2	24.4	2,098.25	3,148.80	0.98	2
Vivienda vertical	51	1	2,836.41	393.6	13.9	1,843.67	1,574.40	0.56	2
Vivienda vertical		2	2,950.62	787.2	26.7	1,917.90	3,148.80	1.07	2
Lote comercial		3	1,374.72	----	----	----	----	----	----
Donación		4	45,889.69	----	----	----	----	----	----
Lote comercial		5	710.80	----	----	----	----	----	----
Vivienda vertical		6	2,931.64	787.2	26.9	1,905.57	3,148.80	1.07	2
Vivienda vertical		7	4,470.24	1180.8	26.4	2,905.66	4,723.20	1.06	2
Vivienda vertical		8	4,470.24	1180.8	26.4	2,905.66	4,723.20	1.06	2
Vivienda vertical		9	4,470.24	1180.8	26.4	2,905.66	4,723.20	1.06	2
Vivienda vertical		10	4,470.24	1180.8	26.4	2,905.66	4,723.20	1.06	2
Vivienda vertical		11	4,470.24	1180.8	26.4	2,905.66	4,723.20	1.06	2
Vivienda vertical		12	3,817.35	787.2	20.6	2,481.28	3,148.80	0.82	2
Lote comercial		13	491.05	----	----	----	----	----	----
Vivienda vertical		14	4,561.38	787.2	17.3	2,964.90	3,148.80	0.69	2
Lote comercial		15	577.41	----	----	----	----	----	----
Lote comercial		16	301.30	----	----	----	----	----	----
Vivienda vertical		17	4,470.22	1180.8	26.4	2,905.64	4,723.20	1.06	2
Vivienda vertical		18	4,470.22	1180.8	26.4	2,905.64	4,723.20	1.06	2
Vivienda vertical		19	4,470.22	1180.8	26.4	2,905.64	4,723.20	1.06	2
Vivienda vertical		20	4,470.22	1180.8	26.4	2,905.64	4,723.20	1.06	2
Vivienda vertical		21	4,470.22	1180.8	26.4	2,905.64	4,723.20	1.06	2
Vivienda vertical		22	4,470.22	1180.8	26.4	2,905.64	4,723.20	1.06	2
Vivienda vertical		23	4,470.22	1180.8	26.4	2,905.64	4,723.20	1.06	2
Vivienda vertical		24	4,470.22	1180.8	26.4	2,905.64	4,723.20	1.06	2
Vivienda vertical		25	3,444.44	984.05	28.6	2,238.89	3,936.20	1.14	2
Vivienda vertical		26	3,434.07	787.2	22.9	2,232.15	3,148.80	0.92	2
Lote comercial		27	753.19	----	----	----	----	----	----

Se aclara que en los lotes comerciales no se construirá ninguna estructura por parte del proyecto, una vez que sean vendidos, el vendedor se hará cargo de la construcción

### 15.3 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

**ARTÍCULO 5.-** Párrafo IV de la constitución, consagra el derecho a un medio ambiente adecuado, como un derecho colectivo de tercera generación, cuya titularidad radica en cabeza de colectividad, y el cual ha servido de fundamento a la legislación existente para la protección y conservación de los recursos Naturales existentes, así como para el nacimiento de derechos y obligaciones recíprocas de quienes son titulares de derechos de uso y aprovechamiento sobre los mismos.

**VINCULACIÓN:** El proyecto cumple con lo establecido en este artículo ya que se ajusta a la legislación existente para la protección y conservación de los recursos naturales y el titular se apeg a cumplir obligaciones de uso y aprovechamiento sobre los mismos.

**ARTICULO 27.-** La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictaran las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas.

**VINCULACIÓN:** El proyecto se ajusta en todo momento a los Programas de Ordenamiento Ecológicos y demás instrumentos que le aplican, con esto se da cumplimiento a lo dispuesto en este Artículo.

#### **15.4. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE**

**ARTÍCULO 118.-** Los interesados en el cambio de uso de suelo de terrenos forestales, deberán acreditar que otorgaron depósito ante el fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.

**VINCULACIÓN:** Se realizará este pago, apenas lo establezca la SECRETARÍA.

#### **15.5. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE**

**ARTÍCULO 120.-** Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente:

- I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante;
- II. Lugar y fecha;
- III. Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y
- IV. Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar.

Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo...

**VINCULACIÓN:** El presente capítulo es parte integral del Documento Técnico Unificado en materia de cambio de Uso de Suelo en terrenos Forestales, el cual en sus demás capítulos también contienen todo lo citado en el presente artículo, con lo cual se da cumplimiento a lo solicitado en el mismo.

**ARTÍCULO 121.-** Los estudios técnicos justificativos a que hace referencia el artículo 117 de la Ley, deberán contener la información siguiente:

- I. Usos que se pretendan dar al terreno;
- II. Ubicación y superficie del predio o conjunto de predios, así como la delimitación de la porción en que se pretenda realizar el cambio de uso del suelo en los terrenos forestales, a través de planos georeferenciados;
- III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la cuenca hidrológico-forestal en donde se ubique el predio;
- IV. Descripción de las condiciones del predio que incluya los fines a que esté destinado, clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna;
- V. Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo;

- VI. Plazo y forma de ejecución del cambio de uso del suelo;
- VII. Vegetación que deba respetarse o establecerse para proteger las tierras frágiles;
- VIII. Medidas de prevención y mitigación de impactos sobre los recursos forestales, la flora y fauna silvestres, aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del cambio de uso del suelo;
- IX. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto;
- X. Justificación técnica, económica y social que motive la autorización excepcional del cambio de uso del suelo;
- XI. Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el estudio y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución;
- XII. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías;
- XIII. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo;
- XIV. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo, y
- XV. En su caso, los demás requisitos que especifiquen las disposiciones aplicables.

**VINCULACIÓN:** El presente DTU contiene toda la información requerida.

## **15.6. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE, 1996.**

**ARTÍCULO 28.-** La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidas 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 ambiente.

Fracción VII.- Cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.

**Artículo 30.**-Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28° de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá de contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente

**VINCULACIÓN:** El presente documento corresponde a un DTU, en el cual se incluye la evaluación de los impactos ambientales, así como las medidas de prevención y mitigación propuesta.

#### **15.7. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL, 2000.**

**ARTÍCULO 5.-** Quienes pretendan llevar acabo algunas de las siguientes actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaria en materia de impacto ambiental:

O) Cambios de uso se suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.

Q) Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros, construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercios y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecten ecosistemas costeros.

S) Obras en áreas naturales protegidas.

**VINCULACIÓN:** El presente documento corresponde a un DTU, en el cual se incluye la evaluación de los impactos ambientales, así como las medidas de prevención y mitigación propuesta, con lo cual se solicita la autorización correspondiente.

## 15.8. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE

**ARTÍCULO 4.-** Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.

Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables”.

**VINCULACIÓN:** El proyecto no pretende realizar ningún aprovechamiento de la vida silvestre, así como tampoco la afectara ya que se pretende realizar un rescate de flora y fauna antes del desplante del proyecto, lo cual es permitido por el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial.

**ARTÍCULO 18.-** Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.

**VINCULACIÓN:** El proyecto no contempla el aprovechamiento de la vida silvestre, sin embargo si realiza actividades de conservación en el predio.

**ARTÍCULO 27.-** El manejo de ejemplares y poblaciones exóticos sólo se podrá llevar a cabo en condiciones de confinamiento, de acuerdo con un plan de manejo que deberá ser previamente aprobado por la Secretaría y en el que se establecerán las condiciones de seguridad y de contingencia, para evitar los efectos negativos que los ejemplares y poblaciones exóticos pudieran tener para la conservación de los ejemplares y poblaciones nativos de la vida silvestre y su hábitat”.

**VINCULACIÓN:** El proyecto no considera la introducción de ejemplares de flora o fauna exótica.

**ARTÍCULO 60 TER.-** Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos. Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.

De la lectura del primer párrafo del citado precepto legal se advierte que la prohibición de remoción, relleno, trasplante, poda o cualquier otra actividad sólo es aplicable en los casos en los que se afecte:

- La integralidad del flujo hidrológico del manglar;
- La integralidad del ecosistema y su zona de influencia;
- La integralidad de su productividad natural;
- La integralidad de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos;
- La integralidad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;
- La integralidad de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales;
- Se provoquen cambios en las características y servicios ecológicos;

En general se entiende que la prohibición referida se excluirá cuando las conductas de remoción, poda, relleno, trasplante u otras sean desplegadas de forma tal que no se afecte la integralidad de los elementos señalados para la comunidad de manglar en cuestión.

**VINCULACIÓN.-** Con base en lo anterior, es importante mencionar que en la superficie, límites y áreas de desplante no se presentan áreas con manglar.

## 15.9. NORMAS OFICIALES MEXICANAS APLICABLES AL PROYECTO.

Tabla 65. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas.		
Norma oficial	Regulación	Vinculación
<b>Ruido</b>		
NOM-080-SEMARNAT-1994	Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos	Esta norma aplica para los niveles de ruido que se emitirán por la operación de la maquinaria en la etapa de construcción; dichas actividades se realizarán al aire libre y sólo durante el día.

<b>Tabla 65. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas.</b>		
<b>Norma oficial</b>	<b>Regulación</b>	<b>Vinculación</b>
	motorizados en circulación y su método de medición.	Se establecerá a los contratistas que los vehículos y equipo contratado se encuentre en óptimas condiciones a fin de estar dentro de los parámetros que regula la Norma Oficial Mexicana. Se estima que no se realizarán ruidos fuera de los comunes de una obra de esta naturaleza.
NOM-081- SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Se considera que la emisión de ruido en cualquier etapa del proyecto no rebasará los 65 dB. Sin embargo, para evitar impactos o molestias auditivas. Se estableció un horario de trabajo de 8 de la mañana a 6 de la tarde. Toda la maquinaria se verificara que este en buenas condiciones de mantenimiento para que trabaje sin generar exceso de ruido.
<b>Calidad del aire</b>		
NOM-041- SEMARNAT-2005	Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores que utilizan gasolina como combustible	La vinculación de esta norma con el proyecto, se debe a que durante la etapa de construcción, se utilizarán vehículos para transportar los materiales de construcción al sitio del proyecto, así como para el retiro de escombros sobrantes de la obra. El mantenimiento constante de los vehículos a utilizar, garantiza el cumplimiento de la Norma. Se aplicarán medidas como revisiones del mantenimiento periódico de los vehículos empleados en la obra. No se permitirá el ingreso y contratación de equipo y vehículos que no cuenten con



<b>Tabla 65. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas.</b>		
<b>Norma oficial</b>	<b>Regulación</b>	<b>Vinculación</b>
		revisiones periódicas. Se suspenderá el tránsito dentro del predio de los vehículos que emitan humos y partículas al ambiente
NOM-045-SEMARNAT-2005	Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.	Aun cuando en Quintana Roo no existe un programa de control y verificación de contaminantes, se solicitara a la empresa contratada, que la maquinaria y equipo cuente con el mantenimiento necesario para evitar emisiones a la atmósfera.
<b>Recursos Naturales</b>		
NOM-060-SEMARNAT-1994	Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal.	Se realizara el Picado y esparcido de residuos vegetales sobre el suelo para fortalecer su descomposición. Se realizaran acciones de restauración en las áreas sin vegetación.
NOM-061-SEMARNAT-1994	Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestre por el aprovechamiento forestal.	Se implementara un Programas de rescate y reubicación de flora y fauna enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010
NOM-022-SEMARNAT-2003	Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.	En el predio ni en sus colindancias se cuenta con vegetación de tipo manglar ni humedales.

### **Protección de la vida silvestre**

#### ***NOM-059-SEMARNAT-2010.***

Protección ambiental -especies nativas de flora y fauna silvestres de México- categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. –Lista de especies en riesgo De acuerdo al diagnóstico realizado en el área donde se pretende desarrollar el

proyecto, se observó que existen especies incluidas que se enlistan a continuación:

Tabla 66. Especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010		
Especie	Nombre común	Estatus
<i>Thrinax radiata</i>	Palma Chit	Amenazada, endémica

Atendiendo al artículo 48 y específicamente el 58 de la Ley General de Vida Silvestre “Entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como:

b) Amenazadas, aquellas 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.” y el artículo 83 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, establece que “el aprovechamiento de los recursos naturales en áreas que sean el hábitat de especies de flora o fauna silvestres, especialmente de las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, deberá hacerse de manera que no se alteren las condiciones necesarias para la subsistencia, desarrollo y evolución de dichas especies”.

Ambas leyes respaldan la regulación de las especies inscritas en esta lista y por las cuales el proyecto vigilará las actividades en este documento. La palma chit (*Thrinax radiata*), serán rescatadas en su totalidad y reubicadas.

# CAPÍTULO 16

## **16. ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DE SUELO.**

La valoración económica de los recursos naturales es hasta ahora una materia novedosa y sin duda complicada, ya que la asignación de un valor económico o monetario a los elementos naturales del ecosistema es sumamente compleja, no solo por el hecho del valor intrínseco de un elemento natural o el conjunto de estos, que sin duda no tienen precio en sí mismos y el valor ecológico que pueden constituir es único; por tal circunstancia en el caso de los ecosistemas secundarios tropicales la valoración económica se torna aún más complicada ya que si se tratará de recursos forestales (maderables o no maderables), o fauna cinegética, o materiales con un valor económico de mercado, la estimación del costo sería relativamente más sencilla, ya que bastaría con investigar sus precios en el mercado y asociarlo a las cantidades que pueden perderse por el proyecto.

En el caso de los recursos naturales de la zona del proyecto y en particular de las zonas sujeto a cambio de uso de suelo, no existe ningún tipo de comercialización y aparentemente la mayoría de especies animales y vegetales no tienen un valor económico de interés inmediato y directo desde el punto de vista humano; sin embargo con el objeto de poder asignar un precio a este tipo de recursos hay que considerar su valor como un valor indirecto y en el mejor de los casos potencial.

### **16.1. Valoración económica directa**

La conservación productiva de los recursos biológicos requiere de la total persistencia de los ecosistemas, sus componentes y las interacciones entre éstos para que su presencia genere un impacto positivo sobre la sociedad a través de los servicios y productos que éstos generan.

Los valores de uso directo de los bosques se reconocen de manera inmediata a través del consumo del recurso, productos y servicios derivados de éstos.

Los bosques y selvas de México son un claro ejemplo de la riqueza de productos y servicios que pueden obtenerse a partir de la diversidad biológica.

Al respecto, se tiene que en el país existen más de 2 mil especies de plantas susceptibles de aprovecharse comercialmente, entre las que se encuentran las que proveen productos maderables y no maderables, además de las actividades recreativas y turísticas con valor económico que sobre las áreas forestales se pueden llevar a cabo (UAES, 1997).

En el siguiente cuadro se presenta la clasificación de los distintos valores de uso asociados a las áreas forestales.

<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: <ul style="list-style-type: none"> <li>* Materia prima</li> <li>* Alimentos</li> <li>* Biomasa</li> <li>* Cultivo y pastoreo</li> <li>* Colecta de especímenes y material genético</li> <li>* Conversión a otro uso</li> <li>* Hábitat humano</li> </ul>	Ecosistémicas: <ul style="list-style-type: none"> <li>* Autopreservación y evolución del sistema</li> <li>* Ciclaje de nutrientes</li> <li>* Conocimiento e investigación científica actual</li> <li>* Hábitat migratorio</li> <li>* Fijación de nitrógeno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Continuidad del sistema</li> <li>* Obtención de nueva materia prima</li> <li>* Nuevos conocimientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Protección del hábitat</li> <li>* Evitar cambios irreversibles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Conocimiento de la existencia</li> <li>* Protección del hábitat</li> <li>* Evitar cambios irreversibles</li> <li>* Culturales, estéticos y religiosos</li> </ul>
Usos no extractivos: <ul style="list-style-type: none"> <li>* Salud</li> <li>* Recreación - ecoturismo</li> <li>- deporte</li> <li>* Actividades culturales y religiosas</li> <li>* Navegación</li> <li>* Producción audiovisual</li> </ul>	Ambientales: <ul style="list-style-type: none"> <li>* Protección y regeneración de suelos</li> <li>* Captación y purificación de agua</li> <li>* Protección de cuencas</li> <li>* Control de plagas</li> <li>* Control de inundaciones</li> <li>* Protección contra tormentas</li> <li>* Regulación climática</li> <li>* Retención de carbono</li> <li>* Estabilización costera</li> </ul>			

**Figura 91.** Clasificación de valores.

Fuente: De Alba E., Reyes M.E. 1998. Valoración Económica de los Recursos Biológicos del país. En: CONABIO, 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Pp: 212-233

Como se puede observar en el cuadro anterior, los usos relacionados con los recursos forestales son diversos, sin embargo, para muchos de esos usos, su estimación económica no resulta clara. En este sentido el reconocimiento de los diferentes valores económicos de uso indirecto, de opción y de valor de no uso de los bosques, y su utilización para la toma de decisiones, se enfrenta a varias limitantes relacionadas con dificultades de lograr un consenso y la aceptación de las diferentes propuestas de estimación de estos valores, dificultades de comunicar con claridad los resultados obtenidos así como la falta de claridad en cuanto a la importancia de las funciones ecológicas para el bienestar humano.

Por lo anterior, son pocos los estudios que han logrado avances en la valoración económica de los usos de los recursos forestales. En este sentido, partiendo de la información existente y disponible sobre el valor económico de los recursos forestales, se presenta a continuación una estimación económica de los recursos forestales que se verán afectados por el cambio de uso de suelo que se pretende.

### 16.1.1. 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 (De Alba E. *et al.*, 1998).

Pocos son los estudios que se han realizado respecto a la valoración de depósitos de carbono para los ecosistemas de nuestro país; dentro de los más importantes encontramos los estudios realizados por Muñoz, P.C. (1994), quien en su publicación titulada *The Economic Value of Mexican Biodiversity* reportó los valores de depósito de carbono/hectárea para los bosques mexicanos. Entre los resultados aportados en dicha publicación, se tiene que el reportado para el denominado *bosque tropical siempreverde*, mismo que alcanza valores de 3,600 dólares americanos por hectárea y que por sus características es el tipo de ecosistema de mayor afinidad al que se presenta en el sitio donde se pretende realizar el proyecto.

Al respecto, es importante señalar que el presente proyecto se refiere exclusivamente al cambio de uso de suelo en terrenos forestales a través de la remoción de vegetación forestal correspondiente a un Acahual derivado de selva mediana subperennifolia; por lo que considerando el monto de depósito de carbono estimado por Muñoz P.C., (1994), el valor por hectárea para los recursos forestales del predio donde se pretende desarrollar el proyecto corresponde a 3,600 dólares; por lo que si consideramos que el proyecto considera el cambio de uso de suelo en una superficie total de 17.762 has, el valor estimado de dicha afectación equivaldría a 63,943.2 dólares, los cuales a un tipo de cambio aproximado de 13.50 pesos mexicanos representarían un monto de \$863,233.2 pesos.

En este mismo sentido, es de considerarse el costo que trae consigo la liberación de carbono a la atmósfera por medio de la conversión de bosques hacia terrenos agrícolas o pastizales. De acuerdo con los datos presentados por CSERGE (1993) en su publicación "*Economic Value of Carbon Sequestration*", se estima que el cambio de uso del suelo de una hectárea cubierta por bosque tropical siempreverde que se transformará en terreno agrícola o pastizal, generará una pérdida de 3,337 a 3,633 dólares respectivamente.

Tabla 67. Valores de Pérdida por cambio de uso de suelo por hectárea (dóls).		
Ecosistema	Conversión a pastizal	Conversión a terreno agrícola
Templado caducifolio	693	643
Tropical caducifolio	1,887	1,863
Templado coníferas	3,436	3,410
Tropical siempre verde	3,633	3,337

Fuente. CSERGE, 1993.

Los costos para dicho análisis fueron obtenidos mediante modelos experimentales partiendo de parámetros de almacenamiento de carbono (tons C/ha) por hectárea y estimando la liberación del carbono mediante un intervalo de liberación de 30 a 170 tons C/ha por el cambio en el uso del suelo.

Con base en lo anterior, y considerando que se solicita el cambio de uso del suelo en una superficie total de 17.762 has, se procedió a definir los costos de reparación de daños por el aprovechamiento de dicha superficie encontrándose que si se pretendiera transformar el terreno a un área de pastizal que es el valor más alto, se estimaría un costo total de 64,529.3 dls, lo que considerando un tipo de cambio de 13.5 pesos por dólar, equivaldría a un gran total de \$871,146.2 pesos.

Aunado a lo anterior, se asocian los cambios de temperatura que produce la liberación a los impactos físicos que provoca, y a éstos se les asignan valores económicos. La deforestación de bosques y selvas trae consigo efectos negativos para las cuencas hidrológicas, provocando aumentos en la erosión, cambios en los flujos hidrológicos y reducción en la recarga de acuíferos. Los costos de prevención o reparación de los daños causados por su pérdida o alteración, nos ofrecen una aproximación del valor de las funciones ecológicas que los bosques y selvas proporcionan.

El costo por el tratamiento de agua sería de 160 dólares por hectárea, y el costo para evitar la salinización generada por la deforestación se encontraría alrededor de los 50 dólares por hectárea (cit. en UAES, 1997).

Con base en lo indicado en el párrafo anterior, los costos por el tratamiento de agua y el costo para evitar la salinización generada por la deforestación de 17.762 has de la superficie total del predio, es de 3730 dólares (17.762 has X 210 dólares) que a un tipo de cambio aproximado de 13.5 pesos mexicanos correspondería a \$50,355.00 pesos.

### **16.1.2. Valor farmacéutico**

De acuerdo con los datos arrojados por el estudio del subsector forestal y de conservación de los recursos realizado en el año 1995 por el gobierno y el banco mundial, se estima que el valor farmacéutico de los recursos forestales del país podría relacionarse con valores que van desde los 26 y hasta los 4,600 millones de dólares anuales. Dicho estudio parte de la riqueza de especies farmacéuticas relacionadas con el bosque tropical húmedo (Grado de biodiversidad alta).

En el siguiente cuadro se presentan los valores por hectárea así como los valores totales para el bosque húmedo tropical y para todos los bosques del país.

<i>Grado de biodiversidad</i>	<i>Valor para el bosque húmedo tropical</i>		<i>Valor de todos los bosques</i>
	(Dólares / ha / año)	Millones de dólares por año	Millones de dólares por año
Bajo	1	5	26
Medio	6	66	332
Alto	90	875	4 646

**Supuestos:**  
 5 mil especies es el menor número estimado de especies en bosques húmedos tropicales en México, y este valor mínimo se asignó a todos los tipos de bosques.  
 Área forestal: 9.7 millones ha para los bosques húmedos tropicales; 51.5 millones ha para todos los bosques.  
 La probabilidad de identificar una especie de valor es de 0.0005, tasa de regalía .05  
 Límite inferior: tasa de apropiación = 0.1      valor de la droga = \$ 0.39 000 millones/año  
 Límite medio: tasa de apropiación = 0.5      valor de la droga = \$ 1 000 millones/año  
 Límite superior: tasa de apropiación = 1      valor de la droga = \$ 7 000 millones/año

**Tabla 68.** Valores farmacéuticos de cuasi-opción de los bosques mexicanos

Fuente: De Alba E., Reyes M.E. 1998. Valoración Económica de los Recursos Biológicos del país. En: CONABIO, 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Pp:212-233

Partiendo del hecho de que el acahual se presenta con un grado de biodiversidad bajo, se tiene que el valor farmacéutico de la superficie de cambio de uso de suelo corresponde con 1 dólares por hectárea por año (1 dólares x 17.762 has) nos da como resultado 17.8 dólares, lo cual a un tipo de cambio aproximado de 13.5 pesos mexicanos corresponde a \$ 239.8 pesos.

### 16.1.3. Valor de la actividad ecoturística

Los servicios recreacionales se han ido incrementando en los últimos años, representando una parte significativa del valor de uso de los bosques mexicanos.

Se estima que los ingresos anuales obtenidos por ecoturismo en el país podrían alcanzar entre 30 y 34 millones de dólares, esto de acuerdo con diferentes estimaciones realizadas sobre el valor que la población le otorga a la biodiversidad de distintas áreas eco turísticas del país (CSERGE, 1993).

En este sentido y para lograr determinar el valor económico del potencial ecoturístico del área de cambio de uso de suelo, se tomó como referencia el ingreso anual por hectárea que recibe la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an que se ubica en el Estado de Quintana Roo.

En este sentido, 17.762 has de la superficie total del terreno que se proponen para el aprovechamiento mediante el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a través de la remoción total de vegetación forestal correspondiente a Selva baja subcaducifolia, se relacionan con un valor económico con motivo de una supuesta actividad ecoturística de aproximadamente 0.78 dólares anuales por lo si el proyecto tiene una vida útil de 99 años tenemos que serían 70.2 dólares, resultando que si el proyecto afecta 17.762 has (17.762 has X 70.2



dólares)resultaría en 1,246.9 dólares, lo cual a un tipo de cambio aproximado de 13.5 pesos mexicanos equivaldría a \$16,833 pesos.

Turismo	Centro de recreación	Tipo de área	Área (ha)	Visitantes por año (años de referencia)	Precio pagado o disponibilidad a pagar (USD)	Ingreso anual (USD)	Ingreso anual por hectárea
Ecoturistas	El Triunfo (Chiapas)	Reserva de la Biósfera	119 177	150 (1989-1991)	i) 17.15 <sup>1</sup> ii) 75 <sup>2</sup>	i) 2 572.5 ii) 11 250	i) 0.02 ii) 0.09
	Sian ka'an (Quintana Roo)	Reserva de la Biósfera	528 147 <sup>3</sup>	500 (1989-1993)	115 <sup>4</sup>	57 500	0.11
Turistas de destinos múltiples	Izta-Popo (México, Morelos, Puebla)	Parque Nacional	55	12 406	15 <sup>5</sup>	12 406	225
	Lago Arareco (Chihuahua)	Complejo Ecoturístico	20 000	7 500 (1992-1993)	i) 3.336 <sup>6</sup> ii) 4.42 <sup>7</sup>	i) 24 974 ii) 33 150	i) 1.24 ii) 1.65
	Mariposa Monarca (Michoacán)	Reserva Especial	16 110	47 500 (1986-1992)	i) 5 <sup>8</sup> ii) 30 <sup>9</sup>	i) 237 500 ii) 1 425 000	i) 14.7 ii) 88.4
	Barranca del Cobre (Chihuahua)	Declarado Parque Nacional	450 000	55 000 (1992)	i) 3.27 ii) 8.20	i) 179 850 ii) 451 000	i) 0.40 ii) 1.01

Fuente: CSERGE, 1993, Working Paper 15, citado en El Banco Mundial, *Mexico Resource Conservation and Forest Sector Review* (Washington D.C.: The World Bank, 1995). i) Corresponde al precio real pagado; ii) Corresponde al precio disponible a pagar.

<sup>1</sup> Promedio individual estimado de gasto por servicios de transportación, comida y servicios de guía en un *tour*.

<sup>2</sup> Posible donación individual basada en el promedio del excedente del consumidor de \$470, calculado con un análisis de costo de viaje (Touval 1992).

<sup>3</sup> Este número se refiere únicamente a los visitantes de la reserva tomando el *tour* de un día en bote. El número total de visitantes es probablemente más alto, pero muchos de los visitantes entran a Sian Ka'an a través de muchas entradas que no están controladas (Bezauri 1993).

<sup>4</sup> El precio de un día de *tour* en bote en la reserva.

<sup>5</sup> Los números mayores se refieren solamente a los visitantes que pasan la noche, los cuales pagan una cuota de entrada menor a un dólar.

<sup>6</sup> Cuota de entrada individual.

<sup>7</sup> Cuota de entrada más el promedio ponderado de otros servicios adquiridos por los visitantes (alquiler de botes, bicicletas de montaña, caballos, espacio para acampar).

<sup>8</sup> Admisión al santuario (adultos).

<sup>9</sup> Precio promedio de un *tour* desde la ciudad de México (transportación, boleto de admisión).

**Tabla 69.** Ecoturismo actual y su potencial en seis tipos de bosques

Fuente: De Alba E., Reyes M.E. 1998. Valoración Económica de los Recursos Biológicos del país. En: CONABIO, 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Pp:212-233

#### 16.1.4. Valor económico de los recursos forestales del predio por su propia existencia

De acuerdo con De Alba *et al.*, (1998), 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 el cuadro siguiente se presenta evidencia del valor de existencia en distintas áreas de importancia para la conservación de México; el valor obtenido se relaciona con donaciones y compras de deuda con fines conservacionistas.

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

**Tabla 70** Evidencias de valores de existencia en México

*Fuente: De Alba E., Reyes M.E. 1998. Valoración Económica de los Recursos Biológicos del país. En: CONABIO, 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Pp:212-233*

Considerando el supuesto anterior, y bajo la primicia de que se pudieran obtener 10 dls/ha a través de terceros para lograr la conservación de las áreas naturales que se proponen para el cambio de uso de suelo que origina el presente estudio, se tiene que el valor para mantener la integridad de las mismas corresponde a 177.6 dólares (17.762 has x 10 dólares), lo cual a un tipo de cambio aproximado de 13.5 pesos mexicanos, correspondería a \$ 2,397.9 pesos.

#### 16.1.5. Valor económico de las materias primas forestales

Según los datos generados por la SEMARNAT mediante el Programa forestal y de suelo entre los años 1995 y 2000, el bosque templado mexicano cuenta con al menos 613 especies de plantas utilizables, que con el conocimiento y la tecnología actual podrían generar 1.17 millones de toneladas de biomasa con un valor en el mercado de 528 millones de dólares. El bosque tropical, con al menos 574 especies de plantas, podría generar 1.6 millones de toneladas de materia vegetal con un valor en el mercado de 729 millones de dólares.

Para la estimación de la valoración económica directa de los recursos forestales maderables existentes al interior del área de afectación, se tomaron en cuenta todos los individuos arbóreos y arbustivos con diámetro normal mayor a 10 cm, cuyos parámetros dasométricos fueron recabados durante el inventario forestal realizado en el predio, tales como el diámetro normal a la altura del pecho, así como la altura total y comercial (fuste limpio) de cada individuo, considerando los siguientes criterios de comercialización por categoría diamétrica, específicamente para la superficie solicitada para cambio de uso de suelo:

Tabla 71. Valor económico de las materias primas forestales en el área de desplante						
Recursos	Producto o subproducto	Especie	Unidad	VTA o individuos	Costos unitarios \$	Monto Total (\$)
Acahual derivado de selva mediana subperennifolia	Palizada	Amatillo	m3	15.25	1400	21347.993
		Capulincillo		10.69	1400	14969.380
		Ceiba		7.41	1400	10377.353
		Ceiba espinosa		43.20	1400	60477.439
		Chaca		3.02	1400	4230.677
		Chechem		20.83	1400	29159.187
		Chit		2.21	1400	3092.002
		Ekulub		5.72	1400	8008.052
		Ficus Maxima		22.97	1400	32163.242
		Guarumbo		32.16	1400	45023.689
		Huano		15.74	1400	22040.368
		Jabin		73.93	1400	103503.052
		Naranjache		4.54	1400	6360.965
		Negrilo		13.13	1400	18377.490
		Sacchaca		8.98	1400	12574.307
		Tzalam		3.11	1400	4355.049
		Xuul		6.20	1400	8676.131
		Yaxnic		66.67	1400	93344.185
		Zapote		71.08	1400	99516.560
		Zapotillo		2.18	1400	3057.968
		Total		429.04	1400	600655.087

Con base en lo anterior se calculó que el valor que se puede obtener como materias primas forestales un monto de \$600,655.087 pesos M.N.

#### 16.1.6. Valor económico de las especies de fauna silvestre

De las referencias localizadas sobre la valoración de vertebrados silvestres en México, la mejor corresponde el estudio "Importancia Económica de los Vertebrados Silvestres de México" (Pérez-Gil Salcido R. *et al.*, 1996). En él se hace una revisión minuciosa sobre la existencia de vertebrados silvestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) así como de su uso y valor económico asociado; no obstante dicho estudio no llega a datos específicos sobre el valor económico de los vertebrados silvestres para sus diversos usos.

En el cuadro siguiente se presenta una valoración de los vertebrados silvestres con base en sus distintos usos. No obstante, cabe hacer mención que para muy pocas especies está regulado su uso o aprovechamiento, de tal forma que muchas de las actividades relacionadas con la utilización de las mismas se realizan fuera de las normas establecidas por la legislación mexicana, incluyendo la cacería, la extracción comercial de especímenes vivos y las colectas científicas y de aficionados.

Cuadro 7.10. Valores de los vertebrados silvestres (adaptado de Pérez-Gil S., R. et al., 1996)				
directo	Valor de uso indirecto	de opción	de herencia	de existencia
Productos de consumo o servicios directos	Beneficios funcionales	Uso directo o indirecto futuro	Valor de legar valores a los descendientes	Valores éticos
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Usos extractivos:</li> <li>* Cacería</li> <li>- de subsistencia</li> <li>- deportiva y comercial</li> <li>- legales o furtivas</li> <li>* Materia prima</li> <li>- industrial</li> <li>- artesanal</li> <li>- taxidermia</li> <li>* Alimentos</li> <li>* Colecta y captura de especímenes y material genético</li> <li>- mamíferos</li> <li>- aves de ornato y cantoras</li> <li>- huevos</li> <li>- otras</li> <li>* Medicinales</li> <li>* Religiosos</li> <li>* Criaderos</li> <li>* Mascotas</li> <li>Usos no extractivos:</li> <li>* Recreación</li> <li>- ecoturismo</li> <li>- exhibiciones</li> <li>* Actividades culturales y religiosas</li> <li>* Producción audiovisual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Ecosistémicas:</li> <li>* Autopreservación y evolución de las especies</li> <li>* Ciclo de nutrientes</li> <li>* Conocimiento e investigación científica actual</li> <li>* Elementos indicadores del estado del ecosistema</li> <li>* Banco genético</li> <li>Ambientales:</li> <li>* Control de plagas</li> <li>* Daños por especies nocivas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Continuidad de la especie</li> <li>* Obtención de nueva materia prima</li> <li>* Nuevos conocimientos</li> <li>* Bancos de semen</li> <li>* Recurso de emergencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Protección del hábitat</li> <li>* Evitar cambios irreversibles</li> <li>* Herencia cultural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Conocimiento de la existencia</li> <li>* Protección del hábitat</li> <li>* Evitar cambios irreversibles</li> <li>* Culturales, éticos y religiosos</li> </ul>

**Tabla 72..** Valores de los vertebrados silvestres

Fuente: De Alba E., Reyes M.E. 1998. *Valoración Económica de los Recursos Biológicos del país.* En: CONABIO, 1998. *La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Pp:212-233*

Por otra parte, y a pesar de conocer el valor económico de algunas especies de vertebrados silvestres, el promovente no pretende realizar aprovechamiento alguno (extractivo y/o no extractivo) de ninguna especie faunística, ya que para ello se tendría que contar con una Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) previamente autorizada por la SEMARNAT. En virtud de lo expuesto, es de señalarse también que el predio no será desmontado en su totalidad, por lo que se conservarán áreas cubiertas con vegetación natural que seguirán brindando hábitat a las especies tolerantes.

## 16.2. Valoración económica indirecta

La valoración indirecta se refiere a los beneficios que recibe la sociedad a través de los servicios ambientales de los ecosistemas. Algunos ejemplos son los servicios proporcionados por los bosques y selvas, 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. Para la estimación económica indirecta de los recursos biológicos, se tomó como base los valores que presenta la CONAFOR (Comisión Nacional Forestal) en sus reglas de operación del programa

PRONAFOR 2014, en relación al concepto de pago por servicios ambientales en el concepto de apoyo más alto Área 4.

En el cuadro que se presenta a continuación se observa la estimación económica indirecta (servicios ambientales) del costo de los recursos biológicos derivados por el cambio de uso de suelo.

Concepto	Costo unitario	Unidad	Superficie de afectación (ha)	Costo total del recurso biológico
Servicios ambientales: Hidrológicos	\$550	Hectárea	17.762	\$ 9769.1

Sin embargo como el tiempo de vida del proyecto será de 99 años, a continuación se estima el monto de los servicios ambientales que se generaría en ese lapso de tiempo, por lo cual tenemos que en 1 año se pararían \$9,769.12 pesos por 99 años tendríamos \$967,140.9 pesos por los servicios ambientales durante la vida útil del proyecto.

### 16.3. Resumen de la valoración económica de los recursos biológicos del predio del proyecto

De acuerdo con los análisis realizados en los apartados previos, el valor económico de los recursos biológicos del área sujeta al cambio de uso de suelo en una superficie de 17.762 has, se estima en un monto aproximado de \$3,372,001.3 pesos tal como se presenta en el siguiente cuadro.

Recurso biológico	Concepto de valoración	Total (\$) pesos mexicanos para 17.762 has
Recursos forestales	Valor del depósito de carbono por hectárea	863,233.2
	Valor de los costos de restauración por la conversión de las áreas de cambio de uso de suelo a pastizales	871,146.2
	Valor de los costos por el tratamiento de agua y para evitar la salinización	50,355.3
	Valor farmacéutico	239.8
	Valor de la actividad ecoturística	16,833.0
	Valor por su propia existencia	2,397.9
	Materias primas forestales	600,655.087
	Valoración económica indirecta (Servicios ambientales)	967,140.9
<b>Total</b>		<b>3,372,001.3</b>

# CAPÍTULO 17

## **17. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.**

La presente estimación económica considera el área de aprovechamiento, de la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo en un periodo de 15 años, la cual corresponde a 17.762 has. Las actividades necesarias para la restauración han sido seleccionadas y clasificadas considerando que la superficie para la cual se solicita el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales , presenta actualmente vegetación de selva baja subcaducifolia.

La restauración ambiental de dicha superficie implicaría la implementación de una serie de actividades dirigidas a restablecer las condiciones y características naturales que dicha superficie actualmente presenta. A continuación se enlistan y desglosan dichas actividades:

- Preparación del sitio
- Producción de planta
- Plantación (reforestación)
- Apertura de cepas y plantación
- Mantenimiento del área restaurada
- Chapeo de malezas
- Reposición de plantas (replante)
- Monitoreo
- Asistencia Técnica

El análisis de costos que a continuación se presenta implicó la recopilación de costos actuales, tanto de servicios como de productos necesarios para llevar a cabo las actividades de restauración propuestas. Para ello se cotizaron costos con empresas de la construcción, fleteras, jardineros, agricultores, entre otros, con la finalidad de obtener una estimación de costos con mayor precisión, apegada a tarifas reales y actuales de los productos y servicios involucrados.

Además, se ha tomado en cuenta que la restauración ambiental del sitio se considerará exitosa si se logra que la plantación realizada tenga una sobrevivencia mínima del 80 %, con porcentajes de sanidad y vigor mínimos del 80 % y que además, la altura alcanzada de las plantas sea de 1.5 metros como mínimo, lo cual se estima podrá ocurrir en un período de 3 años. Los datos antes mencionados han sido también considerados en el presente análisis económico.

Cabe recalcar que el presente análisis económico de las actividades de restauración con motivo de cambio de uso de suelo, representa solamente una estimación de los costos necesarios para devolver al terreno a la condición en que se encontraba antes del cambio de uso de suelo. Asimismo, la lista de actividades de restauración que se ha determinado es enunciativa más no limitativa, ya que se

han tomado en cuenta actividades generales para llevar a cabo la restauración; sin embargo, también se han tomado en cuenta las porciones superficiales, tarifas y cantidades máximas necesarias para lograr una exitosa recuperación vegetativa con el objeto de alcanzar una estimación de costos con un margen de error pequeño.

### **Preparación del sitio.**

La primera actividad contemplada para la restauración es la preparación del sitio de plantación, cuyo periodo de duración, materiales, costos e incluso la necesidad de llevarse a cabo o no, dependen en gran medida de las condiciones en las que se encuentre el terreno. Sin embargo, la presente estimación parte de las acciones mínimas necesarias para tener una plantación exitosa.

Para cualquier actividad relacionada con la preparación del terreno implica mano de obra la cual puede variar en función de la superficie, y el trabajo a realizar. Para actividades que implican remoción de malezas, obras de contención de suelo, mejoramiento de la textura del suelo, entre otros, se ocuparán alrededor de 35 jornales por hectárea, tomando en cuenta como jornal un periodo de trabajo de 8 horas con un costo de \$150.00, se tiene que el monto de dicha actividad por una superficie de 17.762 Ha (621 jornales) será de **\$93,250.00**.

### **Producción de planta.**

Para continuar con las actividades de restauración, una vez que se prepare el terreno, se deberá llevar a cabo la reforestación de la superficie afectada con una densidad mínima de 1200 plantas por hectárea (CONAFOR, 2012). Considerando que la superficie total a reforestar corresponde a 17.762 Ha, se estima que se requerirán un total de 21,314.4 plantas para la reforestación de dicha superficie.

El costo de producción de cada planta en vivero, hasta alcanzar un mínimo de 30 cm de altura que se estima suficiente para el trasplante, se calcula en \$ 8.00 por planta, suponiendo que la planta madre y el sustrato se obtenga del mismo predio y que el vivero temporal se instale al interior del predio para abatir costos, la actividad de producción tendría un monto de **\$ 170,515.20** (\$ 8.00/planta X 21,314.4 plantas).

### **Plantación.**

De acuerdo con especialistas en jardinería y plantaciones de árboles en desarrollos turísticos y urbanos del Municipio, el costo promedio por la apertura de cepa es de \$ 5.00 y por plantación es igualmente de \$ 5.00, es decir, un total de \$ 10.00 por ambas actividades, que incluyen el acarreo de la planta desde el vivero



al área de plantación, colocación de sustrato para asegurar el crecimiento de la planta, aplicación de fertilizantes o abonos, así como el primer riego de las plantas.

Considerando el total de plantas a reintroducir en el predio, el costo total estimado por las actividades de apertura de cepa y plantación corresponde a **\$213,144.00** (Es decir 21,314.4 plantas X \$ 10/cepa-planta.)

### **Mantenimiento del área restaurada.**

En la etapa inicial de la plantación y durante los primeros meses, será necesario controlar la maleza con el objeto de que los ejemplares plantados tengan mayor probabilidad de subsistencia. Después de un período de tres años o que los ejemplares plantados presenten una altura mínima de 1.5 metros, se puede dejar de controlar la maleza, ya que de forma natural se dará la sucesión vegetal.

El control de la maleza o chapeo de la vegetación, se realizará únicamente a un metro de radio alrededor del sitio donde fue plantado cada ejemplar, con una periodicidad semestral, es decir, se realizará el chapeo 2 veces por año.

Según datos de jardineros de las localidades en la Zona Norte del Estado, el costo promedio por el chapeo, es de \$ 1.50 por cada metro cuadrado de superficie a chapear, por lo que para la limpieza de los 31,971.6 m<sup>2</sup> requeridos (21,314.4 plantas X 3.14 m<sup>2</sup> de redondel) se estima con un costo de \$ 47,957.4 (\$ 1.50 m<sup>2</sup> X 31,971.6 m<sup>2</sup>) por evento. Como esta actividad se hará 6 veces en los tres años que durará el período mantenimiento, se tiene un costo total estimado de **\$ 287,744.4**

Finalmente, se requiere monitorear y favorecer el desarrollo de los ejemplares plantados con el propósito de conocer los porcentajes de sobrevivencia, vigor y sanidad de los mismos así como la introducción de nuevos ejemplares que sustituya o refuercen la restauración, valorando en el monitoreo también las especies que de forma natural crezcan en el predio.

El monitoreo y mantenimiento se realizará durante los 10 primeros años o hasta que el área esté totalmente restaurada, con una altura mínima de 5 metros de los ejemplares plantados.

El costo por cada monitoreo se estima en \$ 5,000.00. Considerando que el monitoreo se realizará dos veces al año, durante un período de 10 años, que sería el tiempo máximo en el que esta actividad deberá realizarse, se estima que el costo de llevar a cabo 20 eventos de monitoreo –durante los 10 años- es de **\$ 100,000.00** (\$5,000/monitoreo X 20 monitoreos).

### **Asistencia técnica.**

Las actividades mencionadas anteriormente para lograr la restauración del área, deberán ser dirigidas por personal capacitado, durante el período de tiempo necesario para restaurarla completamente. Para ello se requerirá de un técnico forestal que realice, entre otras, las siguientes actividades:

- Seleccionar las especies que serán reintroducidas al predio con base en el inventario forestal del predio.
- Supervisar y asesorar en la producción de la planta en el vivero.
- Trazar y marcar el área de plantación.
- Supervisar la apertura de cepas y el proceso de plantación.
- Monitorear la evolución de los ejemplares plantados.
- Detectar oportunamente las plagas y enfermedades.
- Evaluar el éxito de las plantaciones.
- Elaborar los informes técnicos correspondientes.

El costo que implica contratar a un técnico forestal para realizar las labores antes mencionadas será de aproximadamente \$ 10,000 anuales. Considerando que dicho técnico forestal sea contratado por un período máximo de 15 años, el costo de ello asciende a **\$150,000.00** por los quince años propuestos (\$ 10,000/mes X 15 años).

A continuación se presenta la siguiente tabla, el cual muestra en forma resumida el análisis económico realizado. Dicha tabla contiene los montos que serán requeridos para cada actividad de restauración, los costos unitarios, el importe total que significará cada actividad y el importe total de la actividad de restauración. El costo total de restauración se estima en **\$ 1,014,654.1**

Tabla 75. Estimación del costo de las actividades de restauración del predio. Se presenta en forma resumida el análisis económico para la estimación del costo de las actividades de restauración del predio bajo el supuesto que se pretenda regresar a las condiciones actuales el predio tras el cambio de uso de suelo del terreno forestal.					
Actividad	Cantidad	Unidad	Cantidad por predio	Costo unitario	Importe total
Labores preliminares					
Preparación del terreno	35	Jornales/ha.	621.7	\$ 150.00	\$93,250.5
Producción de planta					
Producción de planta	1200	Plantas/ha.	21314.4	\$ 8.00	\$ 170,515.2
Plantación					

Apertura de cepas	1200	Cepas/ha.	21314.4	\$5.00	\$ 106,572.0
Plantación	1200	Plantas/ha.	21314.4	\$5.00	\$ 106,572.0
Mantenimiento del área restaurada					
Chapeo de malezas (2 ejecuciones por tres años)	2	Evento	6	\$ 47,957.4	\$ 287,744.4
Monitoreo (durante 10 años)	2	Evento	20	\$ 5,000.00	\$ 100,000.0
Asistencia técnica					
Técnico especializado	1	años	15	\$ 10,000.0	\$ 150,000.0
Total General					\$1,014,654.1

**17.1. Se presentan el análisis en lo que se refiere a estructura y funcionalidad del ecosistema, planteando estrategias de restauración que consideren la diversidad biológica y el medio físico, por lo que deberá suponer escenarios a corto, mediano y largo plazo**

El proceso de restauración se contempla para llevar a la vegetación a un estado original de la vegetación y no al estado secundario que actualmente se presenta en el predio.

Una vez avanzada la restauración y preparación del suelo para la reforestación, se está en posibilidad de favorecer la sucesión secundaria así como la inducción de especies arbóreas de rápida regeneración como *Bursera simaruba* que es una especie local que tolera el corte y se regenera velozmente después de talado por lo que, de acuerdo con la CONABIO<sup>8</sup>, es una especie con potencial para reforestación productiva en zonas degradadas, la cual adicionalmente ofrece recursos de nutrición para la vida silvestre ya que sus frutos son consumidos por aves y ardillas lo que también permite la dispersión de las semillas. Posteriormente se fortalece la siembra utilizando *Ficus Maxima* y *thrinax radiata*.

En este momento puede plantearse el escenario en el corto plazo, uno a tres años, en el cual el terreno permite la absorción natural del agua pluvial y se restablecen, de manera natural o parcialmente asistida, las escorrentías menores formadas por la lluvia hacia el oeste que corresponde a las partes más bajas del predio, el suelo. Se observa aún un paisaje degradado, no obstante en los árboles se observan aves como la chachalaca.

Habiendo comenzado el proceso de sucesión secundaria se opta por acelerarlo para llevarlo a una comunidad arbóreo compleja y rica en especies. Lo anterior es posible favoreciendo en esta etapa la siembra de especies no-pioneras. En los

<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)

espacios donde se determine una sucesión detenida se recurrirá a la inducción de una mezcla de especies pioneras y no-pioneras.

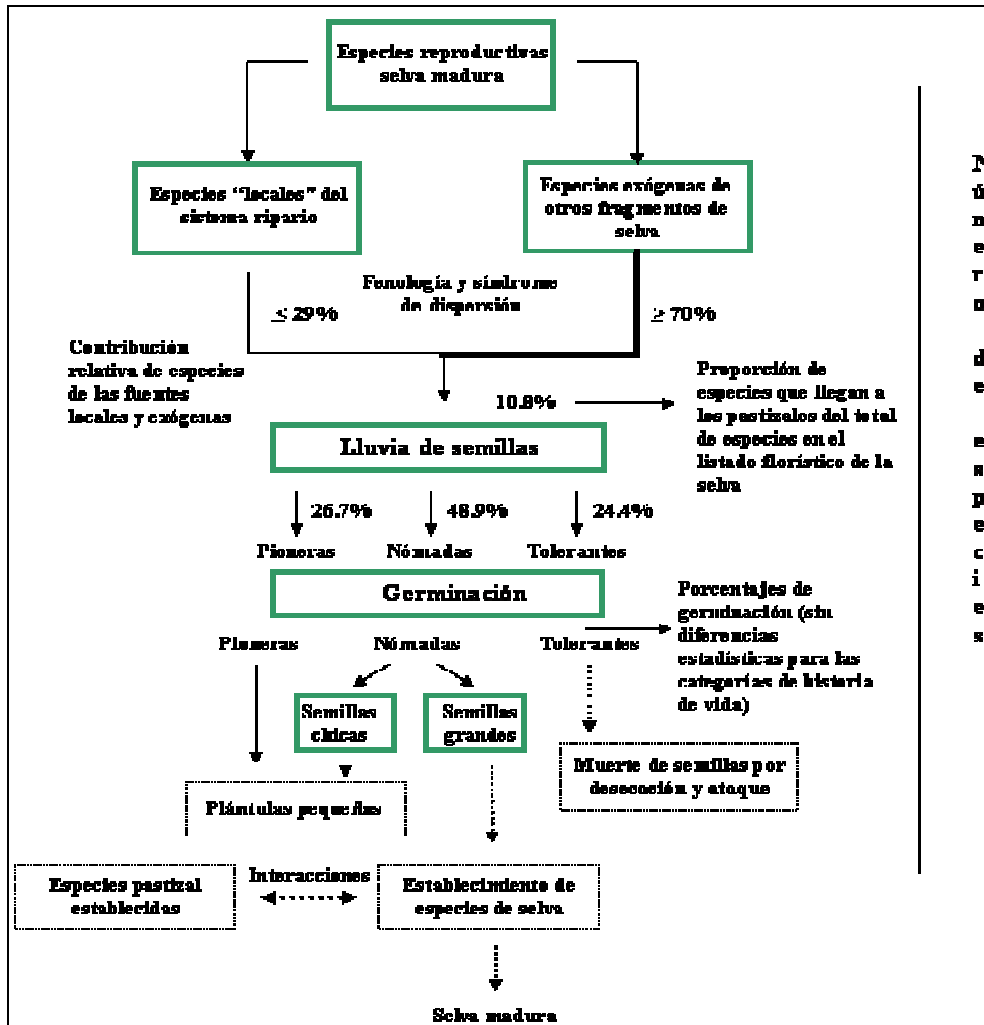
Se favorece la reintroducción de *Cecropia obtusifolia* y *Lysolima latisiliqua*, se reponen o refuerza, de ser necesario, la siembra de árboles de la primera etapa *Bursera simaruba*, *Ficus Maxima* y *thrinax radiata*.

Este escenario intermedio de dos 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 especies tales como el *Sabal japa* y el *Manilkara zapota* y, en el sotobosque la reintroducción de palma de Chit (*Trinax radiata*). El paisaje muestra un acahual que corresponde a un proceso sucesional intermedio. Se observa, de nuevo, la presencia de aves como el *Mimus gilvus*, la *Icterus cucullatus*. Algunos mamíferos que toleran la perturbación pueden ser avistados nuevamente como la *Sciurus yucatanensis* y *Sigmodon hispidus*.

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.

Un acahual intermedio como el planteado en el escenario anterior puede adquirir en poco tiempo un amplio dosel (Gómez-Pompa y Vazquez-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 cientos de años en restaurarse.

Así es como se establece el tercer escenario, de seis a quince años 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.



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.

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., 2004b).

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.

Copiar y restablecer la distribución y la abundancia de la selva original no ha sido documentado en tiempo ecológico, por lo que se busca, como objetivo de la restauración, es la recuperación de la diversidad vegetal que a su vez, mantiene la diversidad animal y toda la gama de interacciones.