



# DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

Modalidad B - Particular

PARA EL TRÁMITE UNIFICADO DE  
CAMBIO DE USO DE SUELO DEL  
PROYECTO:

## Lotificación del Rancho El Tololote

Marzo, 2022

## Contenido

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE .....	4
I.1 Datos Generales del Proyecto.....	4
I.1.1 Nombre del proyecto .....	4
I.1.2. Ubicación del proyecto.....	4
I.1.3 Duración del proyecto .....	4
I.2 Datos Generales del Promoviente .....	4
I.2.1 Nombre o Razón Social.....	4
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes.....	4
I.2.3 Datos de Representante Legal .....	4
I.2.4 Dirección del Promoviente para Oír y Recibir Notificaciones .....	4
I.3 Responsable de la elaboración del documento técnico unificado .....	4
I.3.1 Nombre del Responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental.....	4
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP .....	4
I.3.3 Dirección del Responsable técnico del documento .....	4
I.3.4 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 .....	5
II. DESCRIPCION DEL PROYECTO.....	6
II.1. Información General.....	6
II.1.1 Naturaleza del Proyecto .....	6
II.1.2 Objetivo del proyecto .....	8
II.1.3 Ubicación física.....	8
II.1.4 Urbanización del área.....	12
II.1.5 Inversión requerida .....	14
II.2 Características particulares del Proyecto .....	15
II.2.1 Dimensiones del proyecto .....	15
II.2.2 Representación gráfica regional .....	17
II.2.3 Representación gráfica local.....	17
II.2.4 Preparación del Sitio y Construcción.....	25
II.2.5 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto .....	30
II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto.....	31
II.2.7 Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo .....	31
II.2.8 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo .....	38

II.2.9 Operación y mantenimiento .....	47
II.2.10 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.....	47
II.2.11 Programa de trabajo.....	48
II.2.12 Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera .....	48
II.2.13 Residuos .....	49
<b>III. VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACION SOBRE USO DEL SUELO .....</b>	<b>51</b>
III.1. Ordenamientos Jurídicos Federales .....	51
III.2. Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) .....	62
III.3. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas .....	73
III.4. Normas Oficiales Mexicanas .....	80
III.5. Planes o programas de desarrollo urbano (PDU).....	81
III.6. Otros instrumentos .....	93
<b>IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO .....</b>	<b>102</b>
IV.1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto .....	102
IV.2. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del sistema ambiental (SA).....	104
IV.2.1 Medio abiótico .....	104
IV.2.2 Medio biótico.....	119
IV.2.3 Medio socioeconómico .....	166
IV.2.2.4 Paisaje.....	173
IV.3. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto. ....	177
IV.4 Diagnóstico ambiental.....	199
<b>V. IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....</b>	<b>203</b>
V.1. Identificación de impactos.....	203
V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales. ....	203
V.2. Caracterización de los impactos. ....	208
V.4. Conclusiones .....	235
<b>VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....</b>	<b>236</b>
VI. 1. Justificación técnica .....	236
VI.2. Justificación económica.....	249
VI.3. Justificación social .....	251
<b>VII. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES, LA FLORA Y FAUNA SILVESTRE, APLICABLES DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DE DESARROLLO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....</b>	<b>256</b>

VII.1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación.....	256
VII.2. Impactos residuales.....	286
VII.3. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas .....	294
VII.4. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo .	295
VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	300
VIII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto .....	300
VIII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto.....	302
VIII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación .....	305
VIII.4 Pronóstico ambiental .....	308
VIII.5. Programa de Manejo Ambiental.....	310
VIII.5.1. Introducción.....	310
VIII.5.2. Objetivo y alcances del programa.....	310
VIII.5.3. Actividades que integran el Programa Manejo Ambiental .....	311
VIII.6 Seguimiento y control .....	315
IX. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACION SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.....	318
IX.1 Presentación de la información .....	318
IX.1.1 Cartografía .....	318
IX.1.2 Fotografías .....	318
IX.1.3 Videos .....	318
IX.2 Otros anexos .....	318
IX.2.1 Memorias.....	318
X. LITERATURA CITADA .....	319
XI. ANEXO FOTOGRÁFICO .....	324
XII. OTROS ANEXOS .....	331

## I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE

### I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

#### I.1.1 Nombre del proyecto

Lotificación del Rancho El Tololote

#### I.1.2. Ubicación del proyecto

Santa María Huatulco, Distrito Pochutla, Oaxaca

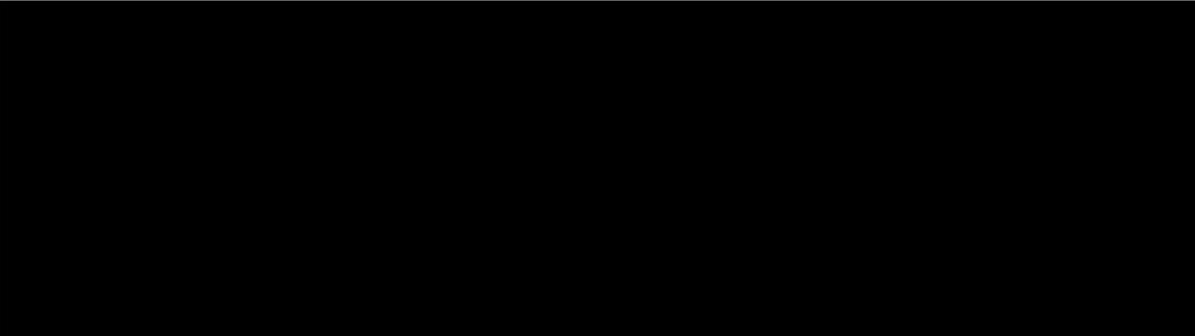
#### I.1.3 Duración del proyecto

Se estima una duración de 12 meses para concluir las actividades contempladas en las etapas de preparación del sitio y construcción

### I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

#### I.2.1 Nombre o Razón Social

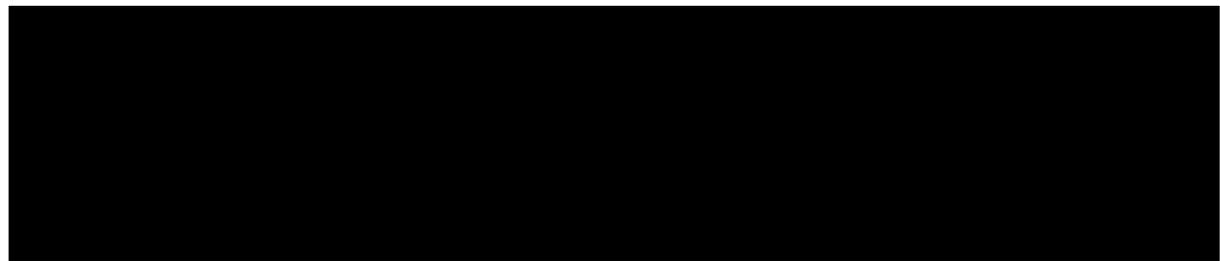
Loren Nava Ramírez



### I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

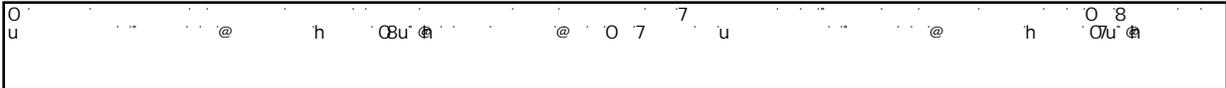
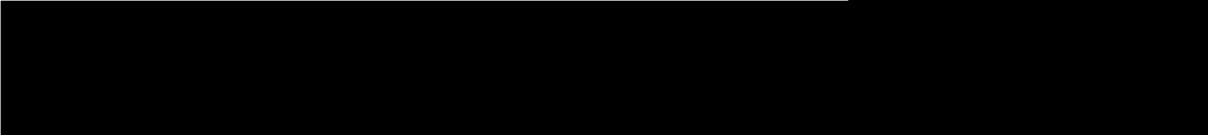
#### I.3.1 Nombre del Responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental

Dra. Mónica Méndez Neri



I.3.4 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.

Con base en el artículo 36 del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del Impacto Ambiental y al artículo 101 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y artículo 154 de su Reglamento la **Dra. Mónica Méndez Neri** con Cédula profesional 5175560 y **Registro Forestal Nacional RFN: Libro DF, Tipo UI, Volumen 1, Número 2 Año 20** es **responsable** de la Dirección y Ejecución del Documento Técnico Unificado del trámite de Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad B para el Proyecto “**Lotificación del Rancho El Tololote**”, con la colaboración del **M.C. Edgar Hernández Máximo** (Cédula 5547181), **Ing. Alejandro Méndez Neri** (Cédula 12601467) y **M.C. Liliana Terrazas Mendoza** (Cédula 12425846). Cuenta con Registro como prestador de servicios ambientales adscrito al Gobierno del Estado de Oaxaca PPSA-EIA-002/2020



## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II.1. INFORMACIÓN GENERAL

El proyecto para el cual se solicita el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales a través del presente DTU consiste en la lotificación de una fracción de predio para su posterior venta como terrenos rústicos. El desarrollo del proyecto denominado “Lotificación del Rancho El Tololote” contempla el trazo y delimitación de lotes y calles en dos fracciones del predio; el polígono A (denominado “Los olivos”) con una superficie de 11,524.09 m<sup>2</sup> y el polígono B (denominado “Guayacán”) con una superficie total de 41,070.67 m<sup>2</sup>. Asimismo, se contempla la construcción de una vialidad que conectará ambos polígonos y dará acceso vehicular al polígono B. Cabe mencionar que en años anteriores el predio fue utilizado para el desarrollo de actividades agrícolas y que actualmente se encuentra en desuso, por lo que gran parte de las áreas presentan vegetación secundaria (acahual).

La dotación de servicios de electricidad y agua, así como las actividades de construcción de las residencias no serán responsabilidad, ni correrán por cuenta del promovente, sino que serán realizadas por los compradores de los lotes, por lo cual se contempla que estas se llevarán a cabo a mediano-largo plazo.

#### II.1.1 Naturaleza del Proyecto

El proyecto que se pretende desarrollar consiste en la lotificación de una fracción de terreno, que resultarán en un total de 202 lotes rústicos campestres (sin servicios), distribuido en dos polígonos, los cuales estarán conectados por un camino de acceso. La superficie legalmente acreditada del predio es de 229, 102.468 m<sup>2</sup>, de los cuales se pretende que una superficie de 52, 594. 71 m<sup>2</sup> sea lotificada.

De acuerdo a la clasificación de actividades económicas del INEGI, las obras a desarrollar en el proyecto están clasificadas como actividades secundarias, dentro del sector 23 Construcción. Subsector 2370 Construcción de obras de ingeniería civil, las cuales son unidades económicas dedicadas principalmente a la construcción de obras para el suministro de agua, petróleo, gas, energía eléctrica y telecomunicaciones; a la división de terrenos y construcción de obras de urbanización. Dentro del cual, el proyecto aquí propuesto se enmarcaría

específicamente dentro de las “Obras integrales para la dotación de servicios” como: Calles, banquetas, redes de agua potable y alcantarillado, redes de distribución de energía y gas; y a la división de terrenos.

El desarrollo de la etapa de lotificación consistirá en el levantamiento topográfico para la delimitación de superficies, utilizando para ello estación total de precisión con rayo láser auxiliado de equipos GPS a través de los cuales se dará rumbo y distancia para ubicar a través de mojoneras o varillas de localización cada uno de los vértices para cada lote, así mismo se delimitará la zona federal del cauce de arroyo conocido localmente como “Arroyo Tololote” que divide a ambos polígonos.

Una vez delimitados los lotes y superficies contempladas para vialidades, previa autorización, se procederá a desmontar las superficies que contengan vegetación dentro de las zonas lotificadas. Es preciso mencionar que la remoción de la vegetación se realizará de manera total, únicamente en el trazo de vialidades y calles, mientras que en el área de lotes solo se realizará la remoción de individuos de diámetro menor y maleza de manera manual.

Actualmente, dentro del predio se cuenta con un camino que da acceso al área donde se ubican los polígonos A y B que pretenden ser lotificados, y que parté del límite sur del predio. El polígono A colinda con este camino, mientras que, para tener acceso al polígono B se pretende llevar a cabo la construcción de un camino de acceso con obra de drenaje transversal (ODT), ya que en el límite sur del polígono B se encuentra el cauce de un arroyo intermitente, por lo que la construcción de dicho camino dará acceso tanto vehicular como peatonal a los lotes ubicados dentro de este polígono.

Debido a la naturaleza habitacional, campestre y sustentable del proyecto, la urbanización que se propone para el desarrollo del proyecto será de tipo “ecológico”, adaptándose en la medida de lo posible a la topografía del terreno con el propósito de reducir excavaciones, cortes y rellenos, construyendo únicamente los elementos necesarios para vialidades, las cuales serán de terracería.

### II.1.2 Objetivo del proyecto

Se pretende el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) para estar en posibilidad de desarrollar el proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote” ubicado en la localidad El Arenoso, perteneciente al municipio de Santa María Huatulco, Distrito Pochutla, en la región costa del estado de Oaxaca.

Con base a Constancia de Posesión con folio A-1742 otorgada por el Comisariado de Bienes Comunales de Santa María Huatulco, Municipio Santa María Huatulco, Distrito de San Pedro Pochutla, Estado de Oaxaca, el promovente quien tiene posesión de una fracción de terreno comunal ubicada en el predio denominado “Arroyo Tololote” al este del casco de la población con una superficie de 229,102.458 m<sup>2</sup>, de los cuales se solicita el CUSTF para 53, 201.32 m<sup>2</sup> distribuidos en 2 polígonos; el polígono A con 11,524.09 m<sup>2</sup>, el polígono B con 41,070.67 m<sup>2</sup>, y 606.56 m<sup>2</sup> correspondientes al camino de acceso, considerando un área de conservación de 175,901.138 m<sup>2</sup>.

Dichos polígonos sustentan vegetación de selva mediana caducifolia, la cual en la mayor parte de su área corresponde a vegetación secundaria, en donde es posible encontrar acahuales de aproximadamente 5-7 años de edad.

Por su parte, el objetivo del presente estudio es cumplir con la legislación ambiental vigente, a través de la presentación de este documento técnico unificado (DTU) modalidad B, para obtener la autorización del cambio de uso de suelo en terrenos forestales y estar en posibilidades de desarrollar el proyecto.

### II.1.3 Ubicación física

El sitio de ubicación para el pretendido desarrollo del proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote” se sitúa en la localidad El Arenoso, perteneciente al municipio de Santa María Huatulco, Distrito Pochutla, en la región costa del estado de Oaxaca.

El predio se encuentra delimitado por las coordenadas geográficas que se presentan en el Cuadro II.1.3.1, así mismo en la Figura II.1.3.1 se delimitan los polígonos, objeto de este estudio, y para el cual se solicita el CUSTF, cuyas coordenadas se presentan gráficamente el plano georreferenciado.

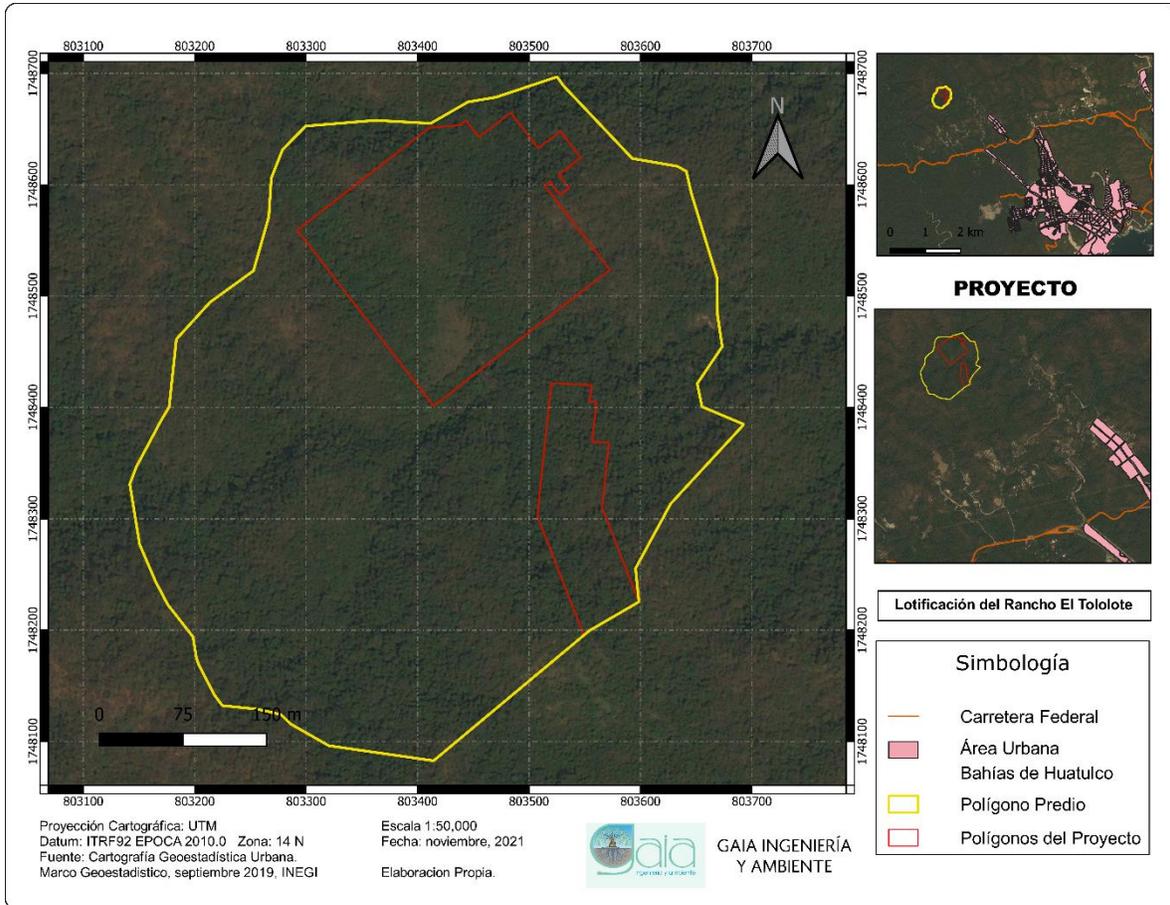
## Cuadro II. 1. 3. 1. Coordenadas que delimitan al predio

Área = 229, 102. 468 m<sup>2</sup>

Vértice	X	Y
1	803543. 310	1748195. 484
2	803594. 994	1748238. 602
3	803595. 611	1748255. 476
4	803627. 193	1748313. 553
5	803692. 837	1748384. 778
6	803655. 294	1748400. 633
7	803650. 988	1748421. 365
8	803673. 446	1748454. 717
9	803669. 183	1748483. 120
10	803668. 774	1748516. 426
11	803645. 546	1748592. 884
12	803641. 212	1748612. 037
13	803633. 269	1748616. 557
14	803592. 686	1748623. 584
15	803531. 384	1748688. 389
16	803525. 161	1748696. 893
17	803470. 458	1748678. 623
18	803445. 177	1748674. 329
19	803411. 722	1748655. 100
20	803362. 431	1748657. 834
21	803299. 552	1748652. 702
22	803278. 779	1748631. 510
23	803268. 674	1748605. 983
24	803266. 467	1748571. 322
25	803252. 744	1748522. 762

**Cuadro II. 1. 3. 1. Coordenadas que delimitan al predio**

26	803213.842	1748494.617
27	803183.495	1748461.288
28	803176.977	1748400.372
29	803169.534	1748387.859
30	803147.590	1748346.751
31	803141.703	1748331.141
32	803150.512	1748276.931
33	803164.776	1748243.778
34	803175.964	1748222.596
35	803198.450	1748193.951
36	803201.308	1748175.682
37	803203.313	1748169.458
38	803217.605	1748141.771
39	803224.714	1748132.237
40	803256.187	1748129.023
41	803277.290	1748124.224
42	803286.071	1748115.727
43	803320.335	1748096.210
44	803414.314	1748082.694



**Figura II.1.3.1.** Delimitación del predio y polígonos del proyecto

De acuerdo a la figura anterior, donde se presenta la ubicación física de los polígonos del proyecto dentro del predio, en el Cuadro II.1.3.2 y Cuadro II.1.3.3. se presentan las coordenadas que delimitan a cada uno de estos.

Cuadro II.1.3.2. Coordenadas que delimitan al polígono A		
Área = 11,524.09 m <sup>2</sup>		
Vértice	X	Y
1	803548.7818	1748196.3788
2	803507.4248	1748302.4014
3	803520.1116	1748421.7734
4	803556.0841	1748420.1156
5	803554.4960	1748405.1728
6	803560.5541	1748404.8936

7	803556.7484	1748369.0846
8	803571.7593	1748368.3928
9	803565.5728	1748310.1823
10	803598.6372	1748225.4185

Cuadro II.1.3.3. Coordenadas que delimitan al polígono B

Área = 41,070.67 m<sup>2</sup>

Vértice	X	Y
1	803572.5470	1748523.6560
2	803414.3920	1748401.2300
3	803291.9710	1748559.3850
4	803410.5870	1748651.1990
5	803437.9624	1748653.4202
6	803443.4933	1748657.7013
7	803455.1226	1748642.6772
8	803483.5905	1748664.7130
9	803508.3805	1748632.6870
10	803528.1499	1748647.9897
11	803546.513	1748624.2664
12	803526.7436	1748608.9638
13	803535.9252	1748597.1021
14	803528.0175	1748590.9811
15	803518.8359	1748602.8427
16	803514.101	1748599.1777

#### II.1.4 Urbanización del área

**Energía eléctrica.** Actualmente en el sitio específico del proyecto se carecen de los servicios básicos, sin embargo, el límite sur del predio colinda con una calle principal de la localidad, a lo largo de la cual se distribuyen las líneas de electricidad de CFE (Figura II.1.4.1), por lo que se pretende que en un futuro se llevé cabo la ampliación de la red de

energía eléctrica para dotar de este servicio a la lotificación, para lo cual, en su momento, se solicitará la autorización y gestión ante las instancias correspondientes.



**Figura II. 1. 4. 1.** Líneas de electricidad de CFE en la localidad

**Agua potable.** En lo que respecta al servicio de agua potable, actualmente en el predio se cuenta con la concesión de un pozo ante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el cual será utilizado para abastecer los requerimientos de agua durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Posteriormente, se pretende que el servicio de agua potable sea cubierto por el municipio.

**Drenaje.** Debido a que en la localidad no cuenta con una red de drenaje, como parte de las medidas de mitigación del presente estudio, se propone que, para la recolección y tratamiento de aguas residuales en el futuro, cada propietario instale un sistema individual (biodigestor). Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se contratará el servicio de sanitarios portátiles con una empresa privada.

**Vías de comunicación.** El acceso a la zona del proyecto se realiza a través de la carretera federal No 200, a la altura del CIP Huatulco, se encuentra un entronque que conecta con la población El Arenoso a través de un camino de terracería, el cual llega al límite del predio donde se conecta con un camino interior de terracería, el cual da acceso a los polígonos donde se pretende llevar a cabo la lotificación (Figura

II.1.4.2). El polígono A se encuentra a pie de este camino, mientras que para tener acceso al polígono B se pretende llevar a cabo la construcción de un camino con obra de drenaje transversal (ODT) que dará acceso tanto vehicular como peatonal a los lotes ubicados dentro de este polígono, dentro del cual, actualmente solo existen brechas.



Figura II.1.4.2. Camino de acceso a la localidad y al predio

### II.1.5 Inversión requerida

La inversión total del proyecto es de \$ 1,890,000.00 (Un millón ochocientos noventa mil pesos 00/100 M.N.). Las fuentes de financiamiento son propias. Adicionalmente, los costos aproximados destinados a las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental propuestas en este DTU son de \$ 749, 000.00.

## II. 2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

El proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote” se integra por dos componentes, por un lado, la lotificación de terrenos y, por otro lado, la construcción de un camino de acceso con obra de drenaje transversal para dar acceso vehicular y peatonal al polígono B, pues en el límite sur de éste se encuentra el cauce de un arroyo.

### II. 2. 1 Dimensiones del proyecto

El área de lotificación se pretende llevar a cabo en una superficie total de 52, 594. 71 m<sup>2</sup>, distribuidos en 2 polígonos ubicados dentro del predio cuya superficie legalmente acreditada es de 229, 102.468 m<sup>2</sup> (Figura II. 2. 1. 1),

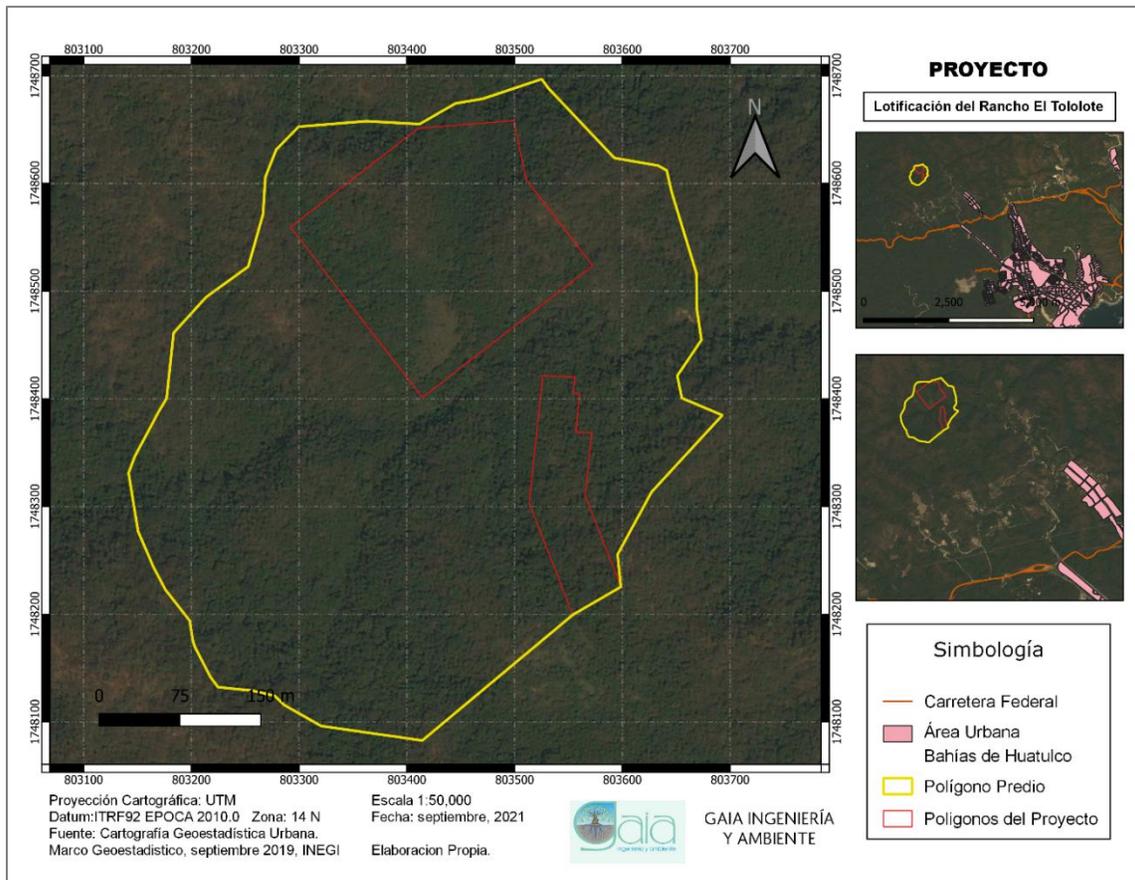


Figura II. 2. 1. 1. Polígonos del proyecto dentro del predio

Esta área actualmente sustenta vegetación de selva mediana caducifolia (SMC) y vegetación secundaria de SMC, área para la cual el promovente solicita el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Por su parte, el camino de acceso tendrá una longitud de 75.82 m y 8 m de guarnición y banqueta, con una dimensión total de 606.56 m<sup>2</sup>. La obra tendrá un cadenamiento 0+000.00 que comienza en el noreste del polígono A (Los olivos) entre el vértice 2 y 3, y termina en el 0+075.82 del suroeste del polígono B (Guayacán) entre el vértice 1 y 2 (Figura II.2.1.2).

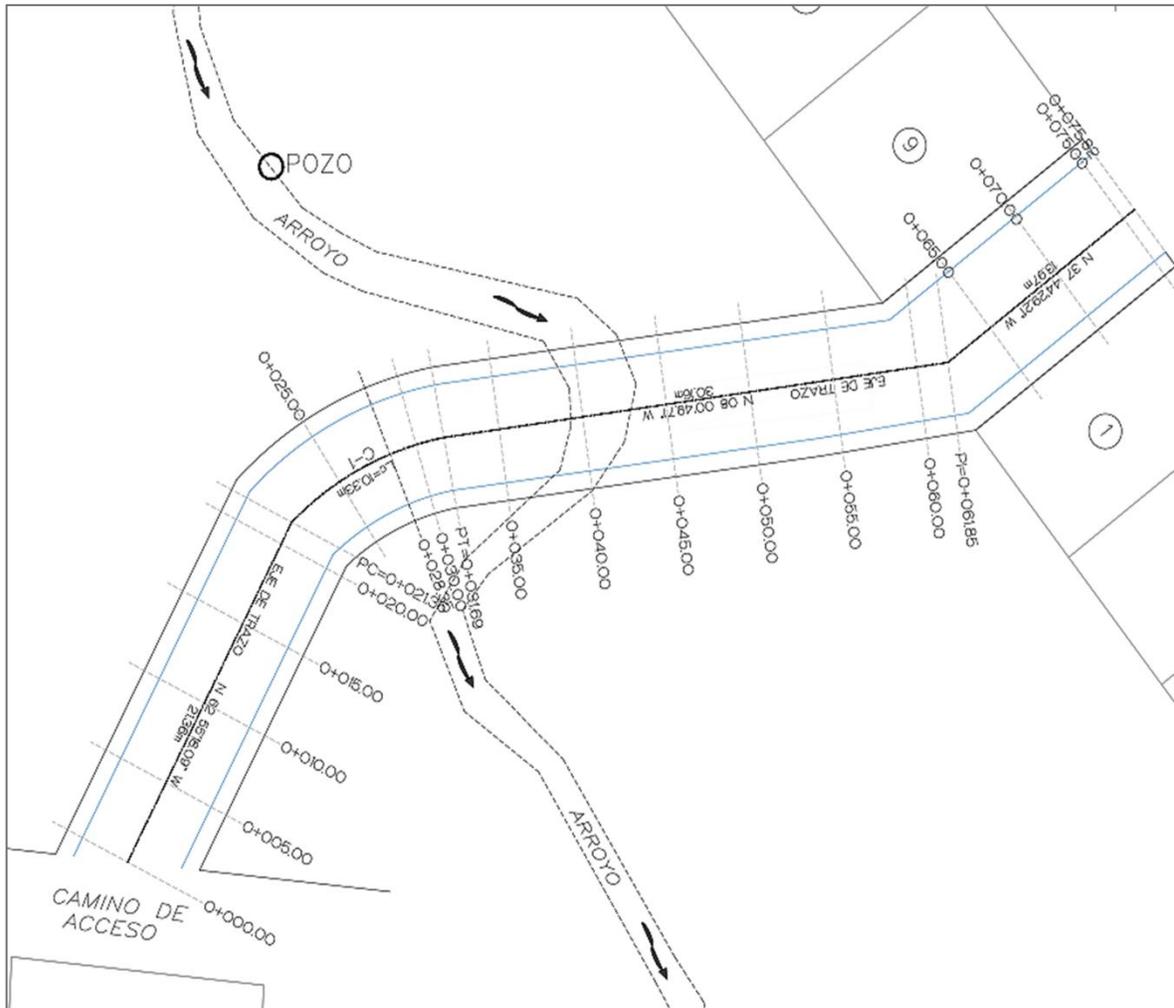


Figura II.2.1.2. Dimensiones del camino de acceso

De esta forma, el área total contemplada para el desarrollo del proyecto es de 53,201.27 m<sup>2</sup>. La duración prevista para la operación del proyecto será de 99 años, se considera para la ejecución del cambio de uso de suelo, delimitación de lotes, construcción de calles y construcción del puente una duración de 12 meses.

### II. 2. 2 Representación gráfica regional

El sitio de ubicación para pretendido desarrollo del proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote” se sitúa en la localidad El Arenoso, perteneciente al municipio de Santa María Huatulco, Distrito Pochutla, en la región costa del estado de Oaxaca (Figura II. 2. 2. 1).

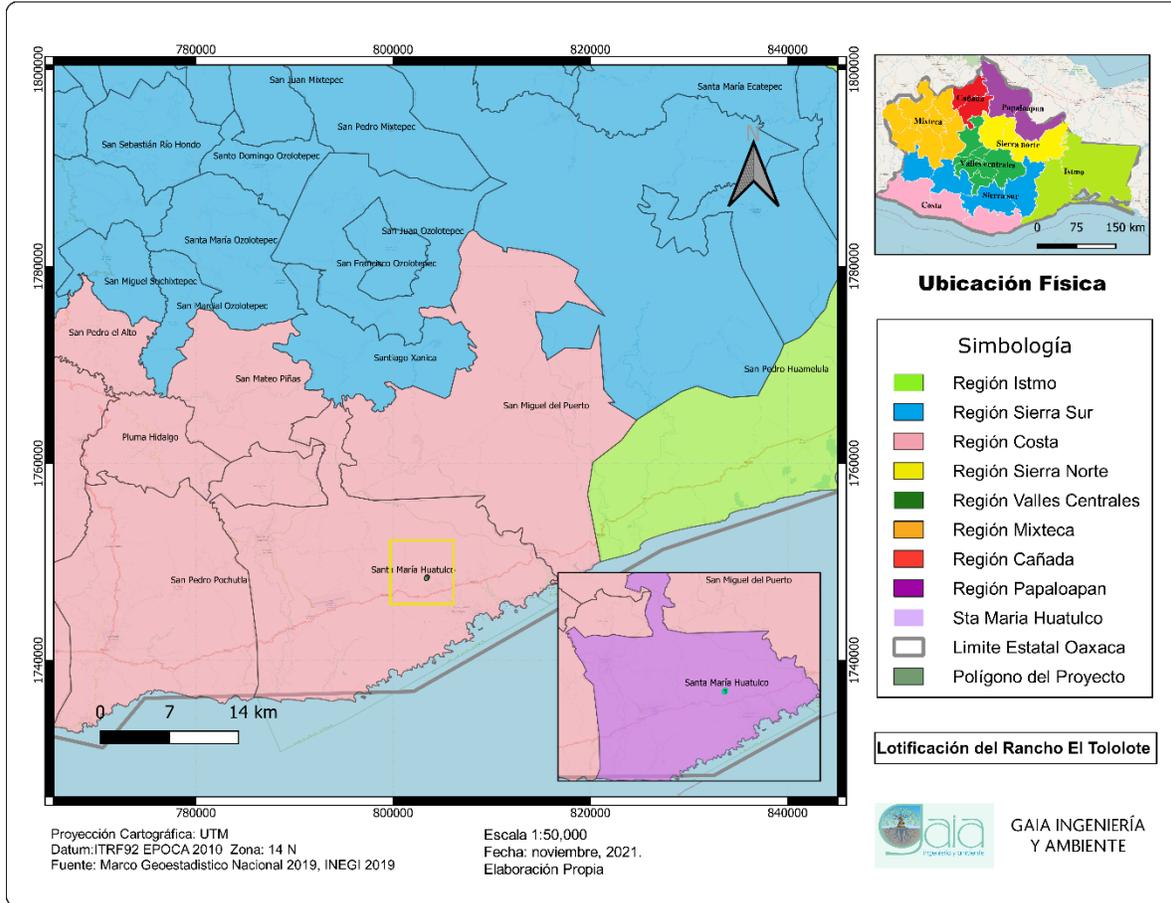
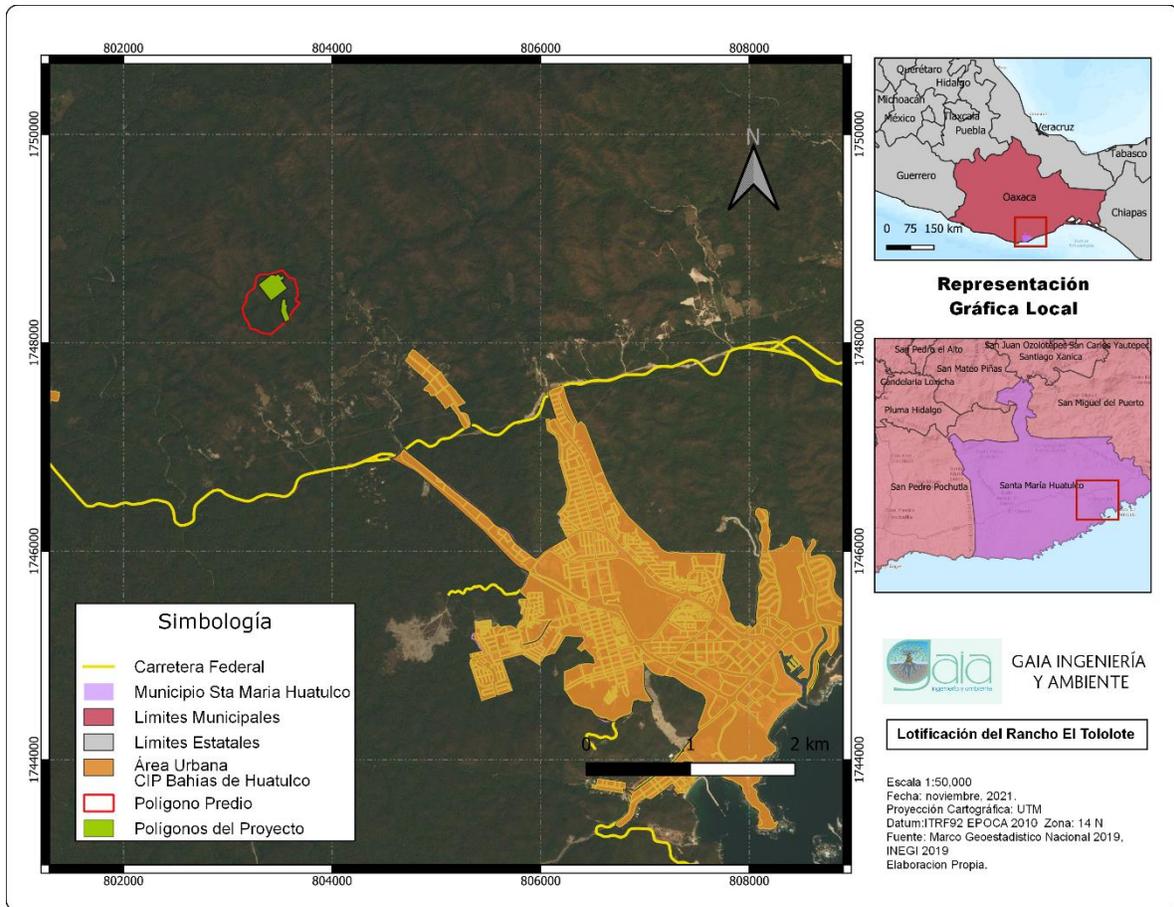


Figura II. 2. 2. 1. Macrolocalización del proyecto

### II. 2. 3 Representación gráfica local

El predio donde pretende implementarse el proyecto se encuentra a un kilómetro de la carretera federal 200 (Pinotepa Nacional-Salina Cruz), la cual entronca con la vialidad principal que da acceso al centro de población Bahías de Huatulco (Figura II. 2. 3. 1).



II. 2. 3. 1. Representación gráfica local del proyecto

En la Figura II.2.3.2. se presenta el plano de lotificación de los dos polígonos comprendidos dentro del proyecto, el detalle del polígono A se puede observar en la Figura II.2.3.3 y sus coordenadas en el Cuadro II.2.3.1. En la Figura II.2.3.4 y Cuadro II.2.3.2 se muestra el detalle de lotificación del polígono B así como sus coordenadas, respectivamente.

En lo que respecta al camino que dará acceso al polígono B, su diseño y modelo estructural se representan en la Figura II.2.3.5 con sus respectivas coordenadas en el Cuadro II.2.3.3.

Los planos de las obras contempladas en el proyecto se presentan en el Anexo XII



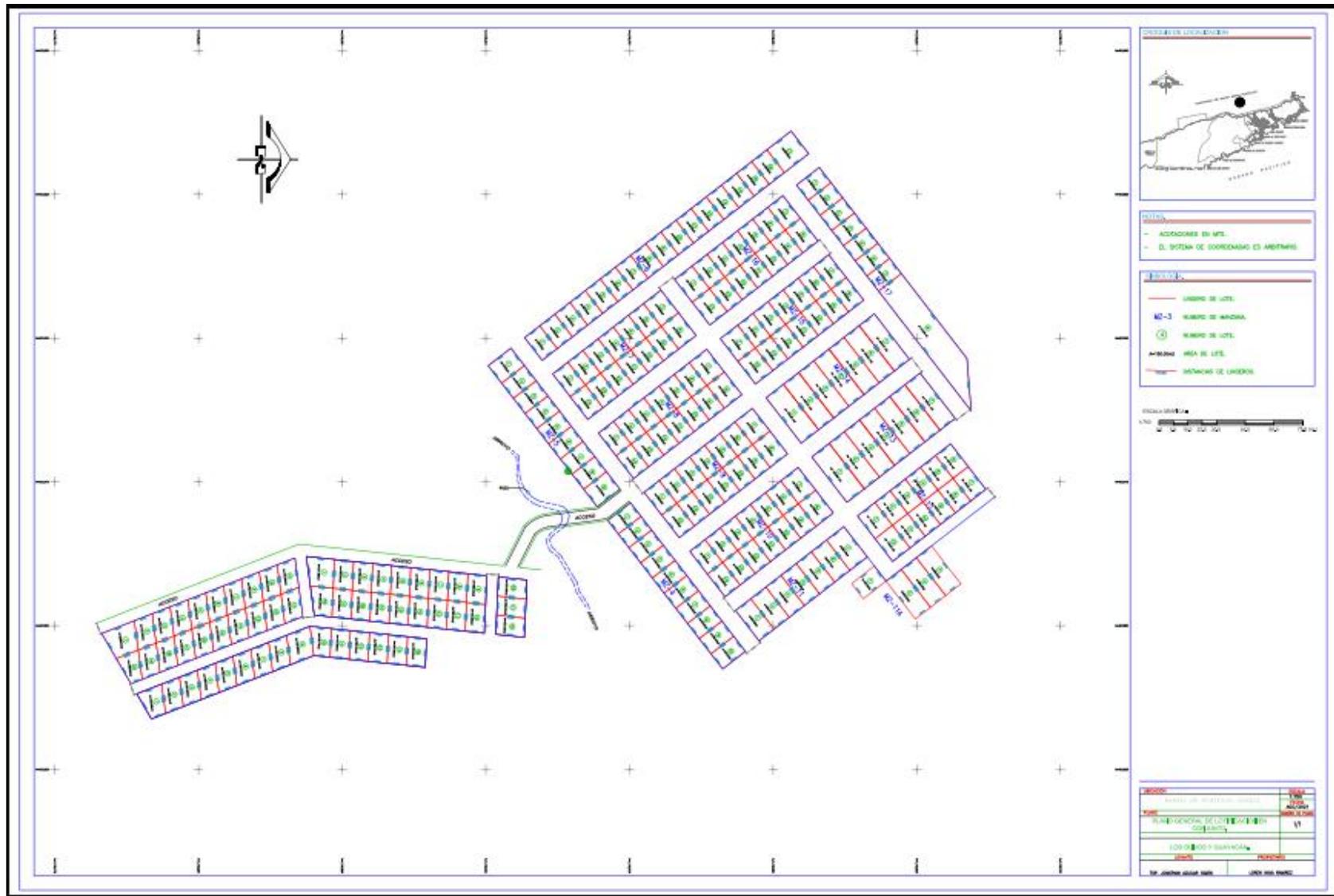


Figura II.2.3.2. Plano de lotificación del proyecto

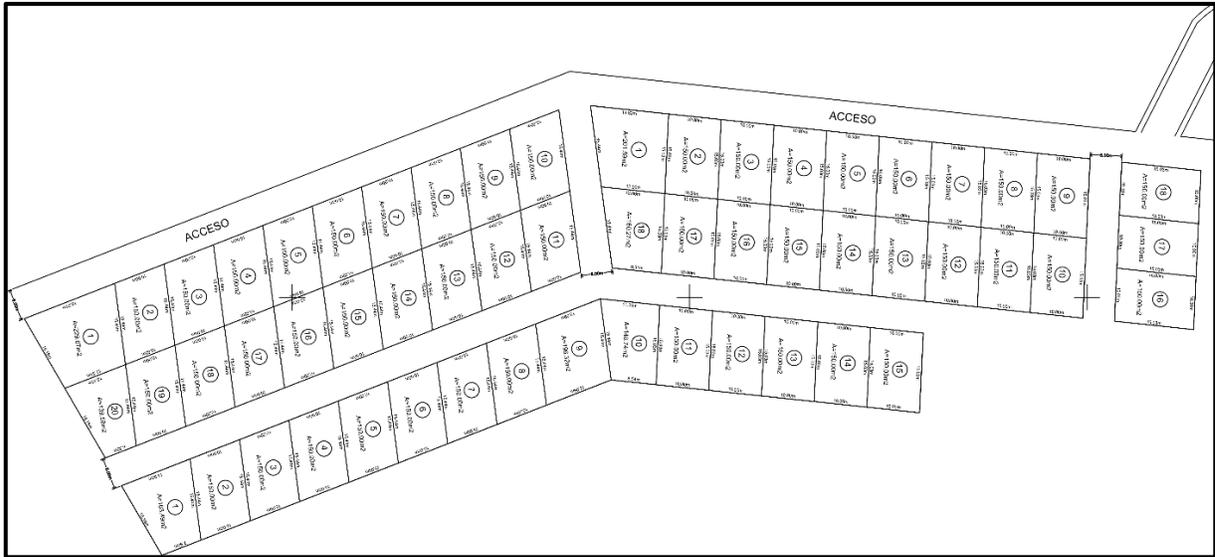


Figura II.2.3.3. Detalle de lotificación del polígono A

Cuadro II.2.3.1. Cuadro de construcción del Polígono A

CUADRO DE CONSTRUCCION						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	P V				Y	X
				1	1, 748, 196. 3788	803, 548. 7818
1	2	N 21° 18' 34. 65" W	113. 803	2	1, 748, 302. 4014	803, 507. 4248
2	3	N 06° 03' 59. 66" E	120. 044	3	1, 748, 421. 7734	803, 520. 1116
3	4	S 87° 21' 40. 87" E	36. 011	4	1, 748, 420. 1156	803, 556. 0841
4	5	S 06° 03' 59. 66" W	15. 027	5	1, 748, 405. 1728	803, 554. 4960
5	6	S 87° 21' 40. 87" E	6. 065	6	1, 748, 404. 8936	803, 560. 5541
6	7	S 06° 03' 59. 66" W	36. 011	7	1, 748, 369. 0846	803, 556. 7484
7	8	S 87° 21' 40. 87" E	15. 027	8	1, 748, 368. 3928	803, 571. 7593
8	9	S 06° 03' 59. 66" W	58. 538	9	1, 748, 310. 1823	803, 565. 5728
9	10	S 21° 18' 34. 65" E	90. 984	10	1, 748, 225. 4185	803, 598. 6372

10	1	S 59° 46' 48.25" W	57.696	1	1,748,196.3788	803,548.7818
<p>ÁREA = 11,524.09 m<sup>2</sup> (1.15 Ha.)</p>						

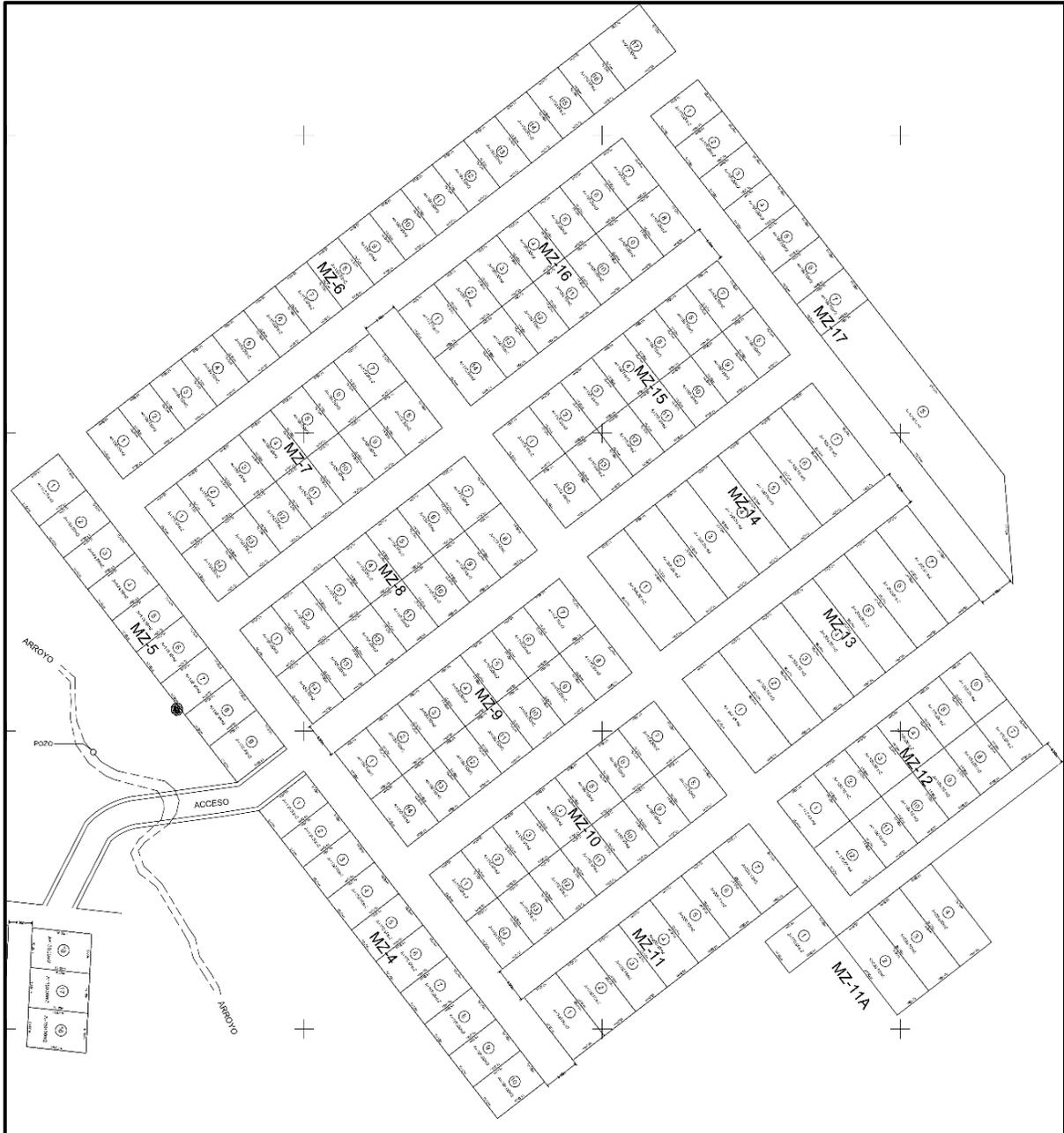


Figura II.2.3.4. Detalle de lotificación del polígono B

**Cuadro II.2.3.2. Cuadro de construcción polígono B**

C U A D R O D E C O N S T R U C C I O N						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S	
EST	PV				Y	X
				1	1, 748, 523. 6560	803, 572. 5470
1	2	S 52° 15' 25. 02" W	200. 003	2	1, 748, 401. 2300	803, 414. 3920
2	3	N 37° 44' 30. 90" W	200. 000	3	1, 748, 559. 3850	803, 291. 9710
3	4	N 52° 15' 30. 79" E	149. 999	4	1, 748, 651. 1990	803, 410. 5870
4	5	N 85° 21' 40. 70" E	27. 465	5	1, 748, 653. 4202	803, 437. 9624
5	6	N 52° 15' 30. 79" E	6. 994	6	1, 748, 657. 7013	803, 443. 4933
6	7	S 37° 44' 29. 21" E	18. 999	7	1, 748, 642. 6772	803, 455. 1226
7	8	N 52° 15' 29. 19" E	36. 000	8	1, 748, 664. 7130	803, 483. 5905
8	9	S 37° 44' 30. 90" E	40. 499	9	1, 748, 632. 6870	803, 508. 3805
9	10	N 52° 15' 29. 10" E	25. 000	10	1, 748, 647. 9897	803, 528. 1499
10	11	S 37° 44' 30. 90" E	30. 000	11	1, 748, 624. 2664	803, 546. 5130
11	12	S 52° 15' 29. 10" W	25. 000	12	1, 748, 608. 9638	803, 526. 7436
12	13	S 37° 44' 30. 90" E	15. 000	13	1, 748, 597. 1021	803, 535. 9252
13	14	S 52° 15' 29. 10" W	10. 000	14	1, 748, 590. 9811	803, 528. 0175
14	15	N 37° 44' 30. 90" W	15. 000	15	1, 748, 602. 8427	803, 518. 8359
15	16	S 52° 15' 29. 10" W	5. 988	16	1, 748, 599. 1777	803, 514. 1010
16	1	S 37° 44' 10. 21" E	95. 496	1	1, 748, 523. 6560	803, 572. 5470

ÁREA = 41, 070. 67 m<sup>2</sup> (4. 11 Ha. )

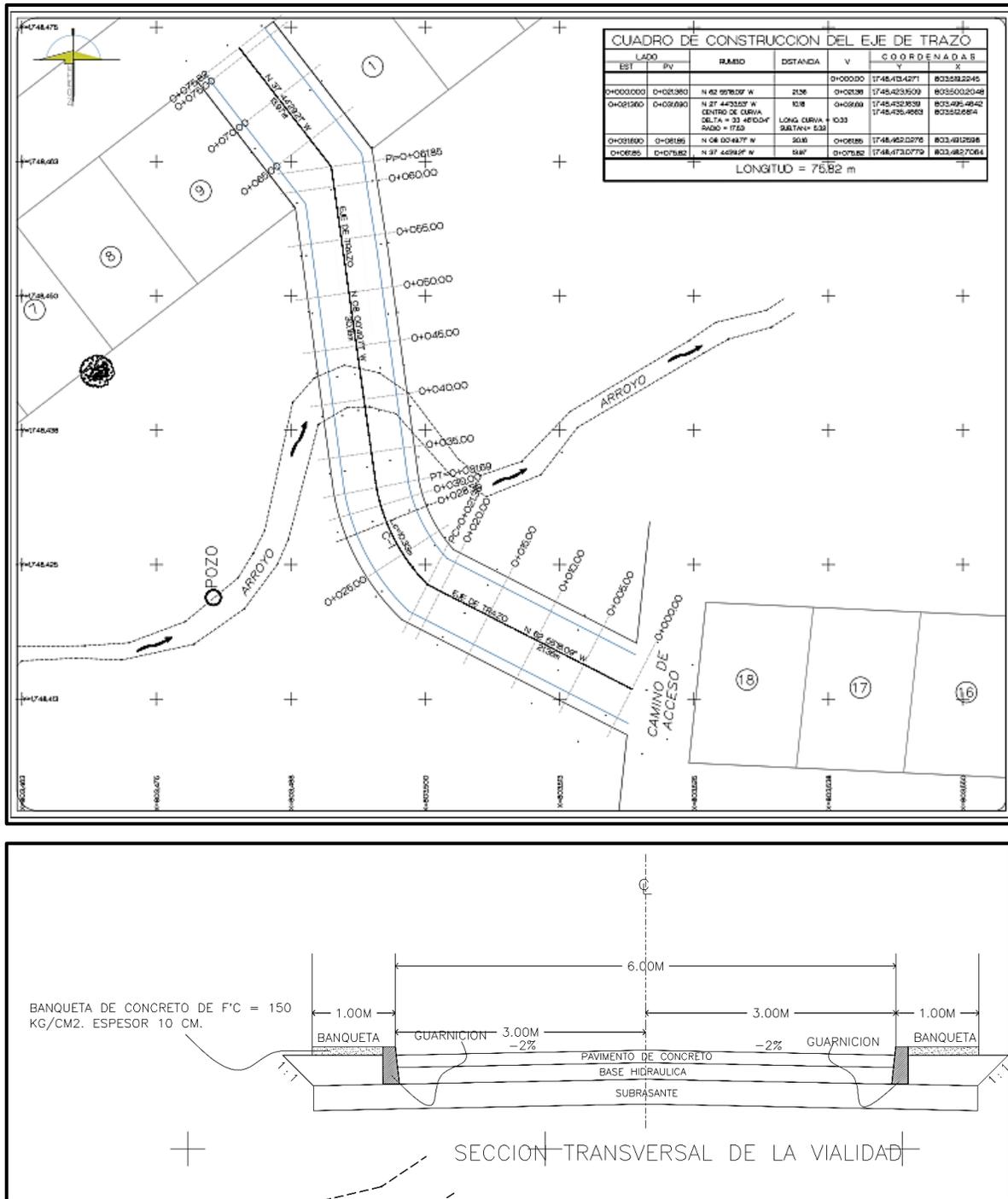


Figura II. 2. 3. 5. Diseño y corte transversal del camino de acceso

**Cuadro II. 2. 3. 3. Cuadro de construcción del camino de acceso**

C U A D R O D E C O N S T R U C C I Ó N D E L E J E D E L T R A Z O						
		RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S	
EST	PV				Y	X
				0+000.00	1,748,413.4271	803,519.2245
0+000.000	0+021.360	N 62° 55' 18.09" W	21.360	0+021.36	1,748,423.1509	803,500.2048
0+021.360	0+031.690	N 27° 44' 33.53" W	10.180	0+031.69	1,748,432.1639	803,495.4642
		CENTRO DE CURVA			1,748,435.4663	803,512.6814
		DELTA = 33° 46' 10.04"	LONG. CURVA = 10.33			
		RADIO = 17.53	SUB. TAN. = 5.32			
0+031.690	0+061.850	N 08° 00' 49.71" W	30.160	0+061.85	1,748,462.0276	803,491.2598
0+061.850	0+075.82	N 37° 44' 29.21" W	13.970	0+075.82	1,748,369.0846	803,556.7484
LONGITUD = 75.82 m						

#### II. 2. 4 Preparación del Sitio y Construcción

La preparación del terreno consiste en la delimitación del área del proyecto, trazo de lotificación, remoción de la vegetación, retiro de residuos, excavación, cortes y nivelación.

**Delimitación de área.** Se llevará a cabo la delimitación física del perímetro de los polígonos que serán afectados dentro predio por medio de estacas.

**Trazo de lotificación.** Se llevará a cabo el levantamiento topográfico del terreno, por medio de especialistas, se identificarán vértices y linderos para delimitar cada uno de los lotes, de acuerdo al plano, asimismo se realizará el trazo de calles y avenidas.

**Remoción de la vegetación.** Se retirará la vegetación previa delimitación de áreas. La remoción se realizará de manera total en aquellas superficies que hayan sido trazadas como calles. Dentro del trazo de los lotes solo se realizará la remoción parcial de la vegetación, dicha actividad se realizará de forma manual con empleo de herramienta menor.

**Retiro de residuos.** Los restos del desmonte serán picados y esparcidos en áreas donde se requiera y/o acumulados para su disposición final de acuerdo a lo establecido por el municipio.

**Cortes y nivelación.** Esta actividad se llevará a cabo de acuerdo a lo indicado en el proyecto, utilizando maquinaria para ello. Dado a la naturaleza campestre y sustentable del proyecto, la urbanización propuesta para el desarrollo del proyecto se adaptará, en la medida de lo posible a la topografía del terreno con el propósito de reducir excavaciones, cortes y rellenos, construyendo únicamente los elementos necesarios para vialidades.

### *Construcción*

En la lotificación del terreno no se considera una etapa de construcción como tal, ya que no se llevará a cabo la edificación de casas o alguna otra obra civil. La etapa de construcción considera únicamente las actividades necesarias para la construcción del camino de acceso con obra de drenaje transversal (ODT). De manera general, la construcción de la obra civil contempla la construcción de la losa de desplante, cimentación de cabezotes, colocación de terraplén y obras de alcantarillado, y la construcción de superficie de rodamiento.

La obra a realizar para unir los accesos de los dos polígonos del proyecto será por medio de una obra de drenaje transversal (ODT), con el objetivo de restituir la continuidad de la red de drenaje natural del terreno una vez ejecutadas las obras, permitiendo el paso del caudal a

través de éste, pues en el límite sur del polígono B se encuentra el cauce de un arroyo intermitente.

Las obras menores de drenaje son estructuras bajo terraplenes que conducen aguas de escurrimiento natural, se construyen transversales al cruce con el eje de las carreteras y vialidades suburbanas, en longitudes suficientes sobre caudales de arroyos, cauces, escurrideros, con el propósito de conducir por gravedad caudales a través del cuerpo de terraplén. Se clasifican en regidas y flexibles y se construyen con claros máximos horizontales de 6.00m en diferentes secciones geométricas definidas por su área hidráulica necesaria, altura de terraplén, sección hidráulica, pendiente de cauce, capacidad de carga del suelo de desplante y aprovechando los materiales encontrados en la zona (M-PRY-CAR-4-01-003/16).

En este caso, el proyecto de drenaje se llevará a cabo mediante la utilización de una alcantarilla con tubería de concreto simple, cuyas características se apegarán a lo especificado en la norma ASTM C 14 “Tubos de concreto sin refuerzo para alcantarillado”, de sección circular de .90m de diámetro y tendrá una longitud de 24.7m. Para la construcción de los muros de cabeza (cabezotes) los aleros se sujetarán a los extremos de la alcantarilla con mampostería de piedra, concreto ciclópeo o concreto armado conforme a lo establecido en el proyecto (Figura II.2.4.1).

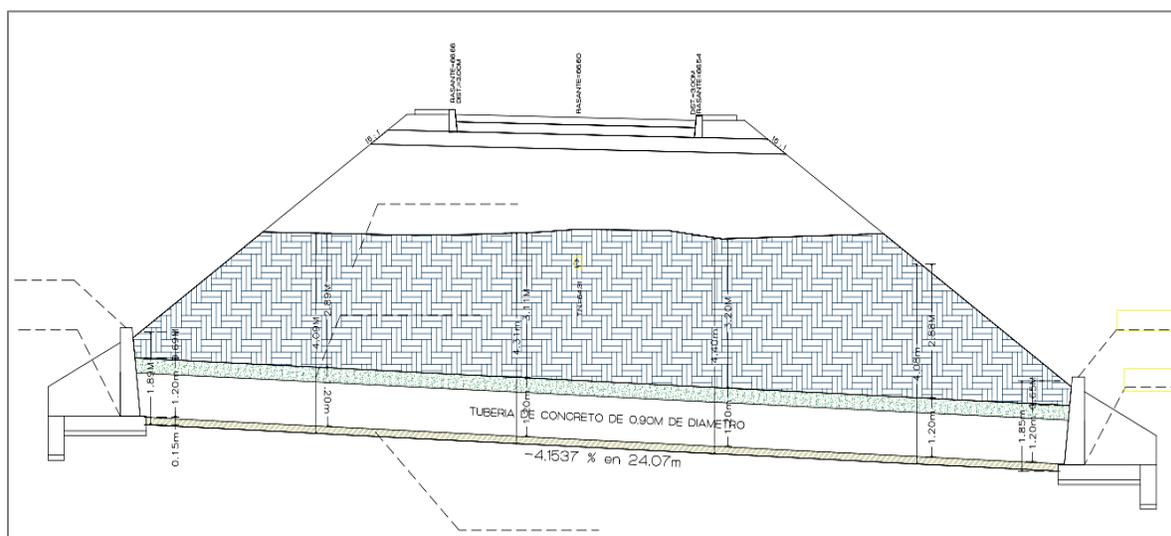
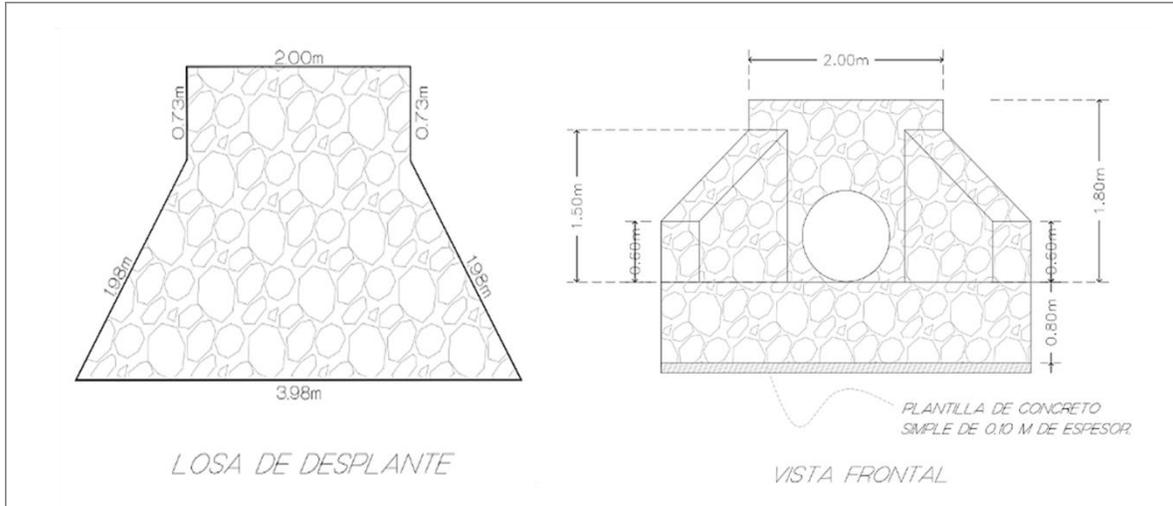


Figura II.2.4.1. Detalle de los muros de cabeza de la obra de drenaje transversal

Estos se apoyarán sobre una losa de desplante y una plantilla de concreto simple de 0.10 m de espesor (Figura II.2.4.2).



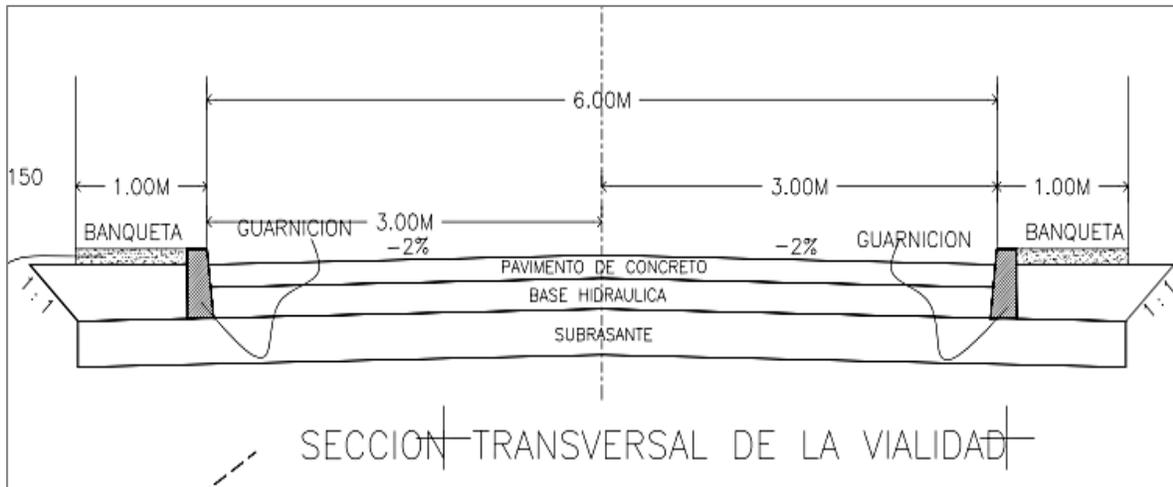
**Figura II.2.4.2.** Especificaciones de la losa de desplante

Para la instalación del tubo de concreto se excavará una zanja con taludes que garanticen su estabilidad y se rectificaran los niveles para garantizar la pendiente propuesta en el diseño hidráulico del proyecto, esta tendrá un ancho de 1.70m, se colocara una plantilla de arena de 0.15m de espesor con el fin de proporcionar un apoyo uniforme a los tubos cuidando en todo momento las pendientes establecidas en el proyecto. Esta será rellena con material de banco seleccionado, se cuidará que el material no contenga grandes piedras y guijarros. El relleno deberá ser colocado y compactado al 95% de su P.V.S.M. en capas hasta alcanzar una altura de 0.30m sobre el lomo del tubo. posteriormente se rellena el resto hasta los niveles indicados en el proyecto con material producto de la excavación (Figura II.2.4.3).



**Figura II.2.4.4.** Diseño del camino de acceso propuesto para el proyecto. Se comenzará haciendo el trazo y nivelación conforme a las especificaciones del proyecto, el material que se extraiga producto de los cortes será el mismo que se utilizará para conformar el cuerpo del terraplén o subrasante, el material será compactado al 95% del P.V.S.M para posteriormente colocar sobre ella la base hidráulica, se entiende por subbase y base de un pavimento a las capas sucesivas de materiales seleccionados que se construirán sobre la subrasante y cuya función es soportar las cargas de la superficie de rodamiento y transmitir las en tal forma que no se produzcan deformaciones perjudiciales a estas.

Por último, se construirá la superficie de rodamiento el cual, para este proyecto, estará conformado por un pavimento de concreto con una calzada de 2 carriles de 3.00m de ancho cada uno y una corona de 8.00m en los cuales están comprendidos las guarniciones y la baqueta para circulación peatonal (Figura II.2.4.5).



**Figura II.2.4.5.** Diseño de la superficie de rodamiento del camino de acceso

## II.2.5 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

No se contemplan obras provisionales del proyecto. Dado la naturaleza y dimensiones del proyecto, no se considera el uso de grandes maquinarias, ni el uso en un tiempo prolongado por lo que los operadores al concluir su jornada laboral retirarán la maquinaria a su lugar de origen, de tal forma que no es necesaria la construcción de patio de maniobras, almacenes o bodegas.

## II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto

No se contemplan obras asociadas del proyecto.

## II.2.7 Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo

El proyecto contempla una afectación total de 5.32 hectáreas de la superficie forestal de los polígonos y camino de acceso que contempla el proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote” y para lo cual se está solicitando el CUSTF a través del presente estudio.

### Sitios de muestreo y descripción del método de muestreo para la estimación del volumen

Dado las características y superficie del sitio de estudio, para la estimación de volúmenes, se llevó a cabo un muestreo por cuadrantes de acuerdo a Mostacedo y Fredericksen (2000)<sup>1</sup>. El método de los cuadrantes permite muestreos más homogéneos y tienen menos impacto de borde en comparación a los transectos.

El método aplicado consistió en delimitar un cuadrado de 10 x 10 (100m<sup>2</sup>) sobre la vegetación, dentro del cual fueron registrados todos los individuos arbóreos y arbustivos con DAP igual o mayor a 3.5 cm, obteniendo información dasométrica como diámetro, altura total y altura de fuste limpio, a partir de los cuales se obtuvieron volúmenes del arbolado.

Se realizaron un total de 7 sitios de muestreo distribuidos aleatoriamente, los cuales se ubicaron dentro de los polígonos del proyecto para el cual se solicita el CUSTF (Figura II.2.7.1), con lo que se obtuvo una intensidad de muestreo de 1.4%.

### Intensidad de muestreo

La intensidad de muestreo (IM) se estimó con la siguiente ecuación:

---

<sup>1</sup> Mostacedo, B. y Fredericksen, T. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz. 2000. Ed. BOLFOR. 92 p.

$$IM = \frac{\text{superficie muestreada}}{\text{superficie total}} \times 100$$

$$IM = \frac{700}{50000} \times 100 = 1.4$$

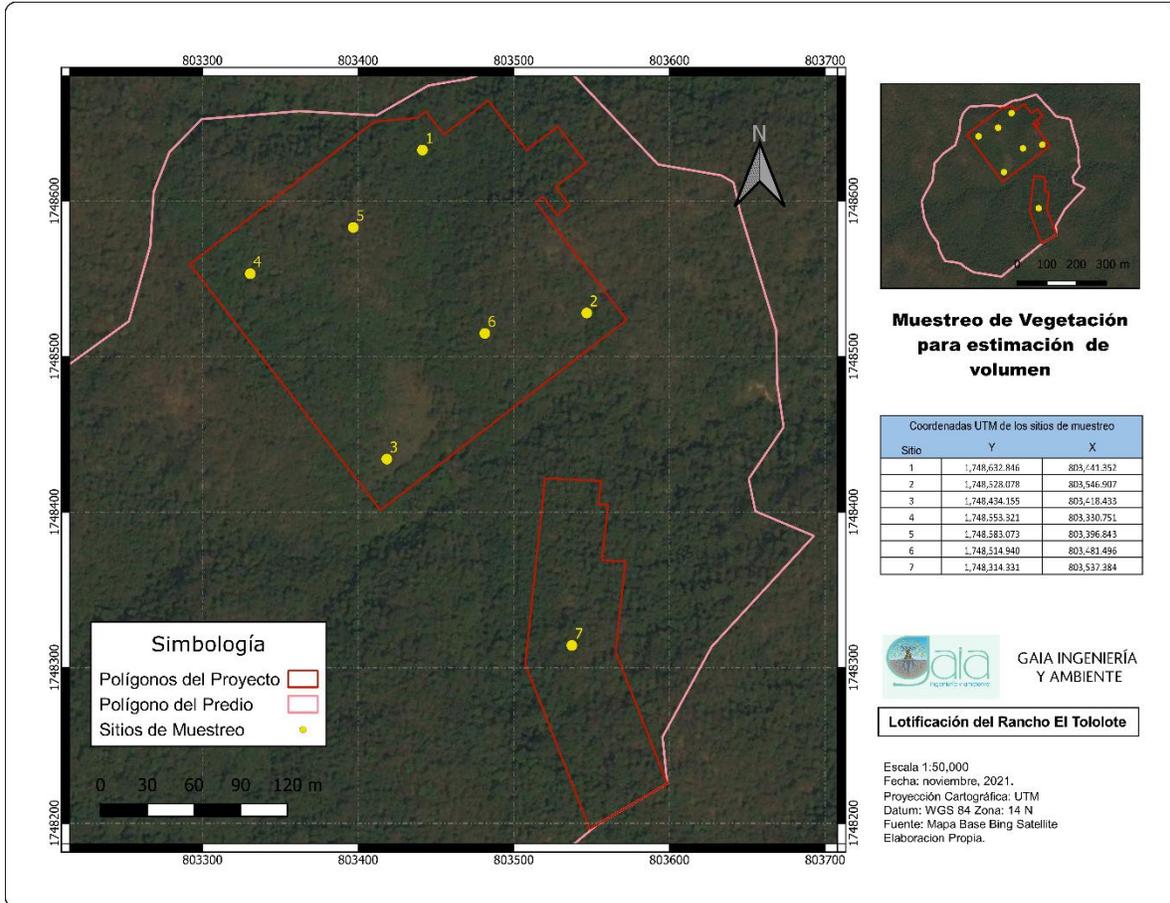


Figura II.2.7.1. Ubicación de los sitios de muestreo de vegetación para la estimación de volumen maderable

En la Figura II.2.7.2 se representa la delimitación de los cuadrantes realizadas para el registro de la información dasométrica de los individuos.

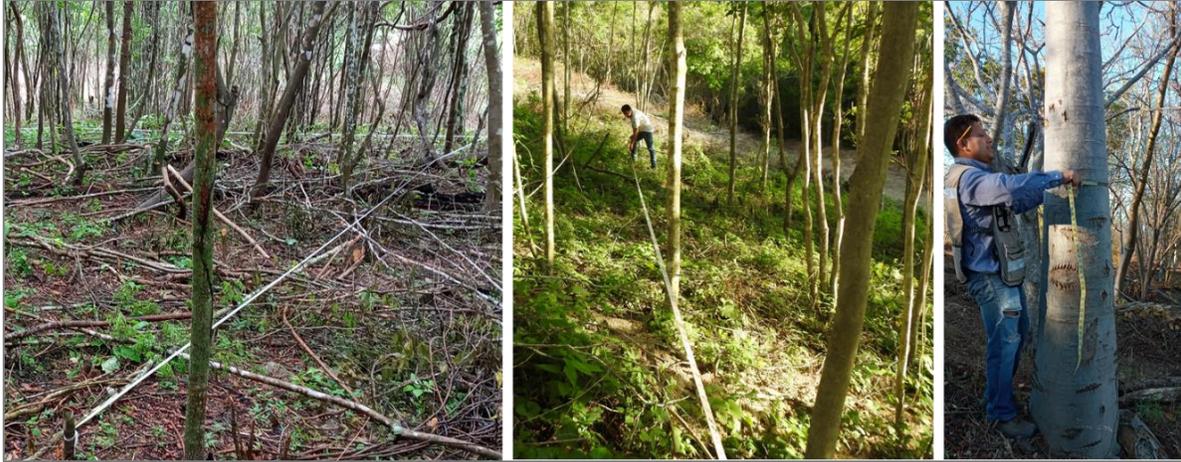


Figura II.2.7.2. Delimitación de cuadrantes y medición del arbolado

#### Datos y variables registradas

**Número de cuadrante.** 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 georreferenciada asignándole un número consecutivo a cada individuo con diámetro superior a 3 cm.

**Especie.** Se registró la especie o género de cada individuo, para aquellos individuos que no fue posible identificar en campo, se colectaron muestras botánicas para su posterior identificación con el apoyo de guías de campo, registros bibliográficos y visita a herbarios.

**Diámetro normal (DN).** La medición del diámetro de árboles en pie se realizó con la ayuda de cinta diamétrica, de acuerdo a los estándares mundiales, se registró el diámetro a la altura del pecho, que se establecen a 1.30 m del suelo.

**Altura total (AT).** Con la ayuda de pistola hagga, se midió la altura total de cada árbol desde el nivel del suelo hasta su extremo superior.

**Altura al fuste limpio (AFL).** Se midió la altura desde el nivel del suelo a las primeras ramas de la copa, utilizando pistola hagma.

### Equipo utilizado

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

- Geoposicionador satelital Garmin
- Cámara fotográfica digital
- Cinta diamétrica
- Pistola Hagma
- Cinta métrica de 100 metros
- Libreta de campo
- Plumones permanentes
- Formatos de campo
- Tabla de apoyo
- Pintura en aerosol fluorescente

### Análisis de datos

#### *Área basal*

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

$$AB = \pi \frac{DAP^2}{4}$$

#### *Volumen*

El volumen es la medida de la cantidad de madera sólida más ampliamente utilizada. En el árbol individual pueden identificarse diferentes categorías de volumen. El árbol completo, esto es considerando todos los componentes, constituye el volumen total; todos aquellos componentes cuyas dimensiones son aceptables para el mercado constituyen el volumen comercial; el volumen de desechos está conformado por secciones maderables del árbol que presentan defectos y dimensiones menores o no comerciales; también existe la denominación de volumen bruto, cuando se estima el volumen total hasta un diámetro comercial incluyendo defectos; y si a este último le descontados los defectos, se obtiene el volumen neto.

La estimación del volumen realizo con base al modelo para latifoliadas, de acuerdo a CONAFOR (1994), con base a la siguiente ecuación:

$$V = \text{Exp}(-987689+1.9349903 (\text{LN}(\text{DN})) + 1.03862975 (\text{LN}(\text{HT})))$$

Donde:

V= Volumen por individuo

DN= Diámetro normal

HT= Altura total

## Resultados

Derivado de los muestreos, se registró un total de 35 especies maderables, de las cuales 33 pertenecen al estrato arbóreo y 2 al estrato arbustivo. La estimación total de individuos por hectárea fue de 2 643 ind/ha, mientras que para el área total sujeta a CUSTF (5.3 hectáreas) se estimó una densidad total de 14, 007 individuos. El número de individuos registrados durante el muestro y estimación de individuos de cada especie por hectárea y para la superficie sujeta a CUSTF se presenta en el Cuadro II. 2. 7. 1.

**Cuadro II. 2. 7. 1. Estimación de individuos por hectárea de las especies registradas**

Núm	Estrato	Familia	Especie	Nombre común	Individuos/ hectárea	Individuos/ CUSTF
1	Arbóreo	Anacardiaceae	<i>Amphipterygium adstringens</i>	cuachalala	43	227
2	Arbóreo	Anacardiaceae	<i>Comocladia engleriana</i>	tatatil	14	76
3	Arbóreo	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	tolosuche	29	151
4	Arbóreo	Apocynaceae	<i>Stemmadenia obovata</i>	lechoso	114	606
5	Arbóreo	Bignonaceae	<i>Tabebuia spp.</i>	macuil mareño	43	227
6	Arbóreo	Bixaceae	<i>Colochpermum vitifolium</i>	cojon de caballo	29	151
7	Arbóreo	Bombacaeae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	pochote	14	76
8	Arbóreo	Burceraceae	<i>Bursera excelsa</i>	copal	200	1060
9	Arbóreo	Burceraceae	<i>Bursera simaruba</i>	mulato	57	303
10	Arbóreo	Caricaceae	<i>Jacaratia mexicana</i>	papayo	29	151
11	Arbóreo	Ebenaceae	<i>Dyospiros sp</i>	zapote	100	530
12	Arbóreo	Euphorbiaceae	<i>Cnidosc ulus sp</i>	mano de tigre	57	303
13	Arbóreo	Euphorbiaceae	<i>Jatropha curcas</i>	piñoncillo	14	76
14	Arbóreo	Fabaceae	<i>Acacia cochilliacantha</i>	quebrache	14	76
15	Arbóreo	Fabaceae	<i>Apoplanesia paniculata</i>	palo de arco	57	303
16	Arbóreo	Fabaceae	<i>Morfoespecie 2</i>	cacho de toro	171	909

**Cuadro II.2.7.1. Estimación de individuos por hectárea de las especies registradas**

Núm	Estrato	Familia	Especie	Nombre común	Individuos/ hectárea	Individuos/ CUSTF
17	Arbóreo	Fabaceae	<i>Caesalpinia velutina</i>	frijolillo	786	4164
18	Arbóreo	Fabaceae	<i>Leucaena esculenta</i>	huaje rojo	43	227
19	Arbóreo	Fabaceae	<i>Libidibia sclerocarpa</i>	ebano	29	151
20	Arbóreo	Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	matabuey	214	1136
21	Arbóreo	Fabaceae	<i>Mimosa sp</i>	zarza	29	151
22	Arbóreo	Fabaceae	<i>Albizia leucocalyx</i>	palo de fierro	14	76
23	Arbóreo	Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i>	mano de danta	86	454
24	Arbóreo	Malvaceae	<i>Heliocarpus donell-smithii</i>	Cortaelagua	29	151
25	Arbóreo	Malvaceae	<i>Quararibea funebris</i>	molinillo	43	227
26	Arbóreo	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	mora	14	76
27	Arbóreo	Nyctaginaceae	<i>Guapira petenensis</i>	palo de vaso	14	76
28	Arbóreo	Polygonaceae	<i>Ruprechtia fusca</i>	carnerito verde	29	151
29	Arbóreo	Primulaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i>	rosadilla	71	379
30	Arbóreo	Rubiaceae	<i>Exotema caribaeum</i>	quina	71	379
31	Arbóreo	Salicaceae	<i>Casearia tremula</i>	crementina	14	76
32	Arbóreo	Salicaceae	<i>Homalium trichostemon</i>	palo de piedra	71	379
33	Arbóreo	Morfoespecie 1	<i>Morfoespecie 1</i>	ocotin	57	303
34	Arbustivo	Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	cornezuelo	14	76
35	Arbustivo	Rubiaceae	<i>Randia thurberi</i>	arbol de cruz	29	151
<b>Total</b>					<b>2643</b>	<b>14007</b>

Con base a la estimación de individuos por hectárea obtenida, se estimó un volumen total de 647.07 m<sup>3</sup> si se removiera totalmente la vegetación en el predio. Las estimaciones de volumen por especie registrada en los muestreos y por hectárea se presentan en el Cuadro II.2.7.2.

**Cuadro II.2.7.2. Estimación de volumen por hectárea y para el área total de CUSTF de las especies registradas**

Núm.	Estrato	Familia	Especie	Nombre común	Volumen (m <sup>3</sup> )	
					Hectárea	CUSTF
1	Arbóreo	Anacardiaceae	<i>Amphipterygium adstringens</i>	cuachalala	0.66	3.48
2	Arbóreo	Anacardiaceae	<i>Comocladia engleriana</i>	tatatil	1.29	6.85
3	Arbóreo	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	tolosuche	0.14	0.72
4	Arbóreo	Apocynaceae	<i>Stemmadenia obovata</i>	lechoso	1.86	9.86
5	Arbóreo	Bignonaceae	<i>Tabebuia spp.</i>	macuil mareño	0.40	2.14

**Cuadro II.2.7.2. Estimación de volumen por hectárea y para el área total de CUSTF de las especies registradas**

Núm.	Estrato	Familia	Especie	Nombre común	Volumen (m <sup>3</sup> )	
					Hectárea	CUSTF
6	Arbóreo	Bixaceae	<i>Colochpermum vitifolium</i>	cojon de caballo	6.74	35.74
7	Arbóreo	Bombacaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	pochote	4.20	22.27
8	Arbóreo	Burceraceae	<i>Bursera excelsa</i>	copal	8.70	46.10
9	Arbóreo	Burceraceae	<i>Bursera simaruba</i>	mulato	3.88	20.56
10	Arbóreo	Caricaceae	<i>Jacaratia mexicana</i>	papayo	10.26	54.36
11	Arbóreo	Ebenaceae	<i>Dyospiros sp</i>	zapote	0.88	4.67
12	Arbóreo	Euphorbiaceae	<i>Cnidoscylus sp</i>	mano de tigre	8.27	43.85
13	Arbóreo	Euphorbiaceae	<i>Jatropha curcas</i>	piñoncillo	3.90	20.69
14	Arbóreo	Fabaceae	<i>Acacia cochilliicantha</i>	quebrache	0.45	2.39
15	Arbóreo	Fabaceae	<i>Apoplanesia paniculata</i>	palo de arco	1.67	8.87
16	Arbóreo	Fabaceae	<i>Morfoespecie 2</i>	cacho de toro	3.66	19.38
17	Arbóreo	Fabaceae	<i>Caesalpinia velutina</i>	frijolillo	17.56	93.08
18	Arbóreo	Fabaceae	<i>Leucaena esculenta</i>	huaje rojo	0.63	3.35
19	Arbóreo	Fabaceae	<i>Libidibia sclerocarpa</i>	ebano	11.96	63.36
20	Arbóreo	Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	matabuey	5.20	27.54
21	Arbóreo	Fabaceae	<i>Mimosa sp</i>	zarza	3.02	15.99
22	Arbóreo	Fabaceae	<i>Albizia leucocalyx</i>	palo de fierro	1.85	9.83
23	Arbóreo	Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus jatrophiifolius</i>	mano de danta	6.17	32.72
24	Arbóreo	Malvaceae	<i>Heliocarpus donell-smithii</i>	Cortaelagua	1.79	9.47
25	Arbóreo	Malvaceae	<i>Quararibea funebris</i>	molinillo	5.87	31.13
26	Arbóreo	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	mora	1.76	9.35
27	Arbóreo	Nyctaginaceae	<i>Guapira petenensis</i>	palo de vaso	0.23	1.24
28	Arbóreo	Plygonaceae	<i>Ruprechtia fusca</i>	carnerito verde	0.28	1.51
29	Arbóreo	Primulaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i>	rosadilla	1.40	7.42
30	Arbóreo	Rubiaceae	<i>Exotema caribaeum</i>	quina	4.50	23.85
31	Arbóreo	Salicaceae	<i>Casearia tremula</i>	crementina	0.50	2.65
32	Arbóreo	Salicaceae	<i>Homalium trichostemon</i>	palo de piedra	0.73	3.86
33	Arbóreo	Morfoespecie 1	<i>Morfoespecie 1</i>	ocotin	1.45	7.67
34	Arbustivo	Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	cornezuelo	0.11	0.59
35	Arbustivo	Rubiaceae	<i>Randia thurberi</i>	arbol de cruz	0.14	0.75
<b>Total</b>					<b>122</b>	<b>647</b>

Dada la composición de especies y las características dasométricas del arbolado que presenta el área podemos percatarnos que se trata de una comunidad vegetal compuesta en su mayoría de individuos de baja altura y diámetros menores, lo cual coincide con el hecho de que gran parte del

terreno corresponde a terrenos que fueron usados para la agricultura y que actualmente se encuentran en desuso.

### **Existencias reales del arbolado a derribar**

De acuerdo a lo solicitado por la Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos de la SEMARNAT se presentará un informe (Relación de marqueo) para lo cual los individuos a remover en el predio serán señalados con pintura fosforescente en la base del árbol y los datos dasométricos serán registrados para el cálculo de las existencias reales.

### **II.2.8 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo**

En este apartado se realizó un análisis y valoración de los recursos biológicos presentes que se afectarían en el ecosistema donde se ubica el área sujeta a cambio de uso de suelo para el proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote”, basándose como punto de partida en el conocimiento de que son los recursos biológicos forestales, los cuales son definidos por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en su artículo 7 fracción XLVI como “Las especies y variedades de plantas, hongos y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquellas para la investigación” .

Es importante reconocer que los recursos biológicos tienen una función dentro del ecosistema que se afecta y las implicaciones ecológicas que traen consigo su afectación a través del cambio de uso de suelo propuesto.

En lo que ha esto respecta, hay que contemplar en principio, que la diversidad biológica es un estabilizador ecológico dentro del contexto de desarrollo sostenible, porque mientras mayor sea la diversidad del ecosistema, las especies y los genes, los sistemas biológicos tendrán mayor capacidad de mantener la integridad de sus relaciones básicas (resiliencia). Esta capacidad de los sistemas biológicos asegura la permanencia de los mismos a través del tiempo. En este sentido, la conservación de la biodiversidad puede ser considerada como un elemento esencial de cualquier propuesta de desarrollo sostenible (Holling, 1994)<sup>2</sup>. La biodiversidad es importante tanto desde el punto de vista ecológico, ya que los ecosistemas mantienen el equilibrio de funciones vitales para

---

<sup>2</sup> Holling, C.S. 1994. Resilience and stability of ecological systems. *Ann. Rev. Ecol. Systemat.* 4: 12-23.

la vida de las especies, incluyendo al ser humano, como desde el punto de vista socioeconómico, por el sostén que brinda en términos de materias primas para procesos de producción o bienes para el consumo y servicios ambientales (Figeroa, 2005)<sup>3</sup>.

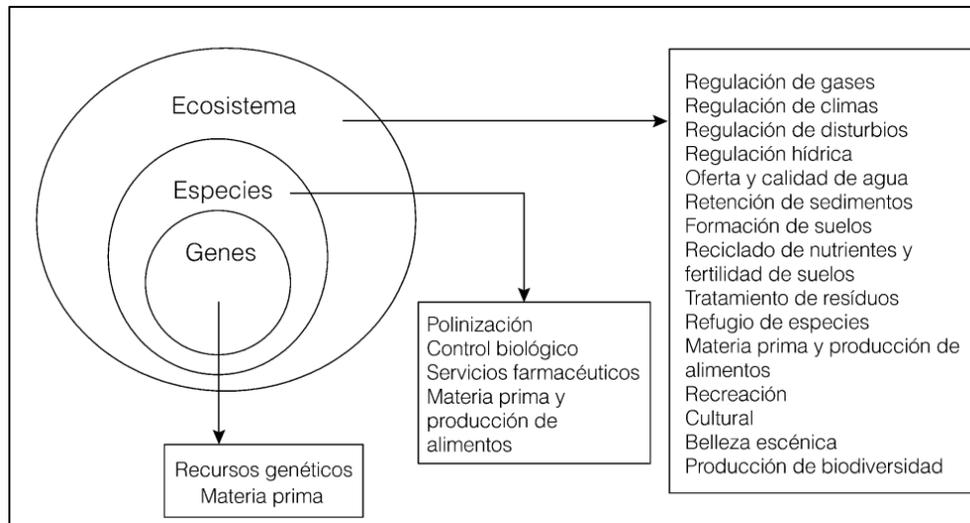
Muchos autores consideran funciones ambientales y servicios ambientales como términos equivalentes. En realidad, no existe una definición y clasificación única sobre los servicios ambientales. Algunos autores (Huetting, 1990)<sup>4</sup> diferencian entre servicios ambientales, funciones ambientales y bienes ambientales. Definen bien ambiental como producto de la naturaleza directamente aprovechado por el ser humano, funciones ambientales o ecológicas como los posibles usos de la naturaleza por los humanos, y servicios ambientales como las posibilidades o el potencial a ser utilizados por los humanos para su propio bienestar. Otros autores (De Groot, 1992)<sup>5</sup> consideran que los ecosistemas proveen solamente funciones reguladoras, productivas, portadoras e informativas. Lo importante es entender como la sociedad percibe los usos de los flujos de servicios ambientales que provienen de un ecosistema de sus especies y de su material genético. Los recursos de la biodiversidad constituyen un potencial enorme para el desarrollo sustentable futuro en base a nuevas alternativas de uso, especialmente en lo referente a los recursos genéticos, las plantas medicinales para la obtención de nuevos fármacos y los microorganismos, el ecoturismo, la agricultura en base a las especies nativas, la cría de animales para diversos fines y el manejo forestal, entre otros. La Figura II.2.8.1 muestra en forma esquemática los servicios que presta la biodiversidad en las tres dimensiones: genes, especies y ecosistema.

---

<sup>3</sup> Figeroa, J.R. 2005. Valoración de la biodiversidad: perspectiva de la economía ambiental y la economía ecológica. *Interciencia* 30: 103-107.

<sup>4</sup> Huetting, R. 1990. The Brundtland report: A matter of conflicting goals. *Ecol. Econ.* 2: 109-117.

<sup>5</sup> De Groot, R.S. 1992. Functions of nature. *Evaluation of nature in environmental planning, management and decision making*. Noordhoff. Deventer, Holanda. 315 pp.



Fuente: Tomado de Figueroa (2005)<sup>6</sup>

**Figura II. 2. 8. 1.** Estructura analítica para los servicios que ofrece la diversidad biológica al sistema económico y social.

### *Valoración Económica*

La valoración económica del medio ambiente consiste en darle un valor monetario a bienes y servicios ambientales que no son transados en los mercados y por tanto no tienen precio explícito. La noción de valoración económica de la biodiversidad solo es capaz de reconocer aquellos valores asociados a una posición ética denominada subjetivismo antropocéntrico (Oksanen, 1997)<sup>7</sup>, demostrando que los valores económicos no se encuentran en la diversidad biológica ni en los entes biológicos que la determinan, sino que son generadas por las personas que la valoran, y definiendo el valor económico de un recurso natural como la sumatoria de los montos que están dispuestos a pagar todos los individuos involucrados en el uso o manejo de dicho recurso.

### *Clasificación de valores y valores forestales*

Los valores económicos se basan en las preferencias de los individuos, por lo que dichos valores dependen de: (1) la percepción de las personas sobre el objeto y el resto de los objetos relacionados y relevantes; (2) los valores mantenidos por las personas y sus preferencias asociadas; y (3) el contexto de la valoración. Aun cuando la terminología usada no ha

<sup>6</sup> Op. Cit.

<sup>7</sup> Oksanen, M. 1997. The moral value of biodiversity. *Ambio* 26: 541- 545.

sido totalmente consensuada, varios economistas ambientales han avanzado en una tipología de valores relacionados con los servicios ecosistémicos.

En general, los valores de los servicios ecosistémicos se clasifican en valores de uso y no uso. Los primeros incluyen todas las formas directas e indirectas en las cuales un agente espera hacer uso físico de un recurso natural. A su vez, estos valores se dividen en valores de uso directo e indirecto. Los primeros son bienes o servicios que pueden ser consumidos directamente. Los usos indirectos son, esencialmente, las funciones ecológicas proporcionadas por los recursos. Los valores de no uso no significan sin uso, se refiere al hecho de que las personas asignan valores aun cuando nunca vayan a hacer uso del recurso valorado. El concepto de valor de no uso incluye los valores de opción y valores de existencia. El valor de opción es el valor que le representa a un individuo el saber que algún recurso natural está disponible en el futuro; es decir, mantiene la opción de poder beneficiarse. El concepto de valor de existencia incluye los valores vicarios, inherentes y de herencia. El valor vicario se refiere al valor de saber que otros individuos podrán usar un recurso determinado. El valor inherente se deriva de conocer que el recurso existe, y el de herencia de conocer que los recursos estarán disponibles para futuras generaciones.

Algunos economistas usan frecuentemente el término de “valor de existencia” o “fuera del sitio” para referirse a los beneficios de no uso (Bishop y Heberlein, 1990)<sup>8</sup>. De acuerdo a Secretariat of the Convention on Biological Diversity [CBD] (2001)<sup>9</sup> algunos ejemplos de estos valores en el ámbito de los recursos forestales son:

- a. *Valores de uso directo.* Madera, carbón, leña, algunos productos no maderables, información genética en la actividad agrícola y farmacéutica. Recreación/ turismo, investigación/educación y cultura/religión.
- b. *Valores de uso indirecto.* Funciones de cuenca: conservación de suelo, oferta de agua, agua de calidad, protección contra inundaciones y tormentas, protección para la actividad pesquera.

---

<sup>8</sup> Bishop, R. C., and T.A. Heberlein. 1990. The contingent valuation method. In R. L. Johnson, & G. V. Johnson (Eds.), economics valuation of natural resources: Issues, theory and application (pp. 81-104). Boulder, CO, USA: Westview Press.

<sup>9</sup> Secretariat of the Convention on Biological Diversity (SCBD). 2001. The value of forest ecosystems. Montreal, Canadá.

Clima global: almacenamiento de carbón, fijación de carbón, biodiversidad y amenidades locales.

- c. *Valores de opción y de existencia.* La conservación en general de la biodiversidad y ecosistemas recreativos.

En México, el tema de la valoración económica aplicada a la biodiversidad forestal, aunque presenta avances, es limitado tanto en el número de estudios realizados como en la variedad de los métodos. Pocos estudios se han ocupado de los problemas que los métodos presentan; es decir, los sesgos, los cuales reducen el nivel de confiabilidad de los resultados. De igual manera, la ampliación de los estudios hacia otros niveles de la biodiversidad presenta retos y oportunidades importantes (Romo-Lozano *et al.*, 2007)<sup>10</sup>.

Dado que los valores de existencia y los valores de opción de los recursos biológicos son metodológicamente difícil de medir en términos monetarios, en estos casos, los métodos de valoración económica deben utilizarse solo como instrumentos complementarios para las políticas de asignación de recursos. Las técnicas de valoración no apuntan a entregar el valor de la biodiversidad *per se*, sino estimaciones del valor económico asociado a ciertos bienes o servicios compatibles con la conservación de la misma. Si bien algunos recursos naturales poseen un precio en el mercado, este no contempla, en la mayoría de los casos, la amplia variedad de funciones que le añaden un valor económico mayor generalmente desestimado al tomar decisiones relacionadas con su manejo (Baez-Quiñones, 2018).<sup>11</sup>

El enfoque del Valor Económico Total plantea que cualquier bien o servicio está compuesto por varios atributos, algunos de los cuales son tangibles y fácilmente medibles, mientras que otros pueden ser más difíciles de cuantificar. Sin embargo, el valor total es la suma de todos estos componentes y no solamente de aquellos que pueden ser fácilmente medidos.

De esta forma el valor de uso se conforma por el valor de uso directo, que se refiere al recurso que se obtiene por el desarrollo de cierta actividad; el valor de uso indirecto, que son aquellos beneficios que se

<sup>10</sup> Romo-Lozano, JL., J. López-Upton, J.J. Vargas-Hernández y M. Avila-Angulo. 2007. Valoración económica de la biodiversidad forestal en México, una revisión. *Rev. Chapingo Ser. Cienc. For. Ambient* 23: 75-90.

<sup>11</sup> Baez-Quiñones, N. 2018. Valoración económica del medio ambiente y su aplicación en el sector ganadero cubano *Pastos y Forrajes*, vol. 41, núm. 3.

derivan del funcionamiento de los ecosistemas; y el valor de opción, que se refiere a la posibilidad de utilizar, o no, el recurso ambiental en el futuro. El primero se refiere a la posibilidad de que el recurso sea consumido por las generaciones futuras, y el segundo, al conocimiento de la existencia de un determinado activo ambiental; la cual, aunque sea por convicción moral, parece valiosa (Ferro *et al.*, 2016)<sup>12</sup>.

Bajo este escenario, y con el objeto de poder asignar una estimación económica de recursos presentes en el área ocupada por el proyecto y para el cual se solicita el CUSTF, se utilizaron dos tipos de valorizaciones (1) *Valor de uso directo*: Madera, carbón, leña, y (2) *Valor de uso indirecto*, estimado a través del pago por servicios ambientales que la CONAFOR establece.

### 1. El valor de uso directo

De acuerdo a Báez-Quiñones (2018) la técnica de Valores directos de mercado o precios de mercado disponibles es utilizada en economías donde existen mercados bien definidos, en los que se sigue la práctica de asignar un valor monetario al recurso biológico de que se trate, bajo el supuesto de que dicho precio describe razonablemente el valor que posee, entendiéndose que dicho concepto va más allá de ser solamente valor de uso.

Para asignarle un valor directo de las materias primas forestales que pueden derivar del área sujeta al cambio de suelo para el proyecto “Lotificación de Rancho El Tololote” bajo el supuesto que se obtuviera algún beneficio por la venta de los productos como madera, para lo cual se consideró el volumen comercial, así como el beneficio económico que se obtendría por la venta de leña, obtenido a partir del volumen de ramas y carbón, a partir de la producción generada por los individuos encontrados en el estrato arbustivo. Para la obtención de estos precios se tomó como referencia los precios de productos forestales maderables reportados por la SEMARNAT (2021).

Bajo este contexto y de acuerdo a lo reportado en el anuario estadístico de la producción forestal (2018)<sup>13</sup> dentro de la categoría “*Otras latifoliadas*” se reporta que para este grupo de especies, el precio

<sup>12</sup> Ferro, H.; G. Gómez y P. Herrera. 2016. Valoración económica de los impactos ambientales seleccionados del cuabal en la Reserva Ecológica La Coca, La Habana, Cuba. *Acta Botánica Cubana* 215:24-37.

<sup>13</sup> SEMARNAT. 2021. Anuario estadístico de la producción forestal 2018. México.

medio nacional más alto corresponde a la madera en rollo que se destinó a postes, pilotes y morillos con un precio de \$1,797.59 m<sup>3</sup>r. Por el contrario, los productos con un menor precio medio nacional fueron los destinados a celulósicos (\$433.95 m<sup>3</sup>r) y leña (\$338.46 m<sup>3</sup>r). mientras que en la categoría de “*Comunes tropicales*”, se reporta que, para este grupo de especies, los precios medios nacionales más altos corresponden a la trocería destinada a los productos de postes, pilotes y morillos (\$2,988.23 m<sup>3</sup>r), durmientes (\$2,337.69 m<sup>3</sup>r), chapa y triplay (\$1,600 m<sup>3</sup>r) y escuadría (\$1,477.64 m<sup>3</sup>r). Por el contrario, los productos con un menor precio medio nacional fueron los destinados a carbón (\$752.86 m<sup>3</sup>r), leña (\$623.73 m<sup>3</sup>r) y celulósicos (\$364.52 m<sup>3</sup>r).

### *Madera*

De acuerdo a las estimaciones de volumen presentadas para este estudio, como parte del cambio de uso de suelo en 5.3 hecteras se obtendría un volumen aproximado de 647 m<sup>3</sup> considerando la altura total del árbol y de 400m<sup>3</sup> si se considera unicamente el volumen comercial. Hay que considerar que los precios que se presentan son precios promedio ponderados. En este estudio se consideró el precio por m<sup>3</sup> Libre a Bordo para trocería obtenida en predio, la cual corresponde al precio de la trocería en el predio puesta en la brecha para ser cargada al camión, ya que no se considera la transformación de madera en aserradero tiene un precio de \$2,598.80 (Figura II.2.8.2) por lo que se obtendría un valor de \$1,039,520.00, sin embargo hay que considerar que las especies presentes en el predio no son de interés económico por las características de su madera, y por otro lado, las pocas especies que pudieran a llegar a considerarse de interés, no alcanzan, en su mayoría, la talla comercial.

OTRAS TROPICALES		
Precios Libre a Bordo para trocería por metro cúbico		
Obtenidos en:	Tipo de precio	Primario
Aserraderos	LAB en brecha	1,548.24
	LAB en aserradero	3,214.29
Predios	LAB en brecha	2,598.80
Precios Libre a Bordo en aserradero para madera aserrada por pie tabla		
Largas dimensiones		Cortas dimensiones
Selecta	Millrun	
27.32	17.18	14.79

Fuente: Tomado de SEMARNAT (2021)

Figura II. 2. 8. 2. Precios para trocería de la categoría “Otras tropicales”

### Leña

Las materias forestales que pueden ser utilizadas para la producción de leña provienen de las ramas, brazuelos y puntas de árboles adultos. De manera general se considera que del volumen total del árbol 16% estaría considerado para leña. De esta forma tendríamos que de los 640.6 m<sup>3</sup> de volumen estimados aproximadamente 102.5 m<sup>3</sup> podrían ser vendidos para leña, obteniendo una ganancia de \$ 63,932.32.

### 2. Valor de uso indirecto

Los valores de uso indirecto se refieren a los beneficios que recibe la sociedad a través de los servicios de los ecosistemas y de las funciones del hábitat. 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. Los valores de uso activo indirecto se pueden clasificar en valores ambientales y valores ecosistémicos (Conabio, 1996). Entre los servicios ambientales destacan el filtrado de aguas residuales y el funcionamiento del ecosistema como criadero de especies pesqueras; adicionalmente existen otras funciones ambientales como el control de plagas, control de inundaciones y protección contra tormentas. Por otra parte, entre los valores ecosistémicos se encuentran la fijación de

carbono de la atmósfera, el ciclaje de nutrientes, la fijación de nitrógeno en el suelo, y la autopreservación del ecosistema.

Con el fin de impulsar la conservación de las áreas forestales y los servicios ambientales que éstas proveen, la Comisión Nacional Forestal ha promovido, como estrategia, la generación de mercados de servicios ambientales. Para tal efecto, otorga apoyos económicos a los dueños o legítimos poseedores de terrenos con recursos forestales para conservar los servicios ambientales que generan.

En nuestro país, el programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA) es considerado como uno de los instrumentos de política pública de mayor trayectoria y aceptación (González, 2012), contando con 17 años de experiencia y variedad de modalidades y formas de apoyo. La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), es el organismo encargado de operar la estrategia de PSA desde 2003, principalmente en tierras de propiedad colectiva (comunidades y ejidos), mediante esquemas como el programa federal de PSA, Fondo para la Conservación de la Biodiversidad y los Mecanismos Locales de Pago por Servicios Ambientales a través de Fondos Concurrentes. Desde su inicio, el programa de PSA en modalidad de recursos hidrológicos (PSAH), e incorporando posteriormente otras modalidades (biodiversidad y captura de carbono), tuvo una implementación creciente a nivel nacional. El PSAH establece bajo convenios de colaboración a cinco años entre el usuario único centralizado de los SE y los proveedores de los SE (mayoritariamente las comunidades y los propietarios privados pequeños), tanto las formas de supervisión por parte de la CONAFOR, como las formas en que serán cumplidas las actividades que realizan los proveedores, y que están establecidas dentro de la llamada Guía de Mejores Prácticas de Manejo (Muñoz-Piña *et al.*, 2008; Perevochtchikova, 2014).

Área de pago diferenciado y monto de apoyo		Superficies de apoyo	
Por el servicio ambiental	Por la asistencia técnica anual	Superficie mínima (ha)	Superficie máxima (ha)
Área 1 \$1,100 ha/año	De 100 a 500 ha = \$ 20,000 De 501 a 1000 ha = \$30,000 Mayor a 1000 ha = \$40,000	100 ha para personas físicas, sociedades y asociaciones  200 ha para ejidos, comunidades y agrupaciones	200 para personas físicas,  500 para Sociedades y Asociaciones y agrupaciones  2,000 para ejidos, comunidades y agrupaciones  Ejidos y Comunidades que cuenten con Programa de Manejo Forestal Maderable vigente hasta 1,000.
Área 2 \$700 ha/año			
Área 3 3a. \$382 ha/año 3b. \$280 ha/año			
Área 4 4a \$1,100 ha/año 4b \$700 ha/año	De 100 a 500 ha = \$16,500 De 501 a 1000 ha = \$25,000 Mayor a 1000 ha = \$35,000		
Área 5 \$382 ha/año			
Área 6 \$280 ha/año			

Fuente: Tomado de Reglas de operación CONAFOR 2021

**Figura II.2.8.3.** Monto y superficie de apoyos para el Pago por Servicios Ambientales para el año 2021

De esta forma, y considerando que una superficie de 5.3 hectáreas, tendríamos que el valor asignado al predio, por los servicios ambientales que nos brinda sería de \$5,500.00 al año. Sin embargo, hay que considerar que, de acuerdo a las reglas de operación del programa, no todas las áreas son elegibles a pago, adicionalmente la CONAFOR establece una superficie mínima para poder solicitar el pago, por lo que el predio bajo estudio, no estaría considerado para recibir este pago.

### II.2.9 Operación y mantenimiento

Debido a la naturaleza del proyecto la etapa de operación y mantenimiento para el proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote” contempla únicamente llevar a cabo la limpieza manual de los terrenos de manera periódica, principalmente de las calles y vías de acceso.

### II.2.10 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Debido a la naturaleza del proyecto no se considera una etapa de abandono del sitio.

### II.2.11 Programa de trabajo

Se considera un período aproximado de 12 meses para concluir las actividades de preparación del sitio y construcción, de acuerdo a la calendarización propuesta en el Cuadro II.2.11.1.

Cuadro II.2.11.1 Programa calendarizado general de trabajo para el proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote”														
Fase del proyecto	Actividades del proyecto	Mes												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	(...)
Preparación	Delimitación del área	■												
	Trazo de lotificación	■												
	Remoción de vegetación		■											
	Cortes y Nivelación del terreno			■	■									
Construcción	Construcción del camino de acceso					■	■	■	■	■	■			
Operación y mantenimiento	Limpieza manual de terrenos											■	■	■

### II.2.12 Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera

#### Residuos líquidos

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se realizará la instalación de sanitarios portátiles. La empresa contratada para la instalación de los sanitarios portátiles será la responsable del mantenimiento y disposición adecuada de los residuos.

#### Emisiones a la atmosfera

Durante la etapa de preparación del sitio se producirán un aumento de emisiones a la atmósfera como gases de combustión y partículas suspendidas ocasionado por la operación maquinaria. La afectación al área será de manera puntual y de corto plazo. Se considera un tiempo aproximado de 12 meses para concluir con las actividades. Una vez que se concluyan con los trabajos el impacto desaparece. La aplicación de una medida de mitigación como el riego de áreas de trabajo puede reducir

considerablemente el impacto, asimismo se verificará que la empresa contratista encargada de realizar los trabajos cumpla con la normatividad correspondiente.

## Ruido

La generación de ruido durante la etapa de preparación y construcción será emitida por la operación de vehículos y maquinaria en el área de trabajo. Es conveniente que los vehículos que transporten los materiales de construcción, así como el equipo y maquinaria que operara cuenten con buen mantenimiento de forma que sus emisiones de ruido, partículas suspendidas y gases a la atmósfera se encuentren dentro de los límites máximos permisibles por la normatividad, lo cual es responsabilidad de la empresa contratista encargada de llevar a cabo los trabajos.

En términos de la emisión de ruido por vehículos, se debe dar cumplimiento a la normatividad señalada a continuación:

NOM-080-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. 13/ENE/95

Asimismo, se sugiere la observancia del artículo 11 del Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación originada por la emisión de Ruido, el cual establece un nivel de ruido máximo permisible para fuentes fijas (como pueden considerarse algunas áreas de trabajo), de 68 dB (A) de las 6:00 a las 22:00 horas. En las maniobras de carga y descarga realizadas en la vía pública el nivel de ruido no deberá rebasar un nivel de 90 dB (A) de las 7:00 a las 22:00 hrs y de 85 dB(A) de las 22:00 a las 7:00 hrs<sup>14</sup>.

### II. 2. 13 Residuos

**Material vegetal.** Derivado de la actividad de desmonte de las áreas autorizadas, se generarán restos vegetales los cuales serán picados y distribuidos como abono para el mejoramiento de suelos en áreas del predio que lo requieran.

---

<sup>14</sup> Diario Oficial de la Federación. 2003. Reglamento para la Protección del Ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido. Publicado el 23 de abril de 2003.

**Material de despalme.** El suelo que sea recuperado será utilizado en otras áreas del mismo predio.

**Aguas residuales.** Se contratarán baños portátiles considerando 1 por cada 10 trabajadores. La empresa contratada será la responsable de la limpieza y disposición final de estos residuos.

**Residuos sólidos urbanos.** Se espera la generación de residuos sólidos urbanos derivados del consumo de alimentos de los trabajadores., para lo cual se contempla la colocación de tambos de 200 litros para su almacenamiento temporal. Con la frecuencia que sea necesaria el contenido será trasladado al sitio que disponga la autoridad municipal para ello.

**Residuos propios de la construcción (escombros).** Se entiende por escombros la mezcla de residuos sólidos propios de la construcción y que está formada por restos de mezcla, pedacería de block, bolsas de papel, pedacería de alambre, PVC, hierro, cartón, madera, etc. Este material se acumulará en zonas previamente definidas al interior del predio y las cuales serán retiradas periódicamente del predio al sitio que disponga la autoridad municipal para ello. No se tiene una estimación del volumen de escombros que se generará.

**Residuos peligrosos.** Debido a la operación propia de la maquinaria que se utilizará para el desarrollo de las obras y el empleo de ciertas sustancias en algunos de los procesos de obra, se espera la generación de residuos peligrosos consistentes en aceite quemado, estopas impregnadas con hidrocarburos, envases de sustancias peligrosas, etc. Todos estos residuos serán almacenados en un área adecuada para ello, que contará con firme de concreto, así como con la debida señalización y medidas de seguridad. Se contratará una empresa especializada y debidamente autorizada para la disposición final de los residuos peligrosos.

### III. VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACION SOBRE USO DEL SUELO

Para la realización de cualquier obra o actividad que contemple el cambio y uso del suelo, es necesario identificar y analizar los diferentes instrumentos en materia ambiental tales como Normas Oficiales, Leyes, Planes y Programas de Desarrollo con la finalidad de establecer propuestas a tomar para corregir o mitigar las alteraciones que pudieran producirse al medio ambiente, permitiendo satisfacer las necesidades de garantizar la calidad ambiental de los ecosistemas donde estos se desarrollarán.

Con base en lo especificado anteriormente y para fines del presente estudio, en este apartado se abordaron diferentes instrumentos políticos y de planificación orientado a identificar y presentar un soporte legal que demuestre que el proyecto denominado “Lotificación de Rancho El Tololote”, se ajusta a las políticas jurídicas, normativas y administrativas establecidas.

#### III.1. ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES

##### ▪ Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

En su Artículo 25, la Constitución hace referencia que el estado le corresponde garantizar el desarrollo nacional para que ésta sea integral y sustentable, que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales. Al desarrollo económico nacional concurrirán, con responsabilidad social, el sector público, el sector social y el sector privado, sin menoscabo de otras formas de actividad económica que contribuyan al desarrollo de la Nación. Bajo estos criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad

se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.

Asimismo, en los Artículos 26 y 27 se establecen los principios de planeación y ordenamiento de los recursos naturales para impulsar y fomentar el desarrollo productivo del país siempre con el objetivo de proteger y conservar el medio ambiente. Los Artículos 73, 115 y 122 definen las facultades de la federación, los estados y los municipios en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico. En estos artículos se establece que los municipios tendrán a su cargo legislar en materia de planeación del desarrollo urbano, uso del suelo, preservación del medio ambiente y protección ecológica; vivienda; construcciones y edificaciones.

En su Artículo 115 de la Constitución Política establece que: Los Estados adoptarán, para su régimen interior, la forma de gobierno republicano, representativo, popular, teniendo como base de su división territorial y de su organización política y administrativa, el Municipio Libre, conforme a las bases siguientes:

V. Los Municipios, en los términos de las leyes federales y estatales relativas, estarán facultados para:

- a) Formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal;
- b) Participar en la creación y administración de sus reservas territoriales;
- c) Participar en la formulación de planes de desarrollo regional, los cuales deberán estar en concordancia con los planes generales de la materia. Cuando la Federación o los Estados elaboren proyectos de desarrollo regional deberán asegurar la participación de los municipios;
- d) Autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo, en el ámbito de su competencia, en sus jurisdicciones territoriales;
- e) Intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra urbana;

- f) Otorgar licencias y permisos para construcciones;
- g) Participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas y en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia;
- i) Celebrar convenios para la administración y custodia de las zonas federales.

***Vinculación con el proyecto:*** Basado en lo anterior, se asume que es el H. Ayuntamiento de Santa María Huatulco, la autoridad competente para definir los usos del suelo en el municipio, de tal forma que la implementación del proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote” se ha planificado en apego a los lineamientos aprobados en materia de regulación de los usos de suelo determinada a través de su cabildo y a las disposiciones establecidas por la autoridad competente, asimismo el proyecto, objeto de este estudio, se desarrollará de acuerdo a lo establecido por los órganos de representación de la comunidad agraria de Santa María Huatulco facultada por la Ley Agraria y el estatuto comunal, por lo cual, anexo al presente documento se integra el Acta de asamblea, en la cual el Comisariado de Bienes Comunales de Santa María Huatulco establece un convenio de lotificación en mutuo acuerdo con el promovente, documento que avala, en términos legales, el desarrollo del proyecto.

▪ **Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). Reforma 2021**

La LGEEPA es la ley que norma a nivel Federal las disposiciones constitucionales en lo relativo a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección del ambiente en el territorio nacional; sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases tal como lo indica desde su primer artículo. Esta Ley en su artículo 5° Fracción X faculta a la Federación para: La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes.

En su Capítulo IV sección V, establece a la evaluación de impacto ambiental como instrumento mediante el cual se podrán establecer las condiciones a las que se sujetara la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrios, incluyendo los cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas (Art. 28, Fracción VII). Asimismo, en la Fracción IX del Art. 28, se establece que quienes pretendan llevar a cabo desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT.

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 establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;

VIII.- Parques industriales donde se prevea la realización de actividades altamente riesgosas;

IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;

X.- Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales. En el caso de actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias se estará a lo dispuesto por la fracción XII de este artículo;

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.

***Vinculación con el proyecto:*** El proyecto “Lotificación del Rancho el Tololote” contempla obras y/o actividades que, de acuerdo a LGEEPA,

requieren previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría, por lo que, para dar cumplimiento a lo establecido en el Artículo 30, se desarrolló el presente estudio (DTU) para someterlo a evaluación y dictamen ante la Secretaría.

▪ **Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental**

En su Artículo 5° se estipula que: **Quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:**

O) **Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas Áridas:**

I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;

Q) **Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros**

Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros.

***Vinculación con el proyecto:*** Conforme a lo estipulado en el artículo 3° Fracción XIII Bis de la adición a la LGEEPA, el proyecto bajo estudio, se encuentra dentro de un ecosistema costero, así mismo el área donde se pretende implementar el proyecto, actualmente sustenta vegetación de Selva Mediana Caducifolia (SMC) y vegetación secundaria de SMC. En este sentido, y para dar cumplimiento a la legislación en materia de impacto ambiental, el promovente, a través del presente estudio, está solicitando el cambio de uso de suelo para el desarrollo del proyecto.

---

- **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). Reforma 2020**

De acuerdo con el Artículo 12, Fracción XXVIII Y XXIX, sección 1, del Capítulo II de esta Ley, son atribuciones de la Federación el definir y aplicar las regulaciones del uso de suelo en terrenos forestales y preferentemente forestales, así como el expedir, por excepción, las autorizaciones de cambio de uso del suelo de los terrenos forestales, así como el controlar y vigilar el uso del suelo forestal. Por ello y de conformidad con el Artículo 117, título Quinto, Capítulo I, para el cambio de uso de suelo en terreno forestal, la SEMARNAT solo 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 a los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocara la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.

Artículo 1. La presente Ley es Reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos;

En su artículo 7 fracción VI. Se define Cambio de uso del suelo en terreno forestal como: La remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales; *Fracción reformada DOF 13-04-2020*. Y en su fracción LXXI y LXXI Bis como Terreno forestal: Aquel que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales; *Fracción reformada DOF 13-04-2020* y Terreno forestal arbolado: Terreno forestal que se extiende por más de 1,500 metros cuadrados dotado de árboles de una altura superior a 5 metros y una cobertura de copa superior al diez por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. Incluye todos los tipos de bosques y selvas de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía que cumplan estas características; *Fracción adicionada DOF 13-04-2020*

De acuerdo a la fracción LXXII un Terreno preferentemente forestal es aquel que habiendo estado cubierto por vegetación forestal y que en la actualidad no está cubierto por dicha vegetación, pero por sus condiciones de clima, suelo y topografía, cuya pendiente es mayor al 5 por ciento en una extensión superior a 38 metros de longitud y puede incorporarse al uso forestal, siempre y cuando no se encuentre bajo un uso aparente; Mientras que la fracción LXXIII. Terreno temporalmente forestal: Las superficies agropecuarias que se dediquen temporalmente al cultivo forestal mediante plantaciones forestales comerciales, así como aquellos en los que se hayan realizado actividades de reforestación, pudiendo volver a su condición de terreno agropecuario al desaparecer esta actividad, así como aquéllas en las que encontrándose en periodos de descanso de la actividad agropecuaria haya surgido vegetación secundaria nativa (también llamados acahuals o guamiles); *Fracción reformada DOF 13-04-2020*

Título segundo. De la Concurrencia y la Coordinación Interinstitucional. Capítulo I. De la Distribución de Competencias en Materia Forestal. Artículo 10. Son atribuciones de la Federación XXIX. Definir y aplicar las regulaciones del uso del suelo en terrenos forestales y preferentemente forestales; y fracción XXX. Expedir, por excepción, las autorizaciones de cambio de uso del suelo de los terrenos forestales, así como controlar y vigilar el uso del suelo forestal.

Ley general de desarrollo forestal sustentable establece en sus Artículos 68 y 69 que corresponde a la Secretaría emitir y otorgar autorizaciones para el Cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Y en su Sección Séptima Artículo 93. La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que no se provocara la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.

Los artículos 117 y 118 de la LGDFS prevén que: La Secretaría sólo podrá autorizarlo por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la

biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo...; y que “los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales, deberán acreditar para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento...” .

***Vinculación con el proyecto:*** Con base al análisis realizado en el presente estudio y a los resultados obtenidos, así como la propuesta de medidas de mitigación y el plan de manejo ambiental derivado, se constató que la implementación del proyecto cumple con los supuestos del artículo 117 de la LGDFS en el sentido de que con el cambio de uso de suelo que se solicita, no se compromete la biodiversidad, ni se provocará erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación en el SA, y que los usos alternativos del suelo que se proponen serán más productivos a largo plazo. Asimismo, una vez autorizado el cambio de uso de suelo, el promovente realizara y acreditara que se otorgó el depósito ante el Fondo para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento.

▪ **Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.**

El Artículo 49 de este reglamento, indica que: “... se requiere la elaboración de un documento técnico unificado que contendrá la información correspondiente a la manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, prevista en el artículo 12 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, así como la información relativa al Programa de manejo forestal, de conformidad con el artículo 39 del presente Reglamento y demás disposiciones jurídicas aplicables” .

***Vinculación con el proyecto:*** El estudio realizado, así como el desarrollo del presente DTU Modalidad B- Particular, integra la información del cambio de uso de suelo en terrenos forestales y el impacto ambiental de ese cambio de uso de suelo y de cualquier otra obra o actividad del proyecto, que para este caso en particular se refiere a la lotificación de un predio.

▪ **Ley General de Vida Silvestre**

De acuerdo a lo establecido en los artículos que se analizan a continuación, es importante mencionar que el promovente se ve obligado y comprometido a contribuir al desarrollo sustentable, minimizando los posibles daños ambientales y garantizando la conservación o regeneración del hábitat de las especies silvestres, a través de la observancia de los mismos.

El Artículo 18 estipula que: “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” .

Artículo 27 bis. - No se permitirá la liberación o introducción a los hábitats y ecosistemas naturales de especies exóticas invasoras.

Artículo 30. El aprovechamiento de la fauna silvestre se llevará a cabo de manera que se eviten o disminuyan los daños a la fauna silvestre, mencionados en el artículo anterior. Queda estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre, en los términos de esta Ley y las normas que de ella deriven.

Artículo 31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan a tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.

Artículo 56. La Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo (en peligro de extinción, amenazadas y sujetas a protección especial), de conformidad con lo establecido en la norma oficial mexicana correspondiente.

Artículo 58. Entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como: En peligro de extinción, Amenazadas y Sujetas a protección especial.

***Vinculación con el proyecto:*** La implementación del proyecto provocará la afectación del hábitat de algunas especies de fauna silvestre y su desplazamiento a otros sitios, por lo cual, esta ley se vincula con el

proyecto en el manejo de ejemplares que llegarán a encontrarse en las obras, y la obligación de acatar esta disposición legal durante las etapas de cambio de uso de suelo, preparación y construcción del sitio, a través de un programa de manejo ambiental a implementarse durante estas etapas. Como parte de las medidas mitigación propuestas para proyecto se consideran la implementación de un programa de rescate de flora y fauna.

En lo que ha esto respecta, es importante mencionar que el programa de reforestación, contemplado como medida de mitigación, considera el uso de especies nativas para su establecimiento, para lo cual se propone coleccionar germoplasma de los individuos presentes en el predio, por lo que no se llevara a cabo la introducción de especies exóticas invasoras.

Por otro lado, en el proyecto no se considera el aprovechamiento de fauna silvestre en ninguna etapa del proyecto, sin embargo, a través del programa de educación ambiental que se implementará, así como del seguimiento y control que se dará para la supervisión del programa de manejo ambiental propuesto para el presente proyecto, se vigilará y evitara el daño por parte de los trabajadores a los individuos de fauna que pudieran encontrarse en el sitio posterior a su ahuyentación, rescate y reubicación. Asimismo, se instalarán letreros prohibiendo el maltrato, la extracción o el aprovechamiento de dichas especies de fauna silvestre, con lo que se evitara todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre. En lo que respecta al traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre bajo condiciones que eviten o disminuyan a tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, se señala que la reubicación de fauna contemplada como una medida de mitigación será efectuada por biólogos especialistas, capacitados en el manejo de fauna que contrate el promovente con la finalidad de dar cumplimiento a este artículo.

Finalmente, derivado del trabajo de campo, en el capítulo IV de este documento técnico unificado se presenta la lista de especies encontradas en el sitio, especificando aquellas que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo. Se considera la implementación de medidas de mitigación a fin de no afectar dichas especies. De acuerdo con los resultados obtenidos durante los muestreos en el área de estudio la diversidad de fauna está representada por 4 especies de mamíferos, 5 reptiles y 20 aves. De las especies registradas en el conjunto predial se registraron 3 especies de aves en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría sujeta a protección especial, y un mamífero bajo la categoría Amenazado. Estas especies, de acuerdo con la revisión bibliográfica

realizada en diferentes fuentes de información, se sabe que presentan una distribución geográfica potencial en toda la región, por lo que no se compromete su permanencia en el SA, asimismo, se llevará a cabo un programa de rescate y reubicación de fauna como medida de prevención.

▪ **Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos**

Esta Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en lo que se refiere a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

En sus Artículos 41, 42 y 43 esta Ley establece que:

- Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.
- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador. Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.
- Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.

**Vinculación con el proyecto:** En lo que ha esto respecta y considerando que durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se generarían residuos tales como estopas, trapos, papel o cartón impregnados con grasas, aceites o combustible, se prevé la implementación de un programa de manejo de residuos como medida preventiva para dar cumplimiento a los establecido en la Ley.

### III. 2. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)

#### Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO)

Con base en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), el ordenamiento ecológico territorial es un instrumento de política ambiental que busca maximizar el consenso y minimizar los conflictos ambientales en la sociedad. El Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO) busca un equilibrio entre las actividades productivas, antropogénicas (sector asentamientos humanos) y la protección de los recursos. Las políticas ambientales definirán las medidas necesarias para prevenir o disminuir las afectaciones al ambiente y por tanto minimizar los conflictos ambientales entre sectores.

Según las definiciones del Manual de Ordenamiento Ecológico (SEMARNAT 2006), existen cuatro tipos de política:

- a) Política de Aprovechamiento
- b) Política de Conservación
- c) Política de Restauración
- d) Política de Protección.

Bajo este consenso, el modelo de ordenamiento ecológico del estado de Oaxaca está constituido por 55 Unidades de Gestión Ambiental (UGAs). Una UGA es la unidad mínima del área de Ordenamiento Ecológico a la que se asignan lineamientos y estrategias ecológicas. Posee condiciones de homogeneidad de aptitud del territorio, definidos por atributos ambientales y socioeconómicos, además representa la unidad estratégica de manejo que permite minimizar los conflictos ambientales, maximizando el consenso entre los sectores respecto a la utilización del territorio.

Del total de UGAs identificadas para el estado de Oaxaca:

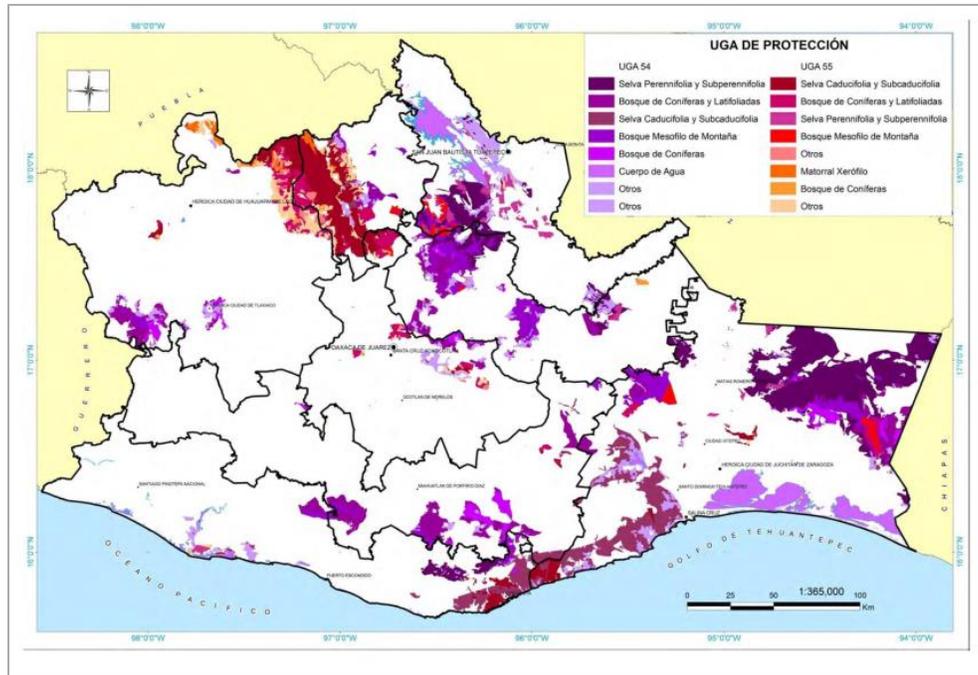
- 26 UGAS están definidas con estatus de Aprovechamiento Sustentable (47%), espacialmente representan el 67.79 por ciento del total del territorio del estado.
- 14 UGAS están definidas con estatus de Conservación con aprovechamiento (25%), espacialmente representan el 9.34 por ciento del total del territorio del estado.
- 13 UGAS están definidas con estatus de Restauración con aprovechamiento (24%), espacialmente representan el 4.10 por ciento del total del territorio del estado.
- 2 UGAS están definidas con estatus de Protección (4%), representando el 18.78 por ciento del total del territorio del estado.

En esta última categoría se encuentran la UGA 54 y UGA 55, en la primera de las cuales se ubica el sitio donde se pretende desarrollar el proyecto objeto de este estudio.

#### **UGAs con política de Protección**

Como se ha mencionado, las UGAs con política de Protección son 2: La UGA 54, que contiene las áreas propuestas para proteger, las cuales son áreas que, por su relevancia ecológica, se espera que sean declaradas bajo estatus de protección, ya sea por la autoridad competente federal o por la autoridad estatal.

Por su parte, la UGA 55 concentra las áreas que ya se encuentran protegidas, como son las ANP que cuentan con decreto, o las áreas protegidas estatales, así como las ADVC. Dichas zonas se muestran en la Figura III.2.1.



Fuente: Tomado de POERTEO<sup>15</sup>

**Figura III. 2. 1.** UGAs con política de protección y sus tipos de cobertura predominante

De acuerdo al Modelo de Ordenamiento Ecológico, la UGA 54, unidad en la que se inserta el proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote” está definida bajo una política de Protección propuestas, con un nivel de riesgo medio, alta biodiversidad y un nivel de presión bajo (Figura III. 2. 2).

<sup>15</sup> Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del estado de Oaxaca.

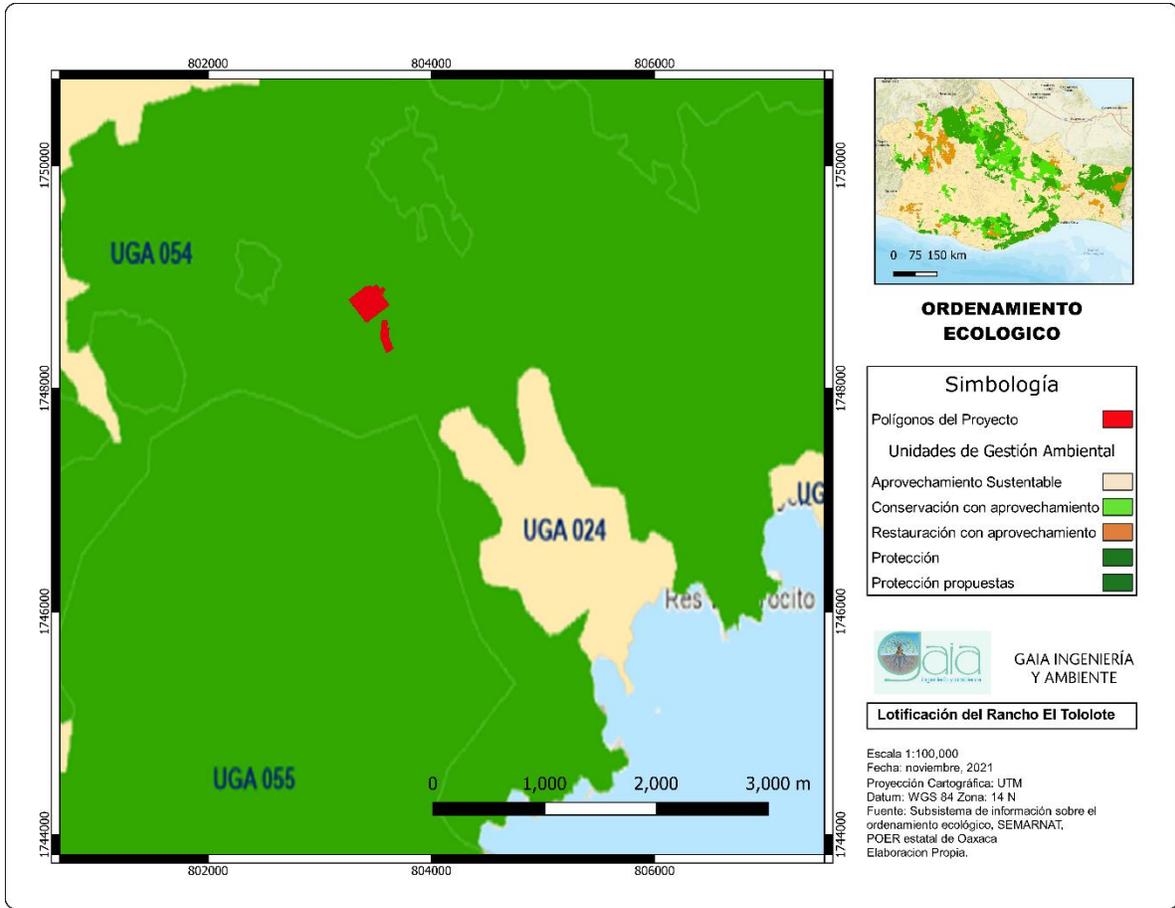


Figura III.2.2. Unidad de Gestión Ambiental en la que se encuentra el proyecto

Dentro de sus lineamientos ecológicos está el proteger las 1, 062, 973 ha de cobertura vegetal mediante los diferentes esquemas e instrumentos de conservación aplicables, para mantener la biodiversidad y ecosistemas que contiene y garantizar su permanencia en el tiempo, así como los bienes y servicios ambientales que esta provee, controlando el crecimiento de asentamientos y sectores productivos para evitar su expansión y por tanto el aumento de la presión sobre los recursos.

El modelo de ordenamiento ecológico permite focalizar las actividades productivas dentro del estado hacia aquellas zonas donde el impacto ambiental que estas generen sea mínimo y a su vez existan las mejores características para la realización de estas, y por tanto tengan más probabilidades de éxito.

Por su parte, las estrategias ecológicas contienen programas, proyectos y acciones que en su mayoría forman parte de los catálogos de programas de las dependencias federales y estatales, estas se focalizan de acuerdo a las políticas, a los sectores o aún rubro en particular de las UGA´s, con el objeto de eficientar las políticas públicas en el territorio.

Los criterios de regulación ecológica serán lineamientos que deberán ser observados a fin de evitar el deterioro de los recursos y pérdida de la riqueza natural en el estado.

De acuerdo a los criterios de regulación ecológica establecidos para la UGA 54 encontramos que:

Clave	Criterio	Fundamentación ecológica
C013	Será indispensable la preservación de las zonas riparias, para lo cual se deberán tomar las previsiones necesarias en las autorizaciones de actividades productivas sobre ellas, que sujeten la realización de cualquier actividad a la conservación de estos ecosistemas.	Las zonas riparias tienen una alta biodiversidad de flora y fauna en comparación con las áreas no riparias, son el refugio de especies vulnerables de plantas y animales, proveen de hábitat y actúan como corredores para el movimiento entre parches de vegetación en el paisaje fragmentado de especies de fauna.
C014	Se evitarán las actividades que impliquen la modificación de cauces naturales y/o los flujos de escurrimientos perennes y temporales y aquellos que modifiquen o destruyan las obras hidráulicas de regulación.	Alterar el cauce natural de los ríos afecta la distribución de especies de flora y fauna acuáticas y subacuáticas, afecta la infiltración y recarga de mantos freáticos y puede dar origen a riesgos de Inundación.
C015	Mantener y conservar la vegetación ripiara existente en los márgenes de los ríos y cañadas en una franja no menor de 50 m.	Las áreas riparias usualmente mantienen una biodiversidad alta de flora y fauna en comparación con las áreas no riparias, funcionan en muchos casos como refugio de especies vulnerables de plantas y animales o corredores naturales de fauna.

Clave	Criterio	Fundamentación ecológica
C016	<p>Toda actividad que se ejecute sobre las costas deberá mantener la estructura y función de las dunas presentes.</p>	<p>La construcción de infraestructura portuaria, urbana y de producción de electricidad han modificado ecosistemas costeros y modificado playas y dunas costeras, esto genera alteración de la hidrodinámica de estas áreas, además pueden generar problemas como: alteración y eliminación de neomorfológicas de playaduna y su vegetación asociada, destrucción de procesos de formación de dunas, pérdidas de diversidad biológica, pérdidas de superficies y volúmenes de playa, así como de sus morfologías asociadas.</p>
C017	<p>Las autoridades en materia de medio ambiente y ecología tanto estatales como municipales deberán desarrollar instrumentos legales y educativos que se orienten a desterrar la práctica de la quema doméstica y en depósitos de residuos sólidos.</p>	<p>El 40% de las viviendas en Oaxaca reporten quemar su basura, lo que implica impactos negativos al ambiente por generación de CO<sub>2</sub>, de otros gases tóxicos y riesgo de incendios entre los más importantes.</p>
C029	<p>Se evitará la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre áreas con vegetación nativa, ríos, lagunas, zonas inundables, cabeceras de cuenca y en zonas donde se afecte la dinámica hidrológica.</p>	<p>La construcción de presas, represas o cualquier infraestructura hidráulica afecta el balance hidrológico de la cuenca donde se construye, puede ocasionar la pérdida de la biodiversidad acuática, además de afectar los servicios ambientales brindados por los humedales, por los ecosistemas</p>

Clave	Criterio	Fundamentación ecológica
		de las riberas y estuarios adyacentes.
C033	Toda obra de infraestructura en zonas con riesgo de inundación deberá diseñarse de forma que no altere los flujos hidrológicos, conservando en la medida de lo posible la vegetación natural.	Alterar el cauce natural de los ríos afecta la distribución de especies de flora y fauna acuáticas y subacuáticas, afecta la infiltración y recarga de mantos freáticos y puede dar origen a riesgos de inundación.
C034	Los apiarios deberán ubicarse a una distancia no menor a tres kilómetros de posibles fuentes de contaminación como basureros a cielo abierto, centros industriales, entre otros.	Los basureros y centros industriales que procesen cualquier tipo de alimento son fuentes potenciales de alimento para las abejas (poblaciones naturales e introducidas), sin embargo, también representan fuentes de contaminación en la producción de miel, esto reduce la calidad de la miel, y afecta también la salud de las colmenas, disminuye la capacidad polinizadora de las abejas, y a largo plazo puede generar la desaparición de especies endémicas y del sector productivo.
C035	No se recomienda utilizar repelentes químicos para el manejo de abejas, insecticidas, así como productos químicos y/o derivados del petróleo para el control de plagas en apiarios.	La utilización de productos químicos en el manejo de abejas afecta la salud de la colmena y reduce la calidad de la miel.
C036	En la utilización de ahumadores estos deberán usar como combustible productos orgánicos no contaminados por productos químicos, evitándose la utilización de	La utilización de productos químicos en el manejo de abejas afecta la salud de la colmena y reduce la calidad de la miel.

Clave	Criterio	Fundamentación ecológica
	hidrocarburos, plásticos y/o excretas de animales que pueden contaminar y/o alterar la miel.	
<b>C039</b>	La autoridad competente estatal deberá regular la explotación de encinos y otros productos maderables para la producción de carbón vegetal.	La cobertura de bosque de encino y encino pino se ha reducido en más del 50% en la última década, después del Bosque Mesófilo, el Bosque de Encino es el más biodiverso del estado.
<b>C045</b>	Se recomienda que el establecimiento de industrias que manejen desechos peligrosos sea a una distancia mínima de 5km de desarrollos habitacionales o centros de población.	La contaminación por residuos peligrosos de ríos y mantos freáticos es un grave problema de salud pública y para la conservación de especies naturales.
<b>C046</b>	En caso de contaminación de suelos por residuos no peligrosos, las industrias responsables deberán implementar programas de restauración y recuperación de los suelos contaminados.	La eliminación de sustancias químicas que han contaminado suelo o agua es necesaria para la preservación de la flora y fauna, así como para garantizar la continuidad de los servicios ambientales.

El POERTEO pretende ser un insumo que coadyuve en la elaboración de políticas gubernamentales en el estado, proporcionando las áreas con mayor valor ecológico en el territorio y donde se deberá poner especial cuidado en los programas que se implementan a fin de evitar el desarrollo de actividades que generen afectaciones importantes en el entorno. Por otro lado, identifica áreas que debido a malas prácticas y/o desarrollo de actividades inadecuadas dadas las características ambientales del territorio han generado una degradación de este, al punto que deben atenderse a fin de iniciar un proceso de restauración que permita recuperar la funcionalidad ecológica, lo anterior implicará detener el desarrollo de las actividades sectoriales y/o malas prácticas que han generado el deterioro en territorio lo que no significa que se deje sin opciones productivas a la población que habita estas zonas, por el

contrario se propone la realización de actividades que contribuyan a la regeneración del entorno y sirvan como opción de sustento y desarrollo socio-económico de la región.

**Vinculación con el proyecto:** La implementación del proyecto se apegará y desarrollará conforme a los criterios de regulación ecológica establecidos para la UGA en la que se encuentra, con el objetivo de mitigar y/o evitar el deterioro de los recursos y pérdida de la riqueza natural en el estado.

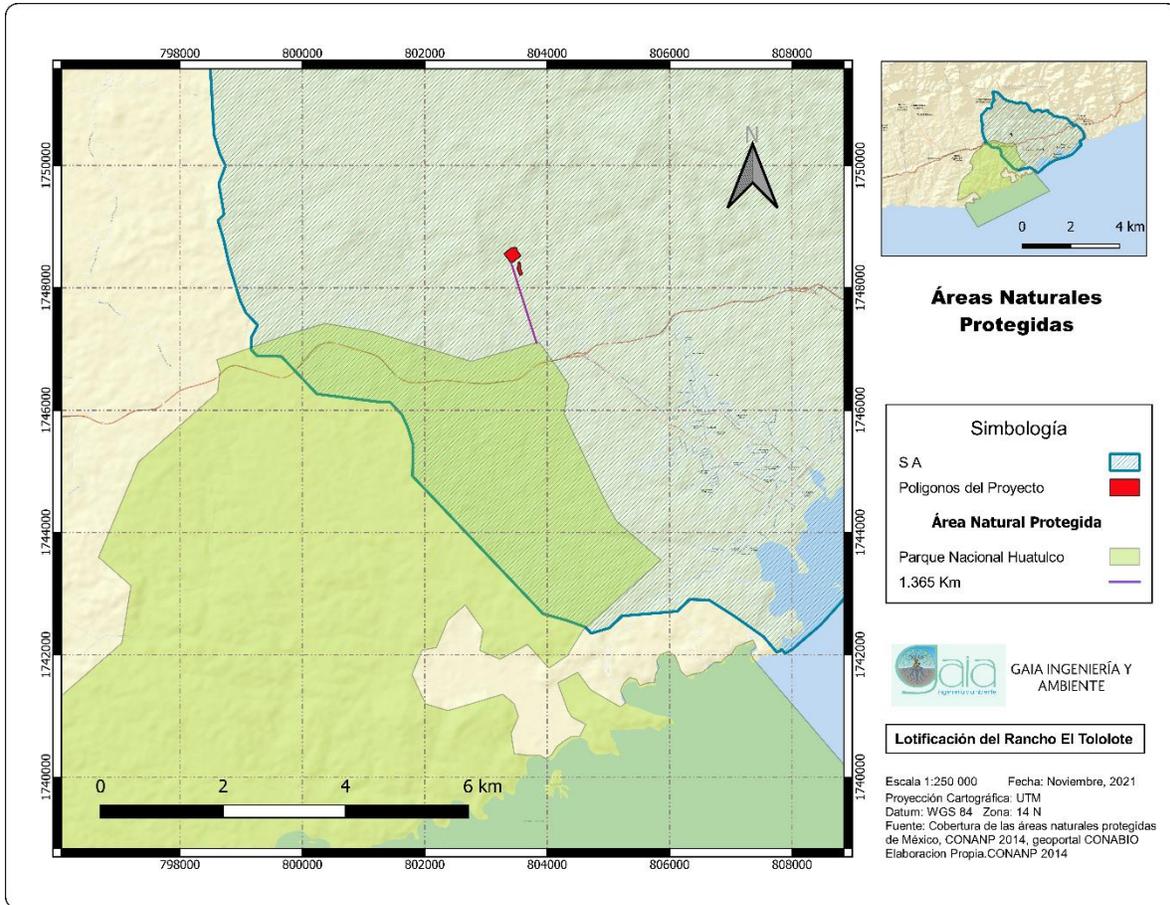
Clave	Criterio	Vinculación
C013	Será indispensable la preservación de las zonas riparias, para lo cual se deberán tomar las previsiones necesarias en las autorizaciones de actividades productivas sobre ellas, que sujeten la realización de cualquier actividad a la conservación de estos ecosistemas.	Se propiciara la conservación de las zonas riparias, así como el establecimiento de vegetación como parte de las actividades de reforestación en la zonas riparias ubicadas dentro del predio que así lo requieran.
C014	Se evitarán las actividades que impliquen la modificación de cauces naturales y/o los flujos de escurrimientos perennes y temporales y aquellos que modifiquen o destruyan las obras hidráulicas de regulación.	No se modificara el cauce natural y/o los flujos de escurrimientos intermitentes presentes en el área del proyecto, en lo que a esto respecta, el proyecto contempla la construcción de un camino con obra de drenaje transversal, con el objetivo de restituir la continuidad de la red de drenaje natural del terreno (arroyo intermitente) una vez ejecutadas las obras, permitiendo el paso del caudal de proyecto a su través, cumpliendo los requisitos que se especifica en la normatividad aplicable.
C015	Mantener y conservar la vegetación ripiara existente en los márgenes de los ríos y	La vegetación existente en el margen del cauce del arroyo y cañadas no será retirada.

Clave	Criterio	Vinculación
	cañadas en una franja no menor de 50 m.	
C016	Toda actividad que se ejecute sobre las costas deberá mantener la estructura y función de las dunas presentes.	No se desarrollaran obras sobre el área de costa.
C017	Las autoridades en materia de medio ambiente y ecología tanto estatales como municipales deberán desarrollar instrumentos legales y educativos que se orienten a desterrar la práctica de la quema doméstica y en depósitos de residuos sólidos.	Como medida de mitigación, de tipo preventivo, se prevé la aplicación de un programa de manejo de residuos.
C029	Se evitará la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre áreas con vegetación nativa, ríos, lagunas, zonas inundables, cabeceras de cuenca y en zonas donde se afecte la dinámica hidrológica.	Como medida de mitigación, de tipo preventivo, se prevé la aplicación de un programa de manejo de residuos. Los residuos de obra serán retirados continuamente y transportados a los sitios que la autoridad municipal determine. Al final de los trabajos, se llevara a cabo la limpieza de áreas.
C033	Toda obra de infraestructura en zonas con riesgo de inundación deberá diseñarse de forma que no altere los flujos hidrológicos, conservando en la medida de lo posible la vegetación natural.	La zona donde se desarrollará el proyecto no es considerada una zona con riesgo de inundación. No se alteraran los flujos hidrológicos, en la medida de lo posible, el diseño que se propone para el desarrollo del proyecto será de tipo “ecológico”, adaptándose en lo posible a la topografía del terreno con el propósito de reducir excavaciones, cortes y rellenos y a afectaciones a la vegetación natural.
C034	Los apiarios deberán ubicarse a una distancia no menor a tres kilómetros de posibles fuentes	No se contempla el establecimiento de apiarios en el proyecto

Clave	Criterio	Vinculación
	de contaminación como basureros a cielo abierto, centros industriales, entre otros.	
C035	No se recomienda utilizar repelentes químicos para el manejo de abejas, insecticidas, así como productos químicos y/o derivados del petróleo para el control de plagas en apiarios.	
C036	En la utilización de ahumadores estos deberán usar como combustible productos orgánicos no contaminados por productos químicos, evitándose la utilización de hidrocarburos, plásticos y/o excretas de animales que pueden contaminar y/o alterar la miel.	
C039	La autoridad competente estatal deberá regular la explotación de encinos y otros productos maderables para la producción de carbón vegetal.	No se contempla la explotación de ningún producto maderable en el proyecto
C045	Se recomienda que el establecimiento de industrias que manejen desechos peligrosos sea a una distancia mínima de 5km de desarrollos habitacionales o centros de población.	No aplica
C046	En caso de contaminación de suelos por residuos no peligrosos, las industrias responsables deberán implementar programas de restauración y recuperación de los suelos contaminados.	Como medida de mitigación, de tipo preventivo, se prevé la aplicación de un programa de manejo de residuos.

### III. 3. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

El área del proyecto no se encuentra dentro de ninguna Área Natural Protegida de carácter Federal, Estatal o Municipal. El ANP más cercano es el Parque Nacional Bahías de Huatulco cuyo límite Este se localiza a 1.3 km del área donde se pretende implementar el proyecto (Figura III.3.1).



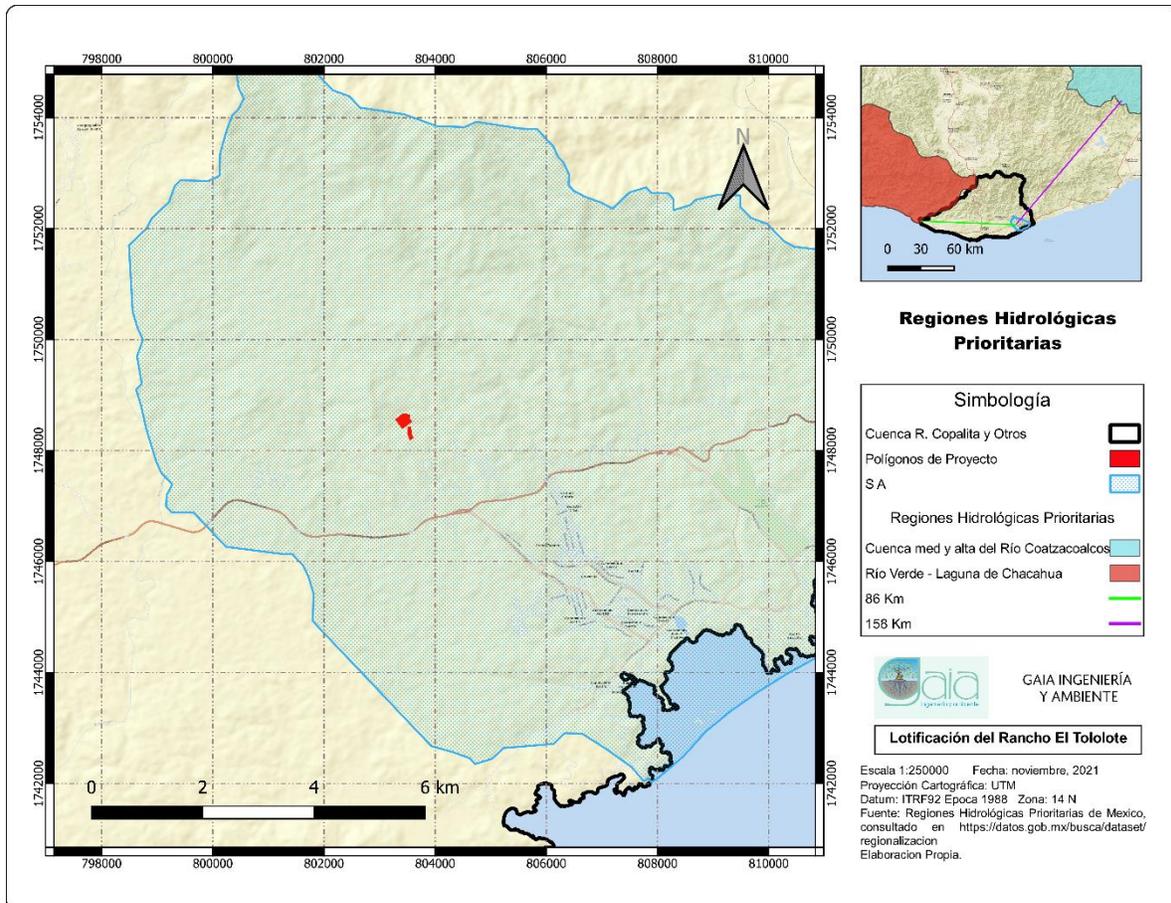
**Figura III.3.1.** Ubicación del proyecto con respecto al ANP Parque Nacional Huatulco

El Parque Nacional Huatulco se sitúa aproximadamente entre las coordenadas geográficas  $15^{\circ}39'12''$  y  $15^{\circ}47'10''$  de latitud Norte y  $96^{\circ}06'30''$  y  $96^{\circ}15'00''$  de longitud Oeste, ocupando el plano costero, las estribaciones de la Sierra Madre del Sur y la plataforma continental correspondiente. Políticamente, la parte terrestre pertenece al municipio de Santa María Huatulco. De forma general las colindancias del Parque son: al Norte los terrenos comunales de SMH; al Sur el océano Pacífico (de punta Sacrificios a punta Violín y dos millas mar adentro); al Este la zona urbana de La Crucecita y la cuenca baja del arroyo Cacaluta; y al Oeste la cuenca del arroyo Xúchilt. El Parque cuenta con una superficie delimitada por una poligonal de 11,890.98 ha de las cuales 6,374.98 ha son terrestres y 5,516.00 ha pertenecen a la zona marina.

*Regiones Prioritarias*

La identificación de regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad en México es el resultado de diversas iniciativas auspiciadas por instituciones, gubernamentales y no gubernamentales, nacionales e internacionales.

En cuanto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias, la más cercana a la zona del proyecto es la denominada Río verde-Laguna de Chacahua. Esta RHP cuenta con una exte de 8,346.8 km<sup>2</sup> y se ubica dentro de las coordenadas geográficas 16° 48' 00'' - 15° 48' 00'' N y 97° 51' 36'' - 96° 30' 00'' W. De acuerdo a la CONABIO, esta categorizada dentro de las Regiones de desconocimiento científico. Esta RHP se localiza a a 86 km de distancia del área donde se pretende desarrollar el proyecto (Figura III.3.2).



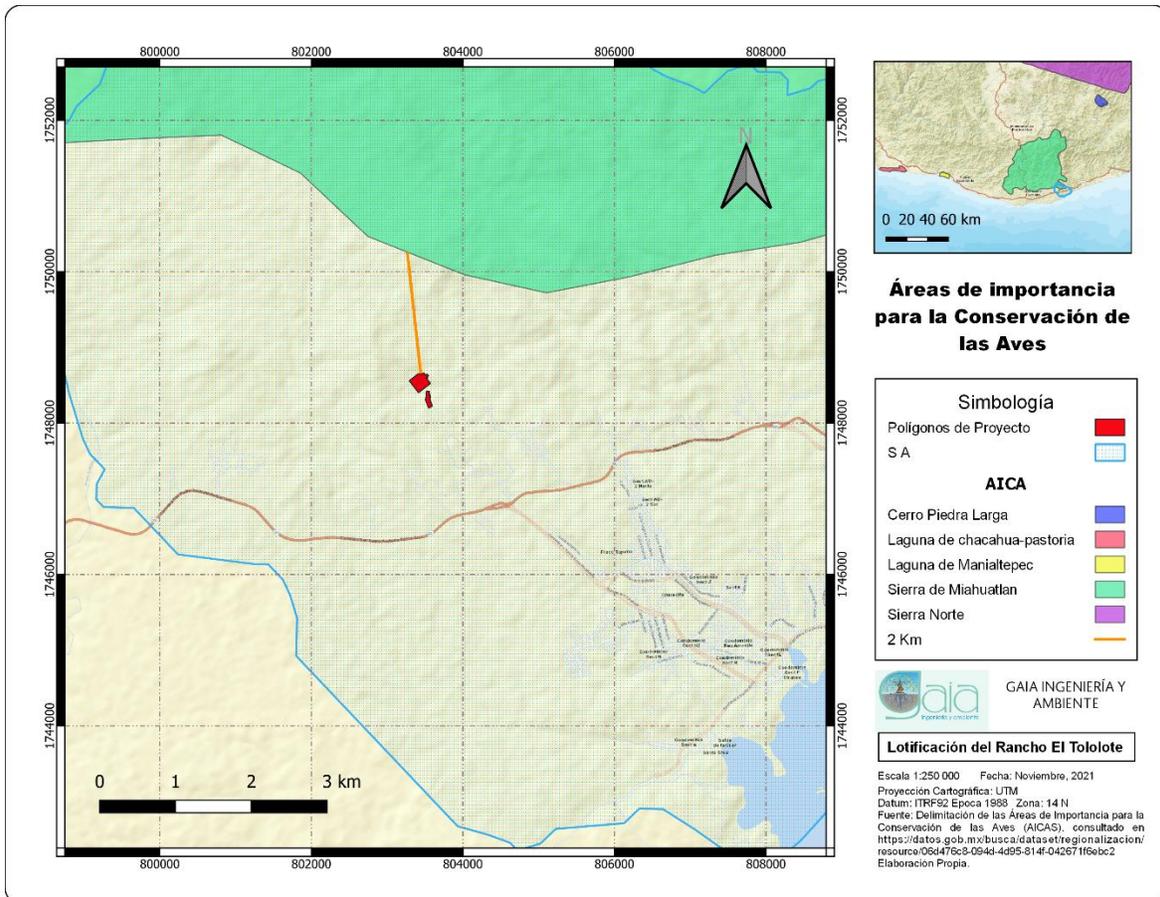
**Figura III.3.2.** Ubicación del proyecto con respecto Regiones Hidrológicas Prioritarias más cercanas

*Área de Importancia para la Conservación de Aves (AICA)*

Con base a la información cartográfica obtenida en CONABIO y en base al resultado obtenido del análisis de superposición del polígono donde se

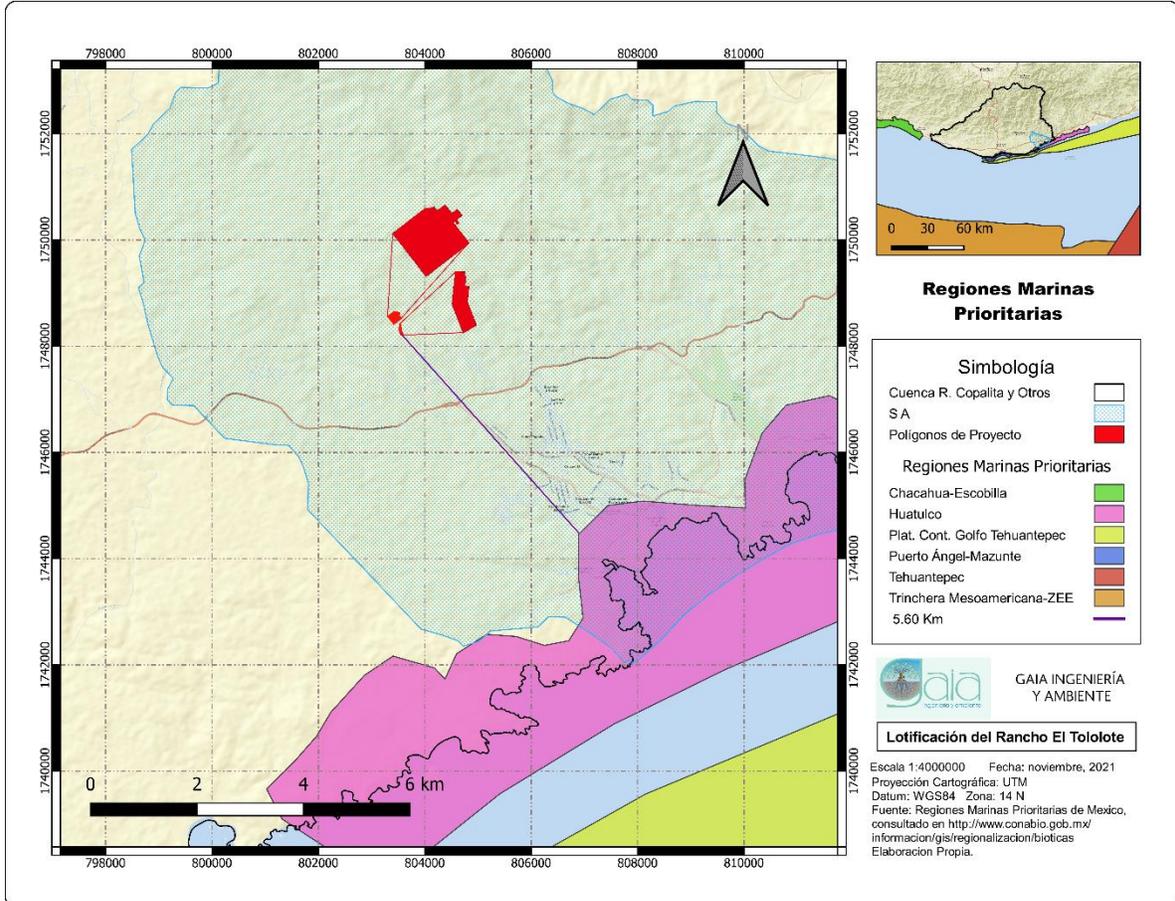
pretende desarrollar el proyecto, se comprobó que el polígono del proyecto no se ubica dentro de ningún Área de Importancia para la Conservación de Aves (AICA). Estas áreas han sido delimitadas de acuerdo a los siguientes criterios: 1] sitios donde se presentan cantidades significativas de especies que se han catalogado bajo algún estatus de protección; 2] lugares que mantienen poblaciones locales con rangos de distribución restringido; 3] áreas que mantienen conjuntos de especies restringidos a un bioma o hábitat único o amenazado; 4] zonas que presentan congregaciones grandes de individuos, y 5] sitios importantes para la investigación ornitológica.

El Área de Importancia para la Conservación de Aves más cercana al sitio de estudio es la denominada AICA 12 - Sierra de Miahuatlán, con una superficie de 248,801.83 hectáreas y cuyo límite sur se encuentra a 2 kilómetros de distancia del predio (Figura III.3.3).



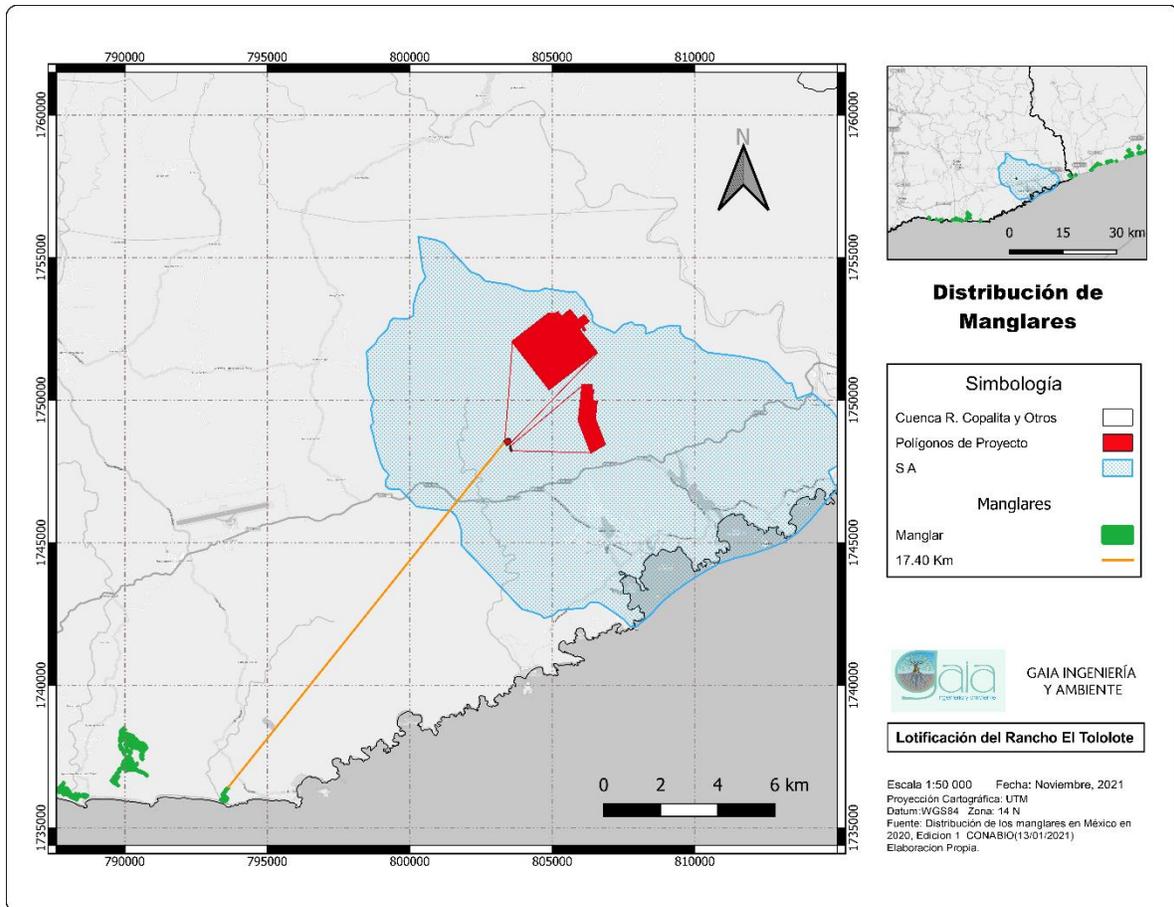
**Figura III.3.3.** Ubicación del proyecto con respecto a la AICA's *Regiones Marinas Prioritarias*

La distancia respecto a Regiones Marinas Prioritarias mas cercana es de 5.6 kilómetros, siendo la más próxima la RMP “Huatulco” (Figura III.3.4) quedando el proyecto fuera del polígono delimitado para esta, y para la cual no se prevé afectación directa.



**Figura III.3.4.** Regiones Marinas Prioritarias próximas al área del proyecto

En lo que respecta a las zonas de manglar, de acuerdo a la CONABIO el ecosistema de manglar en el estado de Oaxaca cuenta con una extensión de 17, 297 hectáreas, con una extensión de la línea de costa de 588 km, de las cuales 1,703 hectáreas se encuentran bajo protección. La zona de manglar mar cercano al área donde se pretende desarrollar el proyecto se ubica a una distancia de 17.4 kilómetros, por lo que el desarrollo del proyecto no tendrá incidencia sobre estos ecosistemas (Figura III.3.5).



### III.3.5. Ubicación de Manglares respecto a la zona del proyecto

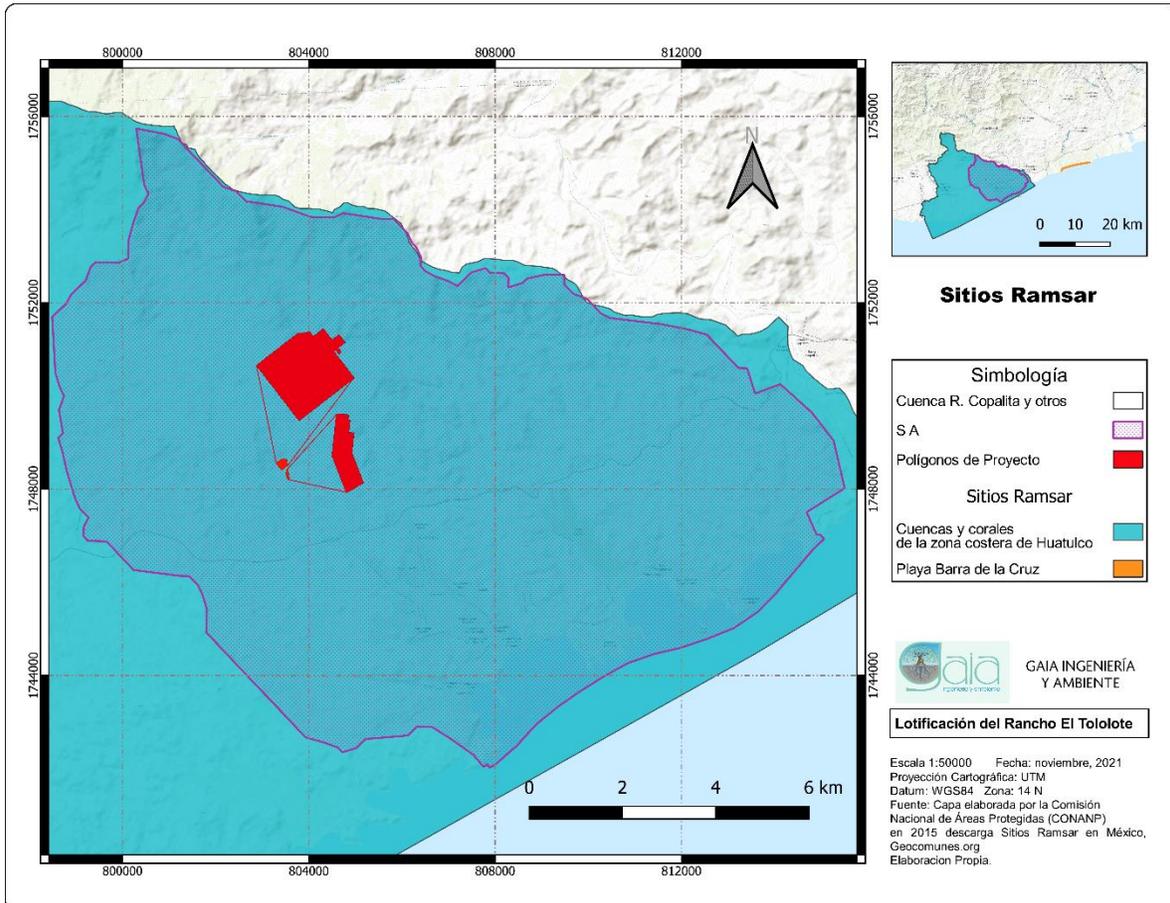
#### Sitios RAMSAR

El proyecto se ubica dentro de las Cuencas y Corales de la Zona Costera de Huatulco (Figura III.3.6). El sitio se localiza en la franja costera del municipio de Santa Ma. Huatulco, en el distrito de Pochutla y en la región de la Costa del estado de Oaxaca, en el sureste de la República Mexicana. El área se encuentra a 28 Km. en línea recta al sureste de la ciudad de Pochutla (12,404 hab.) cabecera distrital del mismo nombre y a 152 Km. en línea recta al sureste de la capital del estado de Oaxaca (400,000 hab.). Los poblados importantes del municipio cercanos al sitio son: Santa Ma. Huatulco y Santa Cruz Huatulco.

El sitio conjuga una serie de paisajes y hábitats de gran importancia para la conservación de la biodiversidad en términos regionales. Comprende una porción del litoral caracterizada por ser una costa de acantilados donde no existen llanuras y entre las cuales se han formado

pequeñas bahías de fondo rocoso y escasa profundidad creando un ambiente propicio para el desarrollo de un frágil sistema de arrecifes coralinos, ecosistemas poco comunes en el litoral del pacífico mexicano.

La parte terrestre adyacente a estas bahías constituye un macizo de selvas secas considerado de máxima prioridad para la conservación a nivel centroamericano, caracterizada por una alta presencia de especies de flora y fauna endémicas o bajo algún estatus de protección. Esta zona se encuentra irrigada por una serie de corrientes de agua dulce de tipo temporal y permanente, trascendentales para el mantenimiento de la biodiversidad local y también para el sostenimiento de la zona agrícola más importante comercialmente dentro del municipio. Desde 1984 una fracción del área ha sido destinada para el desarrollo de un megaproyecto turístico, y en 1998 otra porción fue decretada como Area Natural Protegida en la categoría de Parque Nacional. Así mismo, dentro de año 2002, se han establecido una serie políticas para el manejo sustentable y protección del territorio comprendido dentro de los bienes comunales de Santa Maria Huatulco.



### III. 3. 6. Sitios Ramsar

**Vinculación con el proyecto:** El sitio donde se pretende desarrollar el proyecto no se encuentra dentro de ninguna Área Natural Protegida de carácter Federal, Estatal o Municipal, Regiones Hidrológicas o Regiones Marinas Prioritarias, así como Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA' s). Por lo que no tendrá incidencia directa con ninguna de estas. El sitio Ramsar dentro del cual se ubica es el denominado Cuencas y corales de la zona costera de Huatulco, sin embargo, no se prevé que el desarrollo del proyecto tenga incidencia directa o afecte la zona costera, o zonas de manglar, de acuerdo al análisis realizado.

### III. 4. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

A continuación, se enlistan las Normas Oficiales Mexicanas, que se consideran tienen relación con algún aspecto de la construcción u operación del proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote” .

**Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2015.** Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. En cumplimiento a las diferentes normas aplicables con respecto a la regulación de las emisiones a la atmósfera, se verificará que la contratación de la maquinaria, equipos y vehículos que se utilicen en las diferentes etapas del proyecto, se lleve a cabo con empresas que cuenten con los permisos para ello y se verificará que durante cada etapa del proyecto no emitan humos ni residuos que evidencien un mal funcionamiento.

**Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005.** Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los residuos peligrosos. Aunque en mínimas cantidades, la actividad propia para llevar a cabo el proyecto considera la generación de residuos, por lo cual a través de un programa de manejo de residuos se le dará observancia a este instrumento.

**Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT.** Esta norma hace referencia a las especies de fauna y flora que se encuentren en el predio y que podrían estar en riesgo. Cabe mencionar que el terreno donde se pretende llevar a cabo el proyecto anteriormente se utilizaba para la agricultura, por lo

que la vegetación que predomina actualmente es secundaria de tipo acahual las cuales no se encuentran en la lista de especies en riesgo. En cuanto a las especies de fauna se determinará con base a los muestreos de campo la presencia de alguna especie listada en la norma.

**Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT.** Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente de fuentes fijas y su método de medición. Aplica al proyecto principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción, debido a que la generación de ruido que pudiera llegar a rebasar niveles permisibles, ocurrirá precisamente en estas etapas por efecto de utilización de maquinaria y equipo.

*Vinculación con el proyecto:* De acuerdo al análisis de vinculación y cumplimiento de la normatividad aplicable al proyecto se considera llevar a cabo una estricta observancia para dar cumplimiento a lo estipulado por las mismas.

### III. 5. PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO (PDU)

#### ▪ Plan Municipal de Desarrollo Urbano Santa María Huatulco, 2019

Durante las últimas décadas la falta de aplicación de los instrumentos de planeación en el estado de Oaxaca, se han traducido en la expansión de asentamientos humanos en zonas inadecuadas e irregulares, esto requiere una política de ordenamiento territorial que promueva la ocupación regulada y sustentable de su territorio, mediante la toma de decisiones concertadas entre los diferentes actores sociales, económicos y políticos. En este sentido el enfoque territorial del desarrollo debe estar centrado en la disminución de las inequidades, mediante la focalización de la inversión pública en zonas con mayor rezago y con potencialidades productivas, a través de instrumentos de planeación, que detonen procesos integrales de desarrollo local mediante la gestión del territorio y la ampliación de las capacidades de la población.

Actualmente el municipio cuenta con tres instrumentos de planeación, el Plan de Desarrollo Urbano del municipio de Santa María Huatulco, publicado en el periódico oficial estatal el 27 de noviembre de 1980, el Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Santa María Huatulco, Pochutla, Oaxaca, publicado en periódico oficial estatal el 5 de enero de 1996 y el Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población

de Bahías de Huatulco, publicado en el periódico oficial el 29 de diciembre de 2014, sin embargo el PMDU no se ha actualizado desde hace poco más de 40 años, en los que la dinámica del municipio se ha transformado notablemente, la actualización del PMDU tiene como principal objetivo el de fijar las bases para, planear, ordenar, regular, controlar, vigilar y fomentar el ordenamiento territorial de sus asentamientos humanos, y zonas de reserva ecológica, procurando en todo momento atender las necesidades y las problemáticas en un marco de equilibrio entre lo urbano y lo rural, desde el punto de vista ambiental, social, cultural y turístico.

El proyecto de actualización del Plan Municipal de Desarrollo Urbano (PMDU)<sup>16</sup> tiene como fin integrarse como un instrumento de planeación y gestión urbana que establezca las políticas de ordenamiento territorial, que promueva la ocupación ordenada y sustentable de su territorio, que sea congruente con los nuevos requerimientos del siglo XXI y esté en sintonía con los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), determinados por la Organización de las Naciones Unidas a través de la Nueva Agenda Urbana, con la finalidad de promover ciudades incluyentes, compactas y conectadas.

Al ser de suma importancia el ordenamiento del municipio no sólo en sus actividades consolidadas, sino en la diversificación de las mismas, el gobierno del estado de Oaxaca y el municipio de Santa María Huatulco, en coordinación con el Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR), acordaron llevar a cabo las acciones necesarias para ordenar y regular el desarrollo urbano y turístico del municipio, a través de la actualización del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Santa María Huatulco, Oaxaca (PMDUSMH).

En el presente apartado se realizará un análisis de este instrumento, identificando los objetivos, metas y estrategias en las que el proyecto, como actividad integradora, pudiera tener alguna incidencia.

El PMDU es el instrumento que contiene las disposiciones jurídicas para planear y regular el ordenamiento de los asentamientos humanos en el territorio municipal, con el fin de establecer políticas, estrategias y objetivos para el desarrollo en la entidad, conforme al crecimiento que

---

<sup>16</sup> Actualización del Plan Municipal de Desarrollo Urbano (PMDU) del Municipio de Santa María Huatulco, 2019. Consultado en línea, septiembre 2021 <https://www.huatulco.gob.mx/pmdu/>

ha presentado en los últimos años, mediante la determinación de la zonificación y aprovechamiento del suelo, el desarrollo económico, turístico y social, necesario para mejorar la calidad de vida de su población, en congruencia con las disposiciones jurídicas que aplican para su inscripción y publicación oficial.

El objetivo general del PMDU es: Que el municipio de Santa María Huatulco, cuente con un instrumento rector de desarrollo urbano a nivel municipal, el cual haga que el municipio crezca de manera organizada, planeada y en congruencia con su entorno ambiental, económico y social, dentro de las políticas y estrategias acordes a su estado actual, dentro de un marco jurídico legal, proporcionando un instrumento que sirva a las autoridades municipales como una herramienta para planear y prever la zonas urbanas, rurales y las obras de infraestructura necesarias en los distintos escenarios de crecimiento.

### 1.3.2. Objetivos particulares

#### 1.3.2.1. Planeación urbana

Diseñar medidas adecuadas para el desarrollo, en función de los recursos naturales, actividades productivas y del equilibrio entre los asentamientos humanos.

#### 1.3.2.2. Medio ambiente

Establecer estrategias que permitan preservar y aprovechar los recursos naturales, buscando ante todo la sostenibilidad y el equilibrio de todos los actores involucrados. Definir zonas con alto valor ambiental, de conservación y restauración, así como de aprovechamiento. Formular acciones para regular el manejo adecuado de los residuos sólidos, así como su clasificación, evitando con esto la contaminación de zonas de conservación.

#### 1.3.2.3. Usos del suelo

Generar acciones específicas que propicien el desarrollo, mejoramiento, equidad y regulación de los asentamientos humanos. Definir los usos de suelo, destinos y reservas, congruentes con los criterios en materia de resiliencia, en concordancia con lo establecido en el marco jurídico en materia de protección civil. Establecer el ordenamiento urbano a partir de la zonificación y la normatividad urbana correspondiente, con la finalidad de desarrollar una herramienta para la gestión del territorio como un medio para lograr un desarrollo sostenible, desde una perspectiva integral, que reflejé la naturaleza y dinámica del municipio, señalando

las acciones específicas necesarias para la conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población. Igualmente se deberán especificar los mecanismos que permitan la constitución de reservas territoriales, creación de infraestructura, equipamiento, servicios, vivienda, espacios públicos, entre otros. Prevenir los procesos de ocupación irregular de las tierras.

#### 1.3.2.7. Vivienda

Priorizar la vivienda digna, mediante la cobertura a las necesidades básicas de la población. Consolidación de la identidad del municipio, a través de acciones enfocadas en la imagen urbana. Implementación de nuevas tecnologías con una visión sustentable. Promover la construcción de vivienda nueva en zonas provistas de servicios y equipamientos, para generar un desarrollo urbano compacto y sostenible.

#### 1.4.4. Congruencia con los objetivos y metas municipales

A continuación, se presentan los objetivos y metas municipales planteados para la administración pública 2019–2021 de Santa María Huatulco, Oaxaca.

**Ecología.** El objetivo es ejecutar atribuciones en materia de planificación, control, ordenamiento, vigilancia y regulación del desarrollo urbano y de preservación del equilibrio ecológico y de protección ambiental. Las metas son: expedir permisos y autorizaciones en materia ambiental, aplicando los reglamentos y los criterios ecológicos municipales.

**Vivienda.** El objetivo es desarrollar un proyecto de vivienda sustentable, definido y ordenado, con esquemas y diseños arquitectónicos acordes al desarrollo turístico de Bahías de Huatulco. Las metas para lograr que las familias cuenten con una vivienda digna y decorosa son: incrementar el acceso a la vivienda habitable, segura y adecuada y el acceso a terrenos urbanizados con los servicios básicos prioritarios; establecer las condiciones para el desarrollo urbano equilibrado y sostenible; incentivar la participación de promotores privados; y crear, registrar y operar el Instituto Municipal de Vivienda ante la Comisión Nacional de Vivienda.

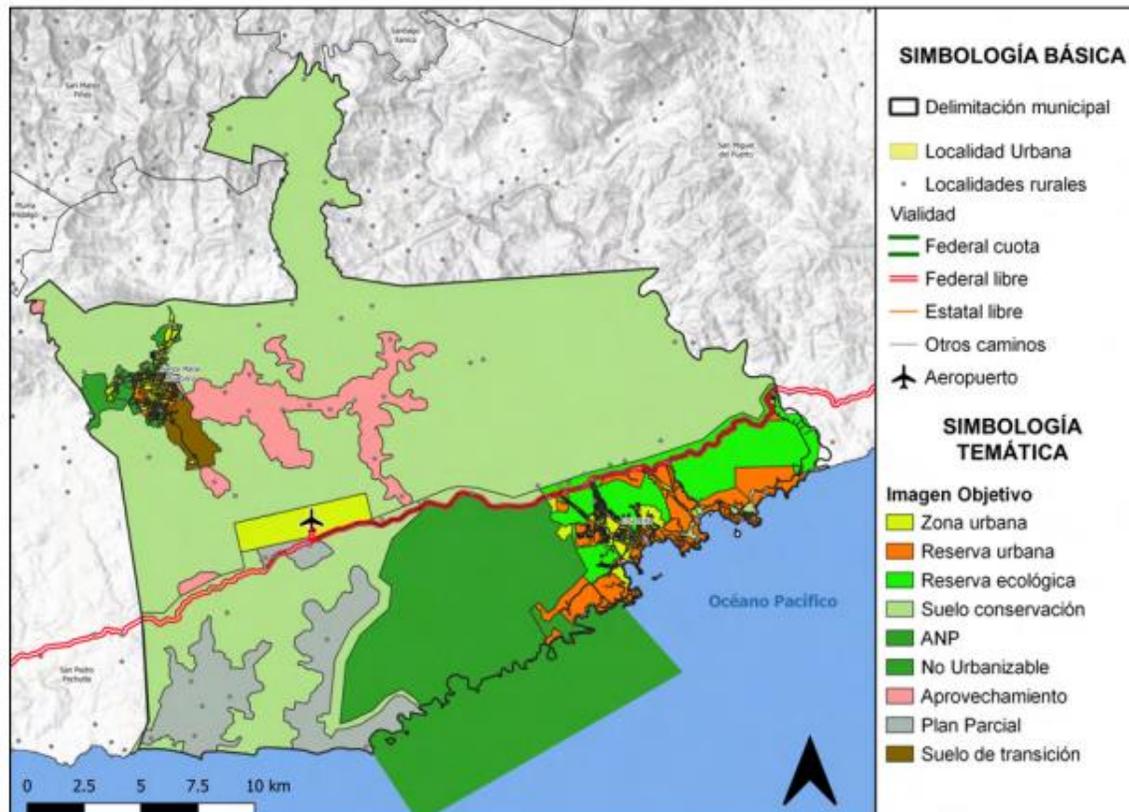
#### 2.10 Imagen objetivo

De acuerdo con lo observado en el diagnóstico y marco jurídico, se determinó una imagen objetivo congruente con las áreas prioritarias de

valor paisajístico y con la zonificación primaria, por lo que deben ser congruentes considerando los siguientes instrumentos normativos:

- Ordenamiento Ecológico de Bahías de Huatulco, 1994
- Plan de Manejo del Parque Nacional Huatulco, 2003
- Áreas de Importancia para la Conservación, Restauración y Producción en México, CONAFOR, 2011
- Regiones Terrestres Prioritarias, CONABIO, 2004
- Sitios RAMSAR, SEMARNAT, 2016

Derivado del diagnóstico y marco jurídico del municipio, se identificaron distintas zonas, que de acuerdo a sus características fueron propuestas para desarrollar una imagen objetivo del municipio, las cuales se presentan en la Figura III.5.1.



Zona	Superficie (hectáreas)	Porcentaje (%)
<b>Zonas aptas para el desarrollo urbano</b>	<b>3,206.65</b>	<b>6.22%</b>
Zonas urbanas actuales	1,488.93	2.89%
Zonas de reserva para el crecimiento urbano	1,717.72	3.33%
<b>Reserva Ecológica</b>	<b>4,371.50</b>	<b>8.47</b>
<b>Zonas no aptas para el desarrollo urbano</b>	<b>37,319.29</b>	<b>72.33%</b>
.....Áreas Naturales Protegidas Federales - Parque Nacional Huatulco (terrestre)	6,374.98	12.36%
Zonas de conservación	30,690.93	59.49%
.....Zonas no Urbanizables	253.38	0.49%
<b>Zonas de aprovechamiento con potencial agrícola y pecuario</b>	<b>2,866.02</b>	<b>5.56%</b>
<b>Sujeto a Plan Parcial</b>	<b>3,446.04</b>	<b>6.68%</b>
<b>Zonas de Transición</b>	<b>381.50</b>	<b>0.74%</b>
<b>Total</b>	<b>51,591</b>	<b>100%</b>

Tomado de: *Plan Municipal de Desarrollo Urbano Santa María Huatulco, 2019*<sup>17</sup>.

**Figura III.5.1.** Zonas identificadas para la imagen objetivo del municipio de Santa María Huatulco y superficie ocupada por cada una.

El objetivo general de las políticas y estrategias del PMDUSMH, busca dar certeza jurídica y normativa para el desarrollo urbano del municipio, lo cual permitirá a la autoridad municipal y a la ciudadanía, contar con un instrumento normativo y lineamientos para la consolidación de los asentamientos humanos y el desarrollo económico y social, con base en el mejoramiento y conservación del medio natural, que atienda los escenarios y tendencias de crecimiento del municipio.

Dentro de las políticas y estrategias para el desarrollo urbano del municipio, de acuerdo a los objetivos establecidos, se pueden enlistar las siguientes:

- El desarrollo urbano debe reconocer, regular e instrumentar el uso, ocupación, aprovechamiento y crecimiento del territorio, por lo que es imprescindible contar con un modelo territorial equilibrado y sostenible. El objetivo principal es el de establecer un modelo territorial integral, ordenado, sostenible, comunicado y seguro, centrado en el bienestar de los habitantes, trabajadores y los visitantes del municipio de Santa María Huatulco.

<sup>17</sup> Plan Municipal de Desarrollo Urbano Santa María Huatulco, 2019.Propuesta. Consultado en línea septiembre 2021. <https://www.huatulco.gob.mx/pmdu/>

Estrategia 1. Los nuevos asentamientos humanos deberán ser planeados y desarrollados en las zonas de reserva, con sus respectivas, evaluaciones de impacto ambiental, así como estudios de factibilidad de servicios urbanos (agua potable, electricidad, drenaje).

- Acción 1.1. Fomento de zonas de mezcla de usos de suelo para evitar la segregación espacial.

- Acción 1.2. La densidad bruta máxima en la normatividad de los nuevos desarrollos debe estar determinada por una manifestación de impacto ambiental, así como un estudio de factibilidad de servicios urbanos (agua potable, drenaje, electricidad, residuos sólidos, etc.).

- Acción 1.3. Elaboración de estudios específicos sobre el manejo de agua potable y sustentabilidad hídrica, que determine las fuentes para la dotación de agua, así como en la generación de escenarios y pronósticos en las zonas de reserva urbana.

- Acción 1.4. Programa de ecotecnias, como alternativa a la construcción de nuevas redes de infraestructura, con el fin de que se permita su instalación y la capacitación para su buen uso.

- Acción 1.5. Se deben establecer zonas de amortiguamiento entre los nuevos desarrollos y las áreas de conservación y restauración.

Estrategia 2. Vigilancia al cumplimiento de los usos de suelo, promoción a la mezcla de usos en las zonas consolidadas y la utilización de los baldíos urbanos con la finalidad de integrarlos a la dinámica urbana.

- Política para consolidar un sistema de localidades que favorezca la integración entre las localidades urbanas y rurales

Estrategia 1. Determinar el crecimiento de las zonas urbanas, rurales y las áreas de aprovechamiento.

Estrategia 2. Incorporación de las localidades rurales dispersas a los principales centros urbanos.

Como resultado del análisis y diagnóstico del municipio, así como de la imagen objetivo que se plantea para este, el PMDU establece una propuesta de Zonificación primaria, la cual se detalla a continuación:

Para establecer la zonificación primaria se retoma la definición del artículo 3 sección XXXIX de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, la cual señala que la zonificación primaria es la determinación de las áreas que integran y delimitan un centro de población, comprendiendo las áreas urbanizadas y áreas urbanizables, incluyendo las reservas de crecimiento, las áreas no urbanizables y las Áreas Naturales Protegidas, así como la red de vialidades primarias.

Además, el artículo 107 de la Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano para el Estado de Oaxaca, señala que, para el efecto de ordenar y regular el desarrollo urbano, el territorio del estado se clasifica en:

- Zonas urbanas y urbanizables
- Zonas en proceso de urbanización
- Reservas territoriales, zonas de desarrollo controlado, de amortiguamiento y de salvaguarda, especialmente en áreas e instalaciones en las que se realizan actividades riesgosas y se manejan materiales y residuos peligrosos
- Provisiones para la creación de nuevos centros de población
- Espacios destinados a la conservación
- Espacios rurales
- Áreas o zonas federales en ríos, afluentes, caminos y costas
- Espacios destinados al mejoramiento

Derivado de los instrumentos legales y las características propias del municipio, se establece la siguiente zonificación primaria:

1. Zona Urbana. Superficie de suelo ocupada por asentamientos humanos, donde prevalecen las edificaciones, servicios de infraestructura, equipamientos y actividades económicas.

El área urbana se divide en dos tipos:

- Área Urbana (AU) - Son las áreas urbanas ocupadas por asentamientos humanos, infraestructura, equipamientos y actividades económicas (sin el turismo).
- Áreas de Desarrollo Turístico (ADT) - Aquellas áreas que actualmente están ocupadas exclusivamente por actividades turísticas en cualquiera de sus modalidades.

La superficie total de estas áreas es de 1,488.93 has.

2. Reserva Urbana. Corresponde a las áreas que no han sido ocupadas, pero que, por sus características, la determinación de sus aptitudes urbanas y naturales y por su potencialidad para urbanizar de acuerdo con la factibilidad de dotar con infraestructura, equipamiento y servicios, se determina conveniente incorporarlas a la expansión futura del centro de población como espacios de reserva urbana. Únicamente en estas áreas se podrán construir nuevos desarrollos urbanos de acuerdo con la programación del PMDUSMH.

- Reserva Urbana (RU) - Son las áreas urbanas, donde se establecerán nuevos desarrollos urbanos, de acuerdo con su factibilidad de uso de suelo, infraestructura, actividades económicas y sus manifestaciones de impacto ambiental.

- Reservas de Desarrollo Turístico (RDT) - Son las áreas destinadas a los desarrollos urbanos con actividades turísticas en cualquiera de sus modalidades (ecológico, hotelero y servicios turísticos). La superficie total de estas áreas es de 1,717.72 has.

**3. Reserva Ecológica.** Estas áreas presentan un gran potencial de desarrollo urbano y/o turístico, pero por estrategia territorial conviene conservarlas temporalmente sin urbanización, hasta en tanto la dinámica del crecimiento urbano - turístico lo demande, pudiendo ser destinadas a usos urbanos o turísticos al mediano y largo plazo, previa elaboración de los estudios necesarios y la obtención de las autorizaciones correspondientes, los estudios deben considerar lo siguiente:

- La normatividad deberá estar regida por los instrumentos de planeación urbana vigentes. En caso de no contar con ello, deben estar determinados por una manifestación de impacto ambiental, así como un estudio de factibilidad de servicios urbanos (Agua potable, drenaje, electricidad, residuos sólidos, etc.)

- Debe estar sujeto a manifestación de impacto ambiental y estudios ecológicos especiales supeditados a la autorización por parte del municipio y de acuerdo a las atribuciones de las dependencias estatales y federales competentes.

- La zona federal marítima terrestre, los derechos de vía (CFE, SCT), el cono de aproximación del aeropuerto internacional de Huatulco, así como los cuerpos de agua, deberán mantenerse totalmente libres de construcción.

- Elaboración de un estudio técnico sobre las condiciones actuales de la zona, medio natural, medio físico transformado, aspectos sociodemográficos, aspectos socioeconómicos, etc., analizando la factibilidad del proyecto a desarrollarse.
- Elaboración de un estudio de factibilidad de servicios urbanos (agua potable, electricidad, drenaje, desechos sólidos). Estará condicionado a la capacidad de respuesta instalada (solo si es el caso).
- Fomentar zonas de mezcla de usos de suelo para evitar la segregación espacial.
- Programa de ecotecnias, como alternativa a la construcción de nuevas redes de infraestructura, con el fin de que se permita su instalación y la capacitación para su buen uso.
- Se deben establecer zonas de amortiguamiento entre los nuevos desarrollos y las áreas de conservación y restauración, a partir del límite de protección.
- Elaborar un plan maestro que cumplan con las condiciones estipuladas y aprobadas por el municipio de Santa María Huatulco, el estado de Oaxaca y el FONATUR de acuerdo con el ámbito de competencia en el territorio.

Este uso es de aplicación únicamente dentro del CP Bahías de Huatulco, conforme a los antecedentes del PDUCPBH 2014. La superficie total de estas áreas es de 4,371.50 has.

4. Zonas de Conservación Ecológica y Servicios Ambientales (ZCE y SA). Aquellas áreas que por su valor ambiental o condición de riesgo no podrán ser ocupadas por asentamientos humanos o cualquier actividad urbana, se limitarán a la preservación de los recursos naturales. La superficie total de estas áreas es de 30,690.93 has.

5.- Áreas Naturales Protegidas. (ANP). El Parque Nacional Huatulco (PNH) fue establecido mediante decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de julio de 1998. El parque cuenta con una superficie de 11,890.98 Has., de las cuales 6,374.98 Has. son terrestres y 5,516.00 Has. pertenecen a la zona marina.

De acuerdo con el decreto, el PNH presenta elementos naturales que le confieren alta importancia a nivel nacional e internacional para la conservación de ecosistemas de bosques tropicales secos o selvas secas y arrecifes coralinos. Forma parte del sistema natural que integra, junto con la región Copalita-Zimatlán, una de las tres biorregiones más importantes del país. Esta Área Natural Protegida cuenta con su Programa de Manejo (2012), emitido por la Comisión Nacional de Áreas Protegidas, en el cual se establecen los lineamientos de conservación, usos permitidos y zonificación.

6. Zonas Agrícolas. Aquellas áreas en las que se desarrollan todas aquellas actividades relacionadas con la agricultura y ganadería en sus diversas modalidades, las cuales se encuentran sujetas a las regulaciones en la materia. La superficie total de estas áreas es de 2,866.02 has.

7. Sujeto a Plan Parcial. Tienen por objeto estructurar, ordenar o reordenar, como una unidad espacial integral, el trazo de la infraestructura vial, la división de la propiedad, la zonificación y normas de usos y destinos del suelo, la ubicación de edificaciones, la imagen urbana; en una zona específica de un centro de población, con la finalidad de llevar a cabo acciones de crecimiento, reubicación, conservación, mejoramiento o consolidación. La superficie total de las áreas sujetas a plan parcial es de 3,446.04 has.

8.- Áreas de Transición. Estas zonas fungen como separadoras entre las áreas urbanas y las zonas de conservación ecológica, aminorando la confrontación directa entre las condiciones físicas de cada una de ellas, estas áreas presentan un potencial para la localización de equipamientos y zonas de apoyo al área urbana consolidada, se encuentran sujetas a usos restringidos con destinos específicos tales como plazas, áreas verdes o equipamientos, en estas áreas tendrán prioridad las actividades que demanden grandes extensiones de espacio abierto, especialmente de recreación y esparcimiento, institucionales y agropecuarias; solo se permiten aquellas instalaciones con bajas densidad de uso de suelo que puedan generar su propia infraestructura sin depender del área urbana actual del centro de población, estas áreas presentan un potencial para la localización de equipamientos y zonas de apoyo al área urbana consolidada que garanticen las condiciones materiales de la vida comunitaria al mediano y largo plazo previa elaboración de los estudios necesarios y la obtención de las autorizaciones correspondientes. La superficie total de las áreas de transición es de 381.50 has.

9. Área No Urbanizable. Zonas de amortiguamiento para la conservación, son áreas que, por su valor ambiental, su aprovechamiento agrícola o factor de riesgo, no podrán ser ocupadas por usos urbanos y se limitarán a la preservación y aprovechamiento adecuado de los recursos naturales y agrícolas, así como a la instalación de equipamientos de recreación y esparcimiento.

La superficie total es de 253.38 has.

#### Propuesta de zonificación primaria del municipio de Santa María Huatulco

Zona	Superficie (hectáreas)	Porcentaje (%)
Zona Urbana	1,488.93	2.89
Reserva Urbana	1,717.72	3.33
Reserva ecológica	4,371.50	8.47
Zonas de conservación ecológica y servicios ambientales	30,690.93	59.49
Área Natural Protegida	6,374.98	12.36
Zonas Agrícolas	2,866.02	5.56
Sujeto a Plan Parcial	3,446.04	6.68
Áreas de transición	381.50	0.74
Áreas no Urbanizables	253.38	0.49
<b>Total</b>	<b>51,591</b>	<b>100.00</b>

*Tomado de: Plan Municipal de Desarrollo Urbano Santa María Huatulco, 2019<sup>18</sup>.*

**Vinculación con el proyecto:** De acuerdo a la zonificación primaria propuesta en PMDU de Santa María Huatulco, la localidad donde se inserta el proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote” se ubicaría dentro de la zona de Reserva Ecológica, de acuerdo a lo cual son zonas con un gran potencial de desarrollo urbano y/o turístico, pero que, por estrategia territorial conviene conservarlas temporalmente sin urbanización, hasta en tanto la dinámica del crecimiento urbano - turístico lo demande, pudiendo ser destinadas a usos urbanos o turísticos al mediano y largo plazo, previa elaboración de los estudios necesarios y la obtención de las autorizaciones correspondientes.

<sup>18</sup> Plan Municipal de Desarrollo Urbano Santa María Huatulco, 2019. Propuesta. Consultado en línea septiembre 2021. <https://www.huatulco.gob.mx/pmdu/>

De acuerdo a la Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano para el Estado de Oaxaca, la determinación de los destinos del suelo, en la zonificación primaria, será de interés público y su establecimiento deberá fundamentarse exclusivamente en consideraciones técnicas, jurídicas y sociales que los justifiquen, en este sentido, es imprescindible subrayar que de acuerdo a la dinámica social del municipio y a los requerimientos de vivienda digna como lo menciona el PMDU, el área propuesta en este estudio para la implementación del proyecto, justifica el cambio de uso de suelo propuesto.

### III. 6. OTROS INSTRUMENTOS

#### ▪ Plan Municipal de Desarrollo Sostenible 2019-2021 Santa María Huatulco

*Objetivo 1.* Contribuir a mejorar las condiciones de vida de los habitantes del municipio de Santa María Huatulco mediante la implementación de una política de desarrollo social incluyente que garantice la igualdad de oportunidades y el acceso a los derechos sociales.

*Estrategia 1.1.* Conocer las características de la transición demográfica de los habitantes del municipio de Santa María Huatulco que permita prever las necesidades de los diferentes grupos poblacionales en materia de vivienda, servicios, comunicaciones e infraestructura de manera incluyente y sostenible.

*O.D.S. 11.3.* Para 2030, aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para la planificación y la gestión participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos en todos los países.

#### *Líneas de Acción*

1.1.1. Identificar las zonas de mayor crecimiento poblacional dentro del territorio municipal.

1.1.2. Implementar acciones para enfrentar la demanda futura de vivienda y servicios derivadas del crecimiento de la población.

1.1.3. Garantizar que toda la población cuente con su acta de nacimiento ante el registro civil.

1.1.4. Dirigir el crecimiento de los centros poblacionales para atender fenómenos vinculados con el crecimiento de la población y la demanda de servicios y recursos.

1.1.5. Elaborar mediante esquemas de coordinación estudios que permitan identificar las principales características del fenómeno demográfico del municipio.

#### *Eje IV: Desarrollo Económico Productivo e Innovador*

##### *Diagnóstico*

La Ley General de Desarrollo Social señala que la Política Nacional de Desarrollo Social tiene entre sus objetivos también el **promover un desarrollo económico con sentido social, que propicie y conserve el empleo, eleve el nivel de ingreso y mejore su distribución; incluye además la generación de empleo e ingreso, autoempleo y capacitación para la superación de la pobreza, así como fomentar el sector social de la economía.**

Por lo tanto, **una eficaz estrategia de desarrollo debe de considerar el vínculo existente entre el desarrollo social y el económico: tomando en cuenta que no es posible mejorar las condiciones de vida de la población, sino se logra un desarrollo económico suficiente que permita mejorar los niveles de empleo y de ingreso de las familias, en particular de aquellas con mayores rezagos y en condición de pobreza. Por lo que, la mejor manera de mejorar las condiciones de vida de la población es mediante la generación de empleos dignos y bien remunerados.**

En cada localidad dentro del territorio municipal, existen núcleos económicos claves que necesitan consolidarse como fuentes de riqueza de los territorios y en esa misma medida “arrastrar” en su dinámica a otros sectores emergentes. Es decir, se trata de **impulsar o fortalecer actividades económicas rentables y sostenibles que permitan generar ingresos y fuentes de trabajo para la población.** Dotar a los grupos y sectores más vulnerables con capacidades tiene consecuencias en la lucha contra la pobreza, solo si se ubican en un contexto donde el territorio les ofrezca nuevos empleos y oportunidades económicas.

A nivel municipal, una de las principales actividades de la presente administración del municipio de Santa María Huatulco son las relacionadas al desarrollo económico de sus habitantes, como la generación de empleos

para la población, contar con mayores opciones para adquirir bienes o servicios para la comodidad de la sociedad, mayor recaudación tributaria y una sociedad competitiva.

Por lo tanto, el propósito del desarrollo económico de Santa María Huatulco es cimentar la capacidad económica del municipio con el fin de mejorar su futuro económico y mejorar la calidad de vida para todos.

Este proceso se llevará a cabo mediante la coordinación por medio de representantes del sector público, privado y la sociedad civil trabajando de forma colectiva con el fin de crear mejores condiciones para el crecimiento económico y para la generación de empleo.

### *12.3 Empleo*

El empleo refleja la situación económica de una sociedad y se relaciona directamente con todos los sectores productivos y sus actividades económicas, las cuales son el conjunto de acciones y recursos que emplean las unidades económicas en un municipio para producir bienes o proporcionar servicios.

Actualmente los distintos ámbitos de gobierno se enfocan en gran parte en políticas públicas que promueven el crecimiento económico para generar buenos empleos, lo cual es algo primordial debido a las condiciones económicas y laborales en las que se encuentra el país. Para el caso del municipio de Santa María Huatulco y con información del Censo Económico 2014 se tiene que en el territorio municipal se identificaron 2,828 Unidades Económicas, es decir establecimientos que se dedican a realizar cualquier tipo de actividad económica en un periodo determinado.

### *12.4 Actividades Económicas*

La actividad económica, es la acción destinada para producir bienes y servicios para el mercado, incluyendo la producción agropecuaria de autoconsumo. De manera agregada existen tres tipos de actividades económicas: primarias, secundarias y terciarias.

El sector agropecuario y pesquero en los municipios del estado de Oaxaca presentan problemáticas que en general son básicamente las mismas; ya que, no se presentan avances en cuanto a tecnología e innovación. El municipio de Santa María Huatulco enfrenta estos problemas que justifican la preocupación de desarrollar acciones que lleven a buen camino a cada

uno de los sectores. Huatulco tiene potencial para promover y establecer proyectos que promuevan el desarrollo.

### *12.9 Objetivos, Estrategias y Líneas de Acción*

*Objetivo 4. Contribuir al desarrollo económico del municipio* de Santa María Huatulco mediante el impulso de actividades económicas estratégicas aprovechando sus vocaciones productivas de sus recursos naturales, humanos y de capital, de manera sustentable y contribuyendo con la modernización del municipio y la calidad de vida de sus habitantes.

*Estrategia 4.1. Impulsar la generación de mayores empleos formales* y mejores remuneraciones con base en las actividades económicas principales que permitan mejorar la calidad de vida de los habitantes de Santa María Huatulco.

O.D.S. 8.3. Promover políticas orientadas al desarrollo que apoyen las actividades productivas, la creación de empleos decentes, el emprendimiento, la creatividad y la innovación y alentar la formalización y el crecimiento de las microempresas y las pequeñas y medianas empresas, entre otras cosas mediante el acceso a servicios financieros.

O.D.S. 8.5. Lograr el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos los hombres y mujeres, incluidos los jóvenes y las personas con discapacidad, y la igualdad de remuneración por trabajo de igual valor.

O.D.S. 8.6. Reducir la proporción de jóvenes que no están empleados y no cursan estudios ni reciben capacitación.

*Estrategia 4.2. Fortalecer las actividades económicas estratégicas* actuales y potenciales del municipio de Santa María Huatulco e impulsar aquellas que aún no han sido aprovechadas, con la finalidad de generar el crecimiento económico necesario para mejorar la calidad de vida de la población.

### *Eje V: Desarrollo Sustentable Ordenado*

#### *Diagnóstico*

Actualmente se asume como una prioridad dentro de las políticas públicas la búsqueda de un progreso económico que no descuide los aspectos cualitativos, tales como la calidad de vida o la preservación del medio ambiente, sin olvidar un compromiso moral y ético con las generaciones futuras. Santa María Huatulco está llamado a ser uno de los pioneros en

el enfoque del desarrollo sustentable, ya que su actividad económica se basa en sus características ambientales, por lo que es prioritario establecer una agenda de trabajo que permita impulsar las actividades económicas mediante un uso racional y adecuado de los recursos naturales de los que dispone que permita reducir la pobreza y la desigualdad de sus habitantes, así como la resiliencia ante los desastres a todos los niveles.

Por su parte y en correspondencia con lo anterior mencionado, es necesario elaborar instrumentos que sirvan de base para planear todas las acciones urbanas, rurales, sociales, turísticas y de obras que se realicen desde cada regiduría y que tendrán que estar fundamentadas desde un punto de vista jurídico y técnico; desde ahora y hasta en 20 años de actividad administrativa, por medio de un adecuado desarrollo urbano y ordenamiento del territorio.

De esta forma, Santa María Huatulco deberá ser pionero también en el desarrollo de herramientas de planeación para el desarrollo físico y la utilización del suelo con base en directrices, programas y normas específicas que permitan avanzar hacia un crecimiento urbano planeado de cara a la implementación de proyectos de gran impacto impulsados desde los diferentes ámbitos de gobierno.

Para un adecuado desarrollo urbano municipal es necesaria la coordinación del gobierno y la comunidad del municipio, mediante acciones dirigidas a planear, ejecutar y controlar las acciones de ordenamiento y regulación del proceso de urbanización, de acuerdo con el desarrollo socioeconómico del municipio y enmarcado dentro de un orden jurídico establecido. Todo esto en armonía con el medio ambiente y en apego a la normatividad vigente en los diferentes ámbitos de gobierno.

### *13.2 Árbol de Problemas y Objetivos*

- Cambio de uso de suelo para vivienda en zonas rurales sin control
- Crecimiento de zonas urbanas sin regulación
- Crecimiento de zonas de concentración poblacional sin infraestructura urbana suficiente

#### *Objetivos*

- Regulación del cambio de uso de suelo para vivienda en zonas rurales

- Ordenamiento en el crecimiento de zonas Urbanas
- Crecimiento de zonas de concentración poblacional con infraestructura urbana suficiente

#### *Fines*

- Protección de la flora y fauna
- Reducción de la degradación del medio ambiente
- Aumento en el valor turístico

### 13.3 Uso Racional de los Recursos Naturales

Actualmente se observa una interesante situación dentro del territorio del municipio de Santa María Huatulco. La primera de ellas, la necesidad de abrir nuevos espacios de alto valor ambiental para el desarrollo turístico, así como para el crecimiento de la mancha urbana y nuevos centros poblacionales, sin considerar los efectos negativos que esto tendrá en el inventario de los recursos naturales del municipio. Por otra parte, también se ha hecho evidente la necesidad de una actividad turística que conserve los recursos naturales que posee para su adecuado uso y que permita una comercialización del producto que se ofrece, que además para Bahías de Huatulco es la base de promoverse como un destino turístico verde. Por tal motivo, resulta prioritario aplicar políticas de uso sustentable de los recursos naturales y de compensación a los posibles afectados que incrementen su resiliencia y minimicen los impactos negativos del desarrollo económico y social.

En este sentido, la administración pública municipal ha de utilizar todos los medios disponibles para cumplir con dicho objetivo y los alcances de ello estarán en función de la planeación y organización que se haya alcanzado; por lo tanto, es indispensable un consenso entre el gobierno y los ciudadanos. Dentro de las atribuciones del Ayuntamiento es su ámbito de competencia la preservación, conservación, restauración, mejoramiento, protección, previsión y control en materia de equilibrio ecológico y protección del medio ambiente.

De igual forma el Ayuntamiento formulará e impulsará programas y acciones en materia ambiental, las cuales serán desarrolladas coordinadamente con las autoridades federales, así como estatales y de otros municipios, al igual que la sociedad, de conformidad con los ordenamientos legales.

### 13.5 Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial

La adecuada planeación, organización y coordinación del crecimiento de los asentamientos humanos y las actividades económicas que se llevan a cabo en un espacio determinado, son factores fundamentales para el progreso social.

Los procesos de desarrollo urbano y ordenamiento territorial son elementos que intervienen en el progreso humano y en el desarrollo social y económico del municipio de Santa María Huatulco, ya que por medio de éstos se pueden garantizar no sólo la cobertura de las necesidades sociales sino también los requerimientos para el aprovechamiento potencial de las actividades productivas. El desarrollo urbano se entiende como el proceso de planeación y regulación de la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población, mientras que el ordenamiento territorial es la política pública que tiene como objeto la ocupación y utilización racional del territorio como base espacial de las estrategias de desarrollo socioeconómico y la preservación ambiental.

En el municipio de Santa María Huatulco es posible definir tres procesos de desarrollo urbano y de ordenamiento, los cuales interactúan de manera constante y se retroalimentan entre ellos a la vez. Un primer grupo, definido por la cabecera municipal y por La Crucecita, que han crecido por su dinamismo económico, así como poblacional y que a la vez se han convertido en una zona de atracción para el resto de la población, ya sea por el acceso a los servicios públicos, como a satisfactores social, de empleo o de entretenimiento y recreación. El crecimiento de la actividad turística ha venido acompañado de un incremento en el volumen de la población y por lo tanto de la demanda de satisfactores urbanos, así como de suelo urbano, vivienda y servicios públicos.

Un segundo nivel es el conjunto de localidades satélite que han crecido alrededor o en la cercanía de los dos centros poblacionales más importantes o cerca de algún atractivo turístico, como el caso de playas y que en los años recientes han presentado tasas de crecimiento por arriba de lo normal. Estas localidades al igual presentan una mayor cobertura de servicios públicos y sobre todo de oportunidades y expectativas laborales. Este segundo nivel, se caracteriza por un crecimiento desordenado, ya que se encuentran fuera del área de control y regulación de las zonas urbanas, la dotación de los servicios es más por

demanda y presión social que por un proceso de planeación. El crecimiento excesivo de este tipo de centros poblacionales, la aparición de "ciudades satélites" o "ciudades dormitorio"; han dado como resultado también consecuencias negativas, como el deterioro ambiental o el mal manejo de los recursos naturales, así como también una mayor demanda de vías de comunicación para su accesibilidad e impactando en el paisaje urbano. Un fenómeno que muestra tendencias desfavorables en su proceso de desarrollo urbano de los centros de población y las localidades y municipios cercanos, ha sido la formación de asentamientos humanos desconcentrados, difusos y desconectados en sus diversos componentes, volviendo ineficaz el desarrollo de las actividades económicas, así como la distribución de la infraestructura, y por consiguiente, el incremento de los niveles de rezago, incluso en sus poblaciones urbanas con mayores niveles económicos.

Un tercer espacio o nivel son el grupo de localidades con menor población y que se distribuyen de manera dispersa en todo el territorio municipal. Se ubican cerca de una vía de comunicación y se caracterizan por tener una formación lineal a lo largo de estas vías de comunicación, que en su mayoría son caminos de terracería. Estos espacios se caracterizan por no contar con todos los servicios en materia de infraestructura urbana y social, como puede ser al agua, sistema de drenaje, drenaje pluvial, energía eléctrica, pavimentación, alumbrado público, entre otros. También existe una menor accesibilidad a oportunidades laborales, por lo que la población se dedica a actividades del campo de bajo valor o de subsistencia o en su caso esta misma población todos los días se traslada a los centros de mayor población a realizar sus actividades laborales.

***Vinculación con el proyecto:*** En lo que ha esto respecta, es importante enfatizar que en los últimos años el Centro de Población Bahías de Huatulco, ha mostrado un crecimiento demográfico importante, producto principalmente del impulso a las actividades económicas-turísticas. Este auge turístico trajo consigo un fenómeno migratorio que generó un considerable crecimiento demográfico.

En términos generales, el crecimiento demográfico de Bahías de Huatulco y del municipio en su conjunto, es un fenómeno esperado tratándose de un destino turístico, que actúa como polo de atracción poblacional y cuya presión se acentúa en la demanda de suelo y vivienda, fomentándose la

especulación de la tierra y convirtiéndose en demanda social para los estratos de menores recursos. Lo anterior aunado a la falta de reservas urbanas para los sectores populares contempladas inicialmente en el Plan Maestro de Desarrollo Urbano del Centro de Población Bahías de Huatulco, trajo como resultado un aumento en la demanda de viviendas de interés social dentro del CIP.

Bajo este contexto, se considera que la implementación del proyecto denominado “Lotificación del Rancho El Tololote” ubicado en la localidad El Arenoso, que por su proximidad al CIP Bahías de Huatulco contribuirá a atender la demanda de desarrollo de vivienda en la zona. Asimismo, su implementación contribuirá a fortalecer las actividades económicas estratégicas actuales y potenciales del municipio de Santa María Huatulco e impulsar aquellas que aún no han sido aprovechadas, con la finalidad de generar el crecimiento económico necesario para mejorar la calidad de vida de la población, de acuerdo a las estrategias establecidas en el Plan para el desarrollo del Municipio.

#### IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

##### IV. 1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO

De acuerdo al Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la delimitación del área de estudio deberá realizarse considerando ya sea la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrológico-forestales donde se ubicará el proyecto. De forma armónica con este instrumento y a fin de realizar un análisis objetivo de los elementos físicos y biológicos que se encuentran en el sistema ambiental en función de las interacciones que se presenten entre éstos elementos y las actividades que se realizarán durante el desarrollo del proyecto “Lotificación de Rancho El Tololote” para el cual se solicita el CUSTF, en el presente estudio se llevó a cabo la delimitación a nivel de microcuenca.

La delimitación del Sistema Ambiental (SA) para el presente estudio, se realizó a nivel de microcuenca. Si bien se reconoce que hay acepciones que establecen que los ecosistemas carecen de límites definidos y que, por lo tanto, conforman sistemas continuos sin fronteras, en donde “el ecosistema no tiene escala, ni soporte espacial definido”, ni tampoco dispone de una especificidad en el tiempo, con referencia a la escala de las actividades y transformaciones humanas del medio natural, para el caso de la evaluación del impacto ambiental es necesario contar con un sistema de referencia, el cual al tener límites territoriales, permite delimitar el ámbito de análisis de la estructura y el funcionamiento de uno o más ecosistemas.

Las cuencas hidrográficas son divisiones naturales del paisaje. Debido a la topografía y delimitación del parteaguas, el agua drena a través de corrientes superficiales a un punto común pudiendo desembocar en el mar, en un cuerpo de agua interior o infiltrarse antes de encontrar algún cuerpo o superficie colector (Cotler *et al.* 2007a)<sup>19</sup>. El enfoque de cuenca es importante porque el agua constituye el eje integrador del territorio que vincula e interconecta los elementos naturales, sociales y económicos. La dispersión de la contaminación va más allá de los límites

---

<sup>19</sup> Cotler H., A. Garrido, R. Mondragón y A. Díaz. 2007. Delimitación de las cuencas hidrográficas de México a escala 1: 250 000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Instituto Nacional de Ecología y Comisión Nacional del Agua. Documento técnico. México D.F. 35 p.

administrativos, por ejemplo, los municipales. Es por esto que la calidad del agua en

Las cuencas hidrográficas constituyen las unidades territoriales idóneas para la planeación y gestión de los recursos naturales (Cotler *et al.* 2010)<sup>20</sup>. Asimismo, una cuenca es un buen indicador del impacto de las actividades humanas en un determinado territorio.

En México existen 1471 cuencas hidrográficas las cuales fueron delimitadas utilizando criterios naturales, topográficos e hidrográficos (Cotler *et al.* 2007a). Debido a su gran tamaño la cuenca se suele subdividir utilizando los ríos tributarios principales agrupando el territorio en subcuencas y estas últimas se pueden subdividir en microcuencas (CONAGUA 1992)<sup>21</sup>. La división cuencas, subcuencas y microcuencas es una división jerárquica y anidada en donde, debido a la escala, cada división tiene distintos alcances. La cuenca nos da un esquema general que permite la planeación y la identificación de áreas prioritarias, la subcuenca permite la definición de estrategias para la planeación y gestión. La microcuenca por ser la de menor escala permite la identificación de los usuarios e intereses involucrados así como la vinculación de la calidad ambiental con las problemáticas locales por lo que es una buena unidad de gestión (Cotler y Caire 2009)<sup>22</sup>.

Bajo este contexto, la delimitación del área de estudio para el análisis del ambiente físico y determinación de puntos de muestreo para el análisis de los factores bióticos, así como la investigación de las interrelaciones que se presentan entre éstos elementos y los impactos que el proyecto “Lotificación de Rancho El Tololote” generará, se llevó a cabo a nivel de microcuenca. De acuerdo a esto, el polígono propuesto para el desarrollo del proyecto se encuentra ubicado en la microcuenca definida por El Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO)<sup>23</sup> denominada microcuenca 21-083-01-025 (Figura IV.1.1).

<sup>20</sup> Cotler H., A. Garrido, V. Bunge y M.L. Cuevas. 2010. Las cuencas hidrográficas de México: Priorización y toma de decisiones. En: Las cuencas hidrográficas de México: diagnóstico y priorización (H. Cotler, Ed.). Instituto Nacional de Ecología-Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P. México D.F., México. pp. 210-215.

<sup>21</sup> CONAGUA. 1992. Ley de Aguas Nacionales. Comisión Nacional del Agua. Diario Oficial de la Federación. 01 de diciembre de 1992. México.

<sup>22</sup> Cotler H. y G. Caire. 2009. Lecciones aprendidas del manejo de cuencas en México. Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México D.F., México. 380 p.

<sup>23</sup> FIRCO. 2016. Shapefile de microcuencas a nivel nacional

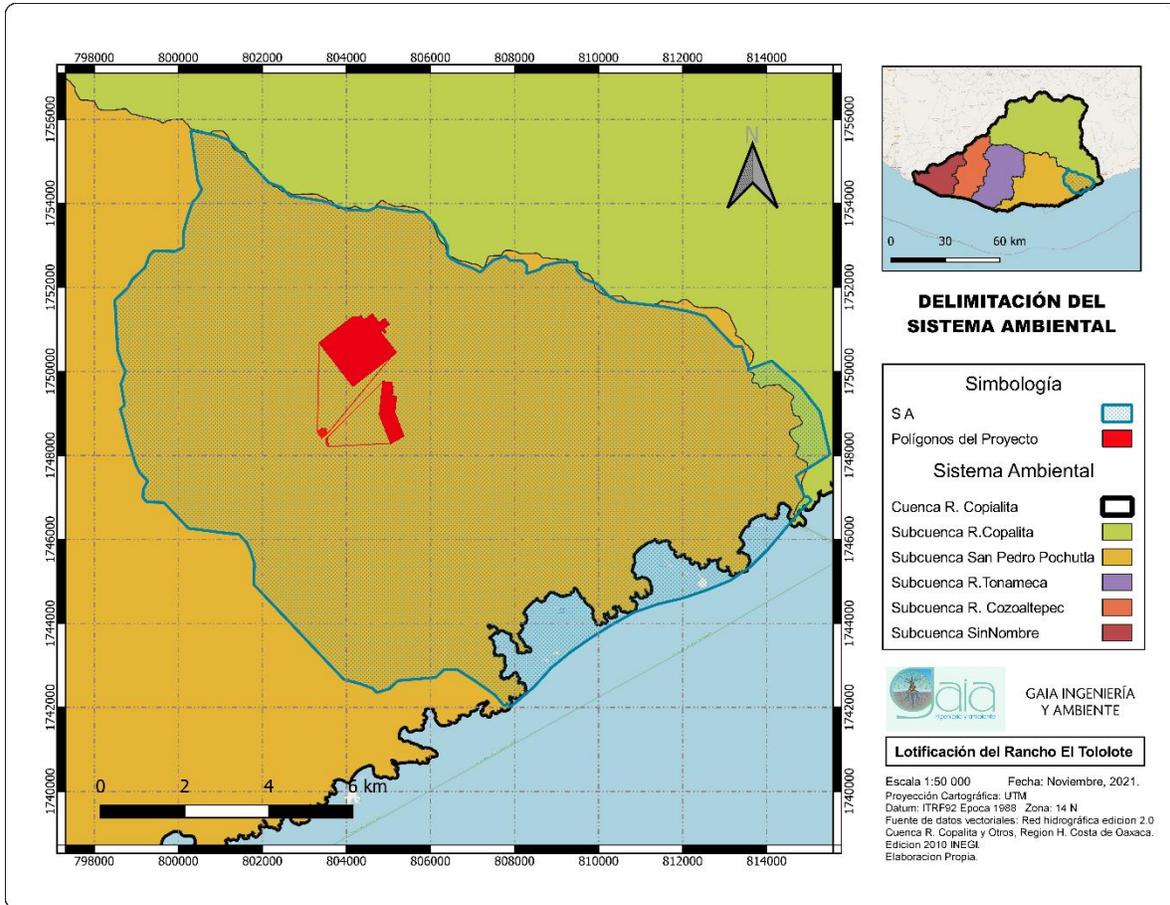


Figura IV.1.1. Delimitación del sistema ambiental (SA) del proyecto

## IV. 2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA)

La microcuenca 21-083-01-025 con una superficie de 130 861 215.28 m<sup>2</sup> pertenece a la subcuenca Copalita, de la Cuenca Rio Copalita y otros. Con base a esta delimitación, en los apartados posteriores se llevará a cabo el análisis integral del medio biótico, abiótico y social.

### IV.2.1 Medio abiótico

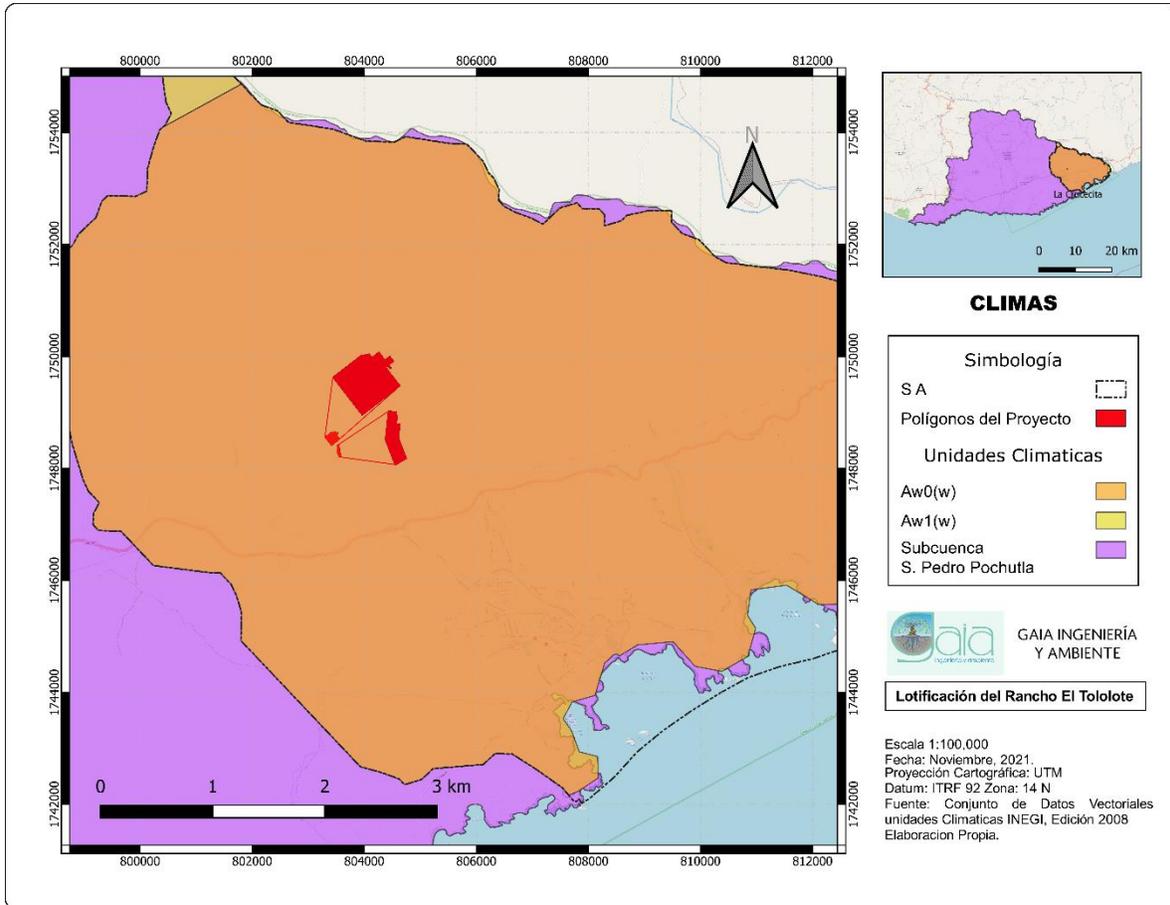
#### Clima

De acuerdo con la carta de unidades climáticas del INEGI (2008)<sup>24</sup> y a la clasificación adoptada por el INEGI a partir de la propuesta de Köppen y modificada por García (1973)<sup>25</sup>, en la microcuenca 21-083-01-025 se

<sup>24</sup> INEGI. 2008. Unidades climáticas. Conjunto de datos vectoriales escala 1:1000 000

<sup>25</sup> García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen: (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía. 246 p.

presenta un clima cálido subhúmedo, con dos subtipos climáticos:  $Aw_0(w)$  y  $Aw_1(w)$ , de los cuales el primero predomina en la microcuenca abarcando un 90% de esta (Figura IV.2.1.1).



**Figura IV.2.1.1.** Climas en en el SA delimitado para el proyecto

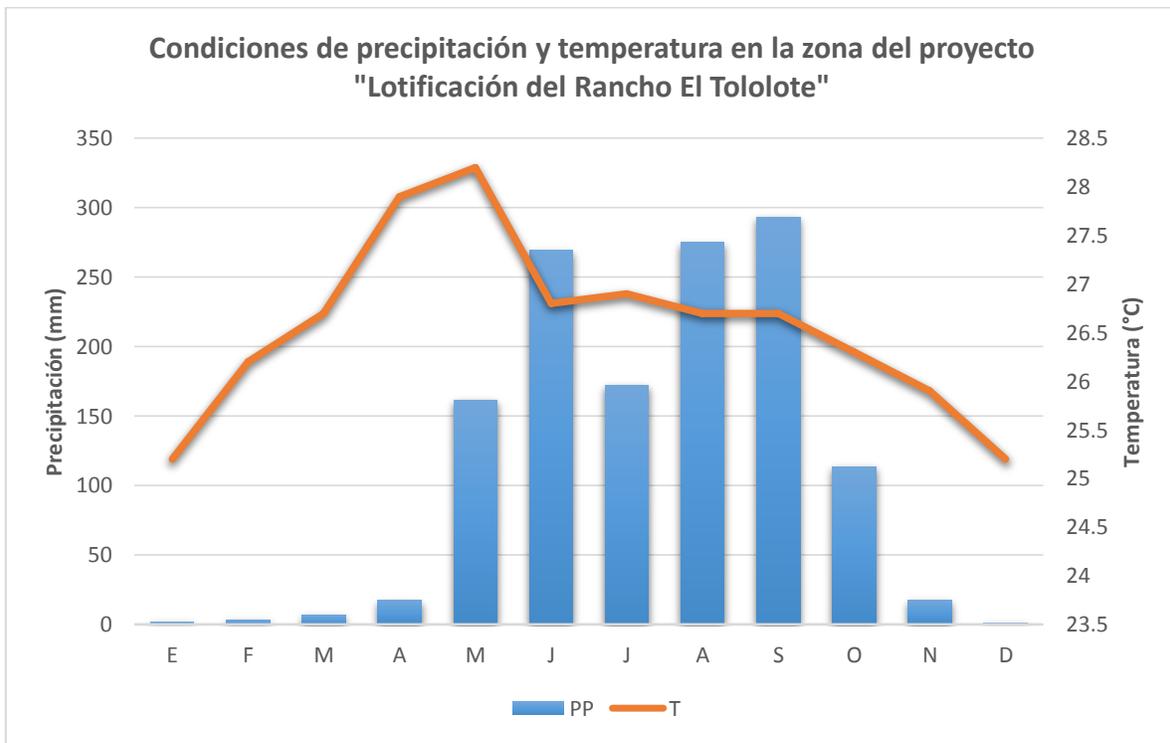
El clima Cálido Subhúmedo  $Aw_0(w)$  representa el subtipo más seco de los subhúmedos, con lluvias en verano, de menor humedad, temperatura media anual mayor de  $22^{\circ}$  C y temperatura del mes más frío mayor de  $18^{\circ}$  C. La precipitación del mes más seco se registra entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y el porcentaje de lluvia invernal va del 5% al 10.2% del total anual.

El subtipo  $Aw_1(w)$  Cálido Subhúmedo con lluvia en verano, de humedad media, temperatura media anual mayor de  $22^{\circ}$  C y temperatura del mes más frío mayor de  $18^{\circ}$  C. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual y en menor proporción. Este subtipo

climático se encuentra en la parte norte de la microcuenca, representando únicamente el 10% del territorio.

Temperaturas promedio

Con base a las normales climatológicas registradas para el periodo 1981-2010 por la estación 20333 Huatulco ubicada en las coordenadas geográficas 15° 49' 00" N y 96° 19' 00" W a 16 km de la zona de estudio, la temperatura media anual fue de 26.6 ° C, con la temperatura media mensual promedio más alta registrada para el mes de mayo con 28.2° C y la más baja de 25.2 ° C para los meses de diciembre y enero (Figura. IV. 2. 1. 2).



**Figura IV. 2. 1. 2.** Climograma obtenido con datos de la estación meteorológica 20333 Huatulco

Precipitación

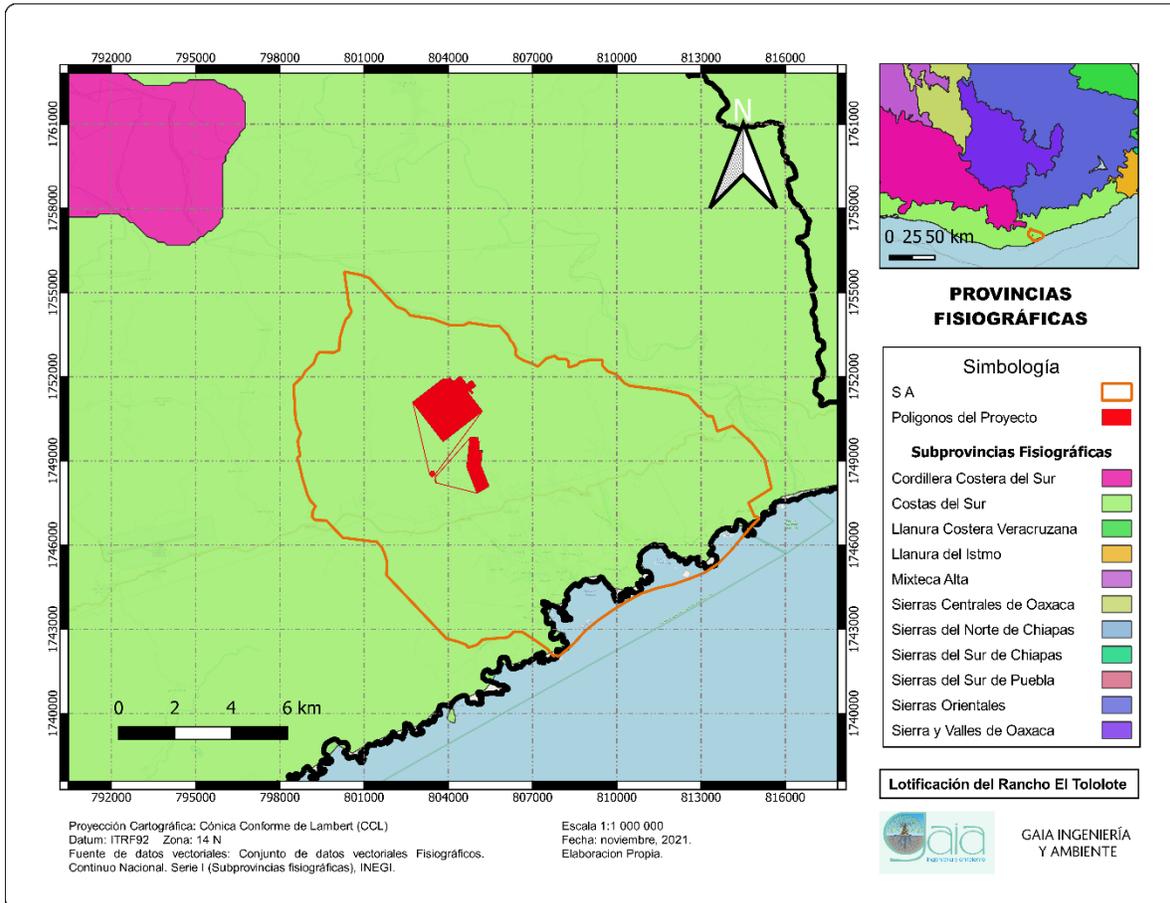
El análisis de la precipitación en el sitio de estudio muestra una acumulación total promedio de 1332 mm anual para el periodo comprendido entre 1981 -2010 de acuerdo a los datos registrados por la estación meteorológica Huatulco, siendo diciembre y enero los meses más secos, con 1.3 y 1.9 mm respectivamente, mientras que los meses de agosto y

septiembre registran la mayor precipitación con 275 y 292 mm, respectivamente.

De acuerdo al análisis realizado por el SIGEIA en el predio se presenta un clima Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22° C y temperatura del mes más frío mayor de 18° C. La precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

### Fisiografía

De acuerdo con la clasificación de provincias fisiográficas de México hecha por INEGI, el SA delimitado para este estudio por la microcuenca 21-083-01-025, se inserta dentro de la provincia Sierra Madre del Sur en la subprovincia Costas del Sur con Sistema de Topoformas de montañas medianas, lomeríos complejos y llanuras fluviales. Dentro de estos sistemas de topoformas se destacan asociaciones rocosas de diversos orígenes y edades que conforman la textura de los terrenos de Santa María Huatulco.



**Figura IV.2.1.3.** Provincias y Subprovincias fisiográficas donde se ubica el SA

La Sierra Madre del Sur es el sistema montañoso más complejo del país, por la variedad de las rocas y estructura que lo constituyen: intrusivas, volcánicas, sedimentarias y metamórficas, de edades del Precámbrico al Neógeno y en estructuras de pliegue, bloque. Se extiende 1 000 km en la margen del sur del país, desde Jalisco hasta el Istmo de Tehuantepec, paralela a la Trinchera Mesoamericana, expresión de la zona de contacto entre dos placas litosféricas. El relieve está afectado por una disección intensa que se manifiesta en concentraciones de corrientes fluviales y valles profundos en un clima subhúmedo.

La geomorfología y fisiografía del municipio, se encuentran definidas por las estribaciones de la Sierra Madre del Sur, mismas que en la región llegan al mar y forman las bahías, acantilados y escarpes rocosos que caracterizan a esta porción del Pacífico en Oaxaca. De acuerdo con González et al., (1996) esta conformación orográfica y de paisaje, promueve un aislamiento con respecto a los sistemas de redes o corredores que bajan desde las montañas altas de la Sierra constituyendo una entidad paisajística muy particular en donde es posible encontrar una gran riqueza y diversidad de especies.

Los paisajes topográficos que pueden distinguirse son: cerros redondeados, cerros aislados, lomeríos suaves, dunas, playas de bahías, escarpes, acantilados, islas y farallones. Las elevaciones van desde los 0 hasta poco más de los 200 msnm.

La descripción del sitio de estudio en general se divide en tres geoformas principales. Un paisaje de gran altitud que va de los 700 a 1000 msnm en el que predominan grandes estructuras como es el Cerro de Huatulco, Cerro Chino, El Encinal, entre otros, y que sus pendientes son abruptas con ángulos que superan los  $55^{\circ}$ , lo cual permite que sus drenajes también se observen con profundidades de gran magnitud. Los materiales observados corresponden a macizos rocosos correspondientes al Complejo Oaxaqueño y al Complejo Xolapa ambos de origen metamórfico, y que por su estructura y dureza su forma es más difícil de alterar.

Existe otra región dentro del municipio que corresponde a formas de lomas de gran magnitud, de distintos materiales. Uno de ellos es la zona milonítica de la Falla Chacalapa la cual dejó una cizalla de material

quebradizo que al mezclarse con arenas originadas por el desgaste del complejo Xolapa, forman una geomorfología de estructura consolidada dejando drenajes poco profundos. Algunas localidades establecidas en estos lugares son: Todos Santos, Las Pozas, Arroyo Limón, Hacienda Vieja.

La otra zona corresponde a material preferentemente arenas gruesas y finas, formando lomeríos suaves poco consolidados y fácil de ser arrastrados por los agentes de erosión e intemperismo. Aquí los drenajes son frágiles, las corrientes de aguas arriba suelen desgastar la arena y causar accidentes. Entre algunas localidades mencionamos las siguientes; Las Amapolas, Fraccionamiento El Crucero, Arroyo González, El Faisán, Colonia Vicente Guerrero.

En lo que respecta al área de estudio, en la Figura IV.2.1.4. se muestra que la zona específica donde se pretende desarrollar el proyecto presenta un sistema de topofoms de lomerío.

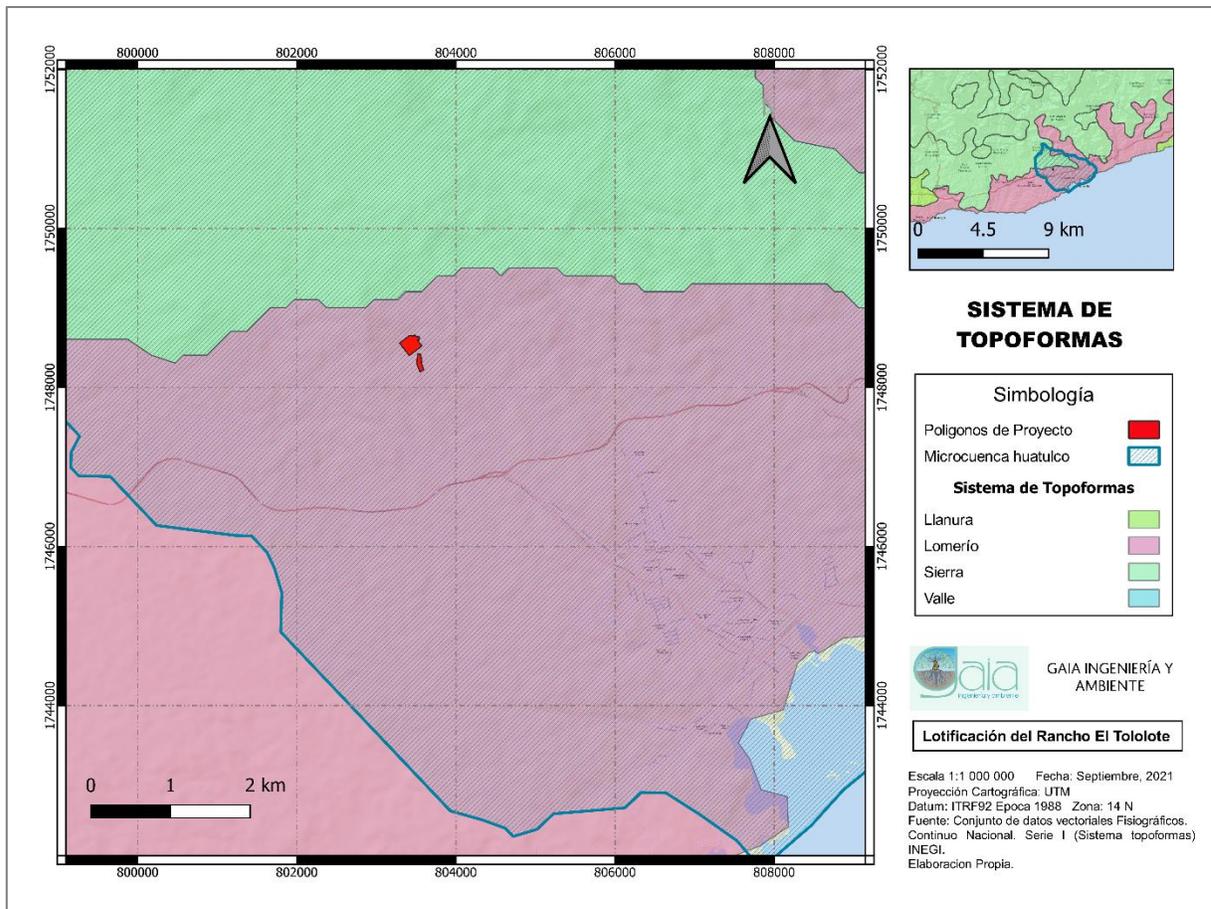


Figura IV. 2. 1. 4. Sistema de topofomas en el SA y área del proyecto

## Geología

El área estudiada está comprendida dentro de los terrenos tectonoestratigráficos Oaxaca y Xolapa. El primero está constituido por el basamento más antiguo del Sur de México, denominado Complejo Oaxaqueño (PpTmCM) y está representado por una variedad de rocas metamórficas como paragneises, ortogneises, anortosita, cuerpos dioríticos y gabroicos, así como cuerpos calcosilicatados y pegmatíticos.

El basamento es el más antiguo del Sur de México, denominado Complejo Oaxaqueño (Ptm CM) y está representado por una variedad de rocas metamórficas como paragneises, ortogneises, anortosita, cuerpos dioríticos y gabroicos, así como cuerpos calcosilicatados y pegmatíticos.

Las dataciones realizadas lo ubican en el Proterozoico medio con edades que varían de 900 a 1,100 Ma. Se ha correlacionado con la Provincia Grenvilliana de América del Norte basándose en una cronología y litología. Dentro del MSMH, la parte que mas aflora del Complejo Oaxaqueño está constituida por grandes cuerpos anortosíticos y de otras rocas intrusivas ácidas y básicas metamorfoseadas a facies de granulita. Las rocas metamórficas del Complejo Xolapa se encuentran afectadas por cuerpos intrusivos terciarios, estos cuerpos forman parte de un cinturón plutónico que aflora a lo largo de la costa del Pacífico. La zona de Huatulco esta efectada por un cuerpo intrusivo denominado Intrusivo Huatulco o Tronco Huatulco (Garces-Argumedo, 2013)<sup>26</sup>.

## *Estratigrafía*

La estratigrafía de la región es muy compleja, ya que contiene elementos geotectónicos de muy diversas edades y litologías, mezclados o sobrepuestos a través del tiempo.

En la Figura IV.2.1.5. se presentan las unidades litológicas presentes en el SA, de acuerdo a esta clasificación, la unidad litologica presente en el área donde se pretende llevar a cabo la implementación del proyecto es Granito-Granodiorita la cual, de acuerdo a sus características, es una unidad litológica incapaz de poder almacenar agua, por lo cual se considera impermeable.

---

<sup>26</sup> Garces-Argumedo, F.S. 2013. Atlas de Peligro Geológico del Municipio de Santa Maria Huatulco, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autonoma de Mexico. Facultad de Ingenieria. 74pp.

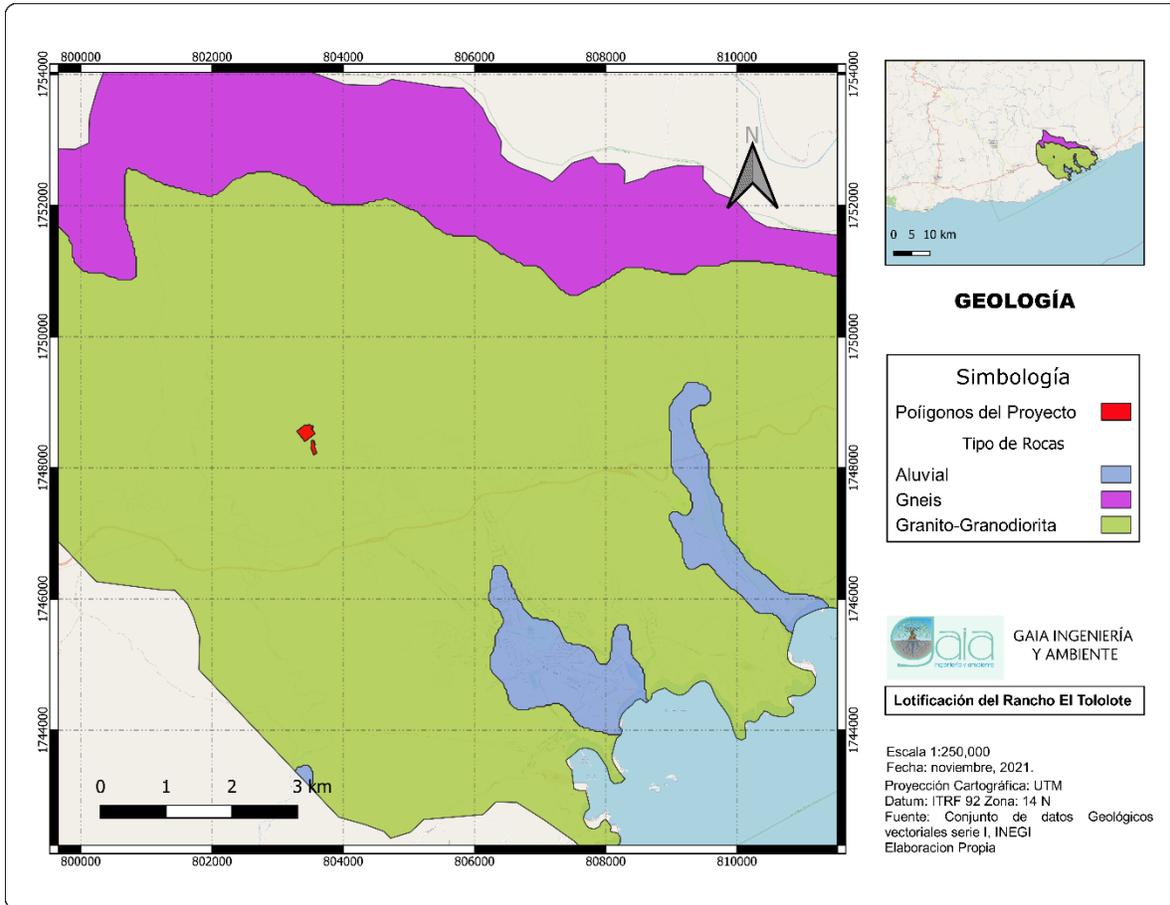


Figura IV.2.1.5. Unidades litológicas en el SA y área del proyecto

**Gneis.** Como parte de las rocas más antiguas que afloran en la zona se encuentran las metamórficas. Dichas rocas, pertenecen al Complejo Metamórfico Xolapa, clasificado como una secuencia de rocas metasedimentarias formadas por esquistos y gneis de biotita, mármol cipolino y anfibolitas.

Este complejo metamórfico consta de dos grandes grupos de rocas cuya unidad más antigua está constituida por paragneises, esquistos pelíticos, esquistos de biotita, cuarcita, cuyos protolitos sedimentarios son interpretados como interestratificaciones de grauvacas, rocas pelíticas y carbonatos con edades consideradas entre 1000 a 1,300 Ma. El segundo grupo es el más ampliamente distribuido, cuya litología consiste principalmente de ortogneises, anfibolitas y migmatitas en facies de anfibolita. En este grupo se desarrolló un metamorfismo de alto grado y

una migmatización a gran escala, que ocurrió entre 66 y 46 Ma. Estas rocas se identificaron hacia la porción nor-oriental del acuífero e inmediaciones de Pluma Hidalgo y San Miguel del Puerto. Por su constitución litológica y por tratarse de una roca consolidada, esta unidad se considera impermeable, ya que funciona como una barrera natural para el libre flujo del agua subterránea. Esta secuencia aflora ampliamente en la porción norte y oriental del área y ocupa la mayor parte de las sierras. Está constituida por gneiss cuarzo-feldespático y gneiss pelítico, anfibolita, pegmatita, migmatitas y algunos horizontes de mármol los cuales se manifiestan como cuerpos masivos.

**Granito-Granodiorita.** Posterior a la acreción del Complejo Xolapa, se desarrolla un magmatismo, que se caracteriza por presentar una serie de cuerpos intrusivos de composición granítica, granodiorítica y diorítica. En ocasiones, el fracturamiento a profundidad puede alteraren zonas locales a estas rocas, separándolas en porciones individuales o bloques. Pese a que esta unidad litologica se encuentra alterada y fracturada en la parte superior, no ofrece ninguna perspectiva de poder almacenar agua, por lo cual se considera impermeable.

**Aluvial.** Rocas sedimentarias cuaternarias, estos materiales aluviales se encuentran cubriendo a las rocas metamórficas y a las rocas ígneas intrusivas, producto de la alteración de estas últimas rocas. La génesis de este material es por la desintegración de las rocas graníticas y metamórficas, lo que da por resultado depósitos arenosos, que van ampliando y formando grandes depósitos de suelos arenosos (arcósicos). Por otro lado, si el material es aportado por la desintegración de las rocas metamórficas, el resultado son depósitos de material más fino que los que proporcionan las rocas ígneas. Debido a que estos materiales tienen una buena permeabilidad y son capaces de almacenar agua, representan la principal unidad acuífera de la zona, en espesores que fluctúan entre 22 y 32 m.

Los sedimentos fluviales tienen su origen en el transporte de las aguas fluviales, cuyos materiales han sido depositados en las vegas del río, formando playones y terrazas de poca altura, en las que superficialmente abundan las arenas. Constituida principalmente por gravas gruesas, arenas y limos. Presenta alta permeabilidad, misma que superficialmente facilita la infiltración del agua de lluvia. En el cauce aluvial se observan materiales clásticos constituidos por gravas de diversos tamaños, arena, boleos y cantos rodados, transportados por la acción de las aguas

fluviales y depositados en las depresiones formadas en las rocas metamórficas, principalmente por la acción erosiva de las corrientes.

La estructura geológica presente en el área de estudio corresponde a la era mesozoica, periodo jurásico compuesta de rocas ígneas intrusivas J(Igia). La porción jurásica tiene como característica principal que forma un cinturón metamórfico de tipo denudatorio, que rodea a las rocas graníticas que se localizan en la región de Huatulco (por ejemplo el granito de dimensiones considerables conocido como Piedra de Moros); asimismo, presenta relieves de tipo denudatorio erosivo y erosivo denudatorio cuyos escurrimientos superficiales son muy bajos debido a la alta porosidad del material, lo que contribuye al predominio de corrientes intermitentes (Programa de Manejo del Parque Nacional Huatulco). Los depósitos de playa corresponden con los sedimentos depositados por el viento y olas marinas que forman los depósitos de playa que limitan el área continental y que funcionan como medio para que el agua del acuífero entre en contacto con el agua de mar.

#### *Fallas y fracturas*

Aunque nivel de SA se presentan diversas fallas geológicas, en el área específica del proyecto no se detectó la presencia de fallas y/o fracturas (Figura IV.2.1.6).

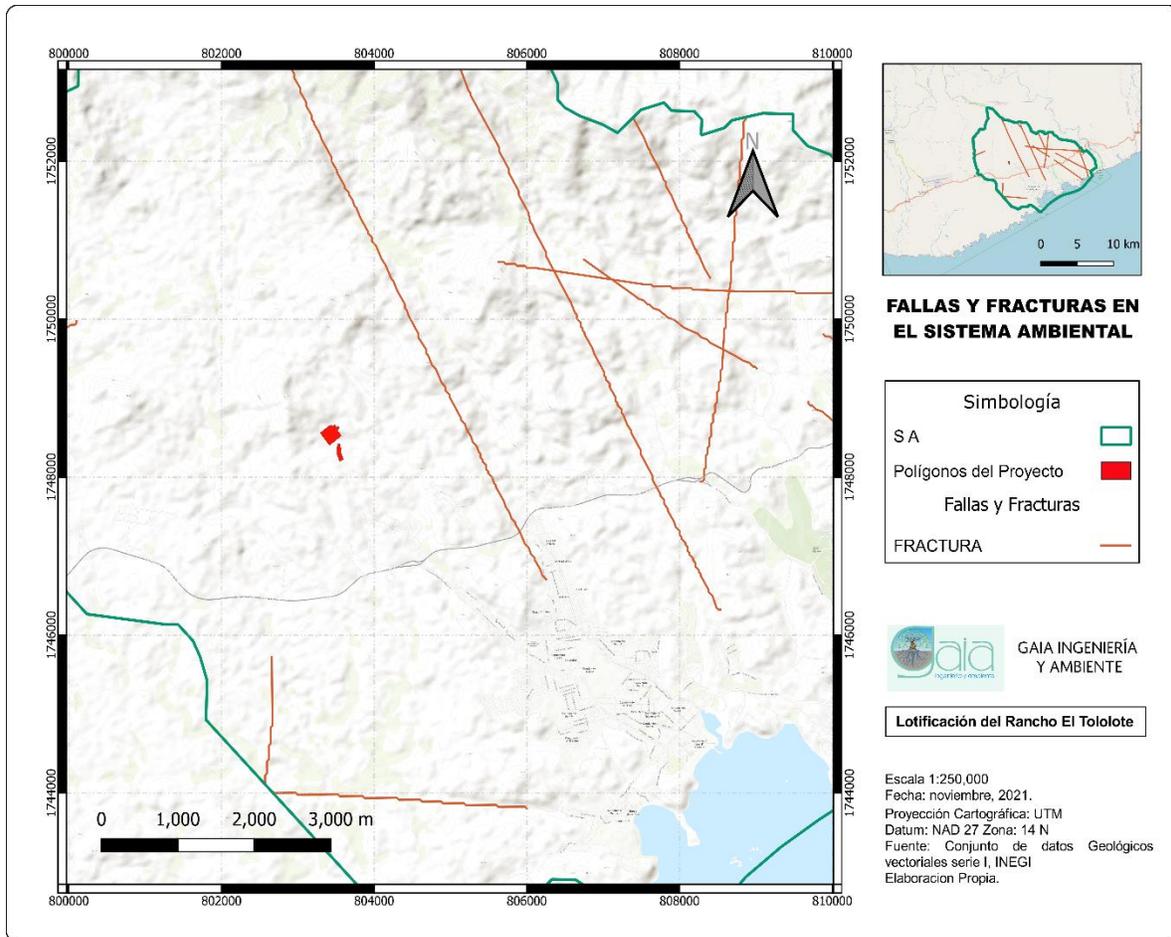


Figura IV. 2. 1. 6. Fallas y fracturas en el SA

### Edafología

Dentro del Sistema Ambiental, a nivel de microcuenca se identifican tres tipos de suelo Phaeozem (PH), Regosol (RG) y Cambisol (CM), encontrando en área del proyecto suelos de tipo regosol (Figura IV. 2. 1. 7).

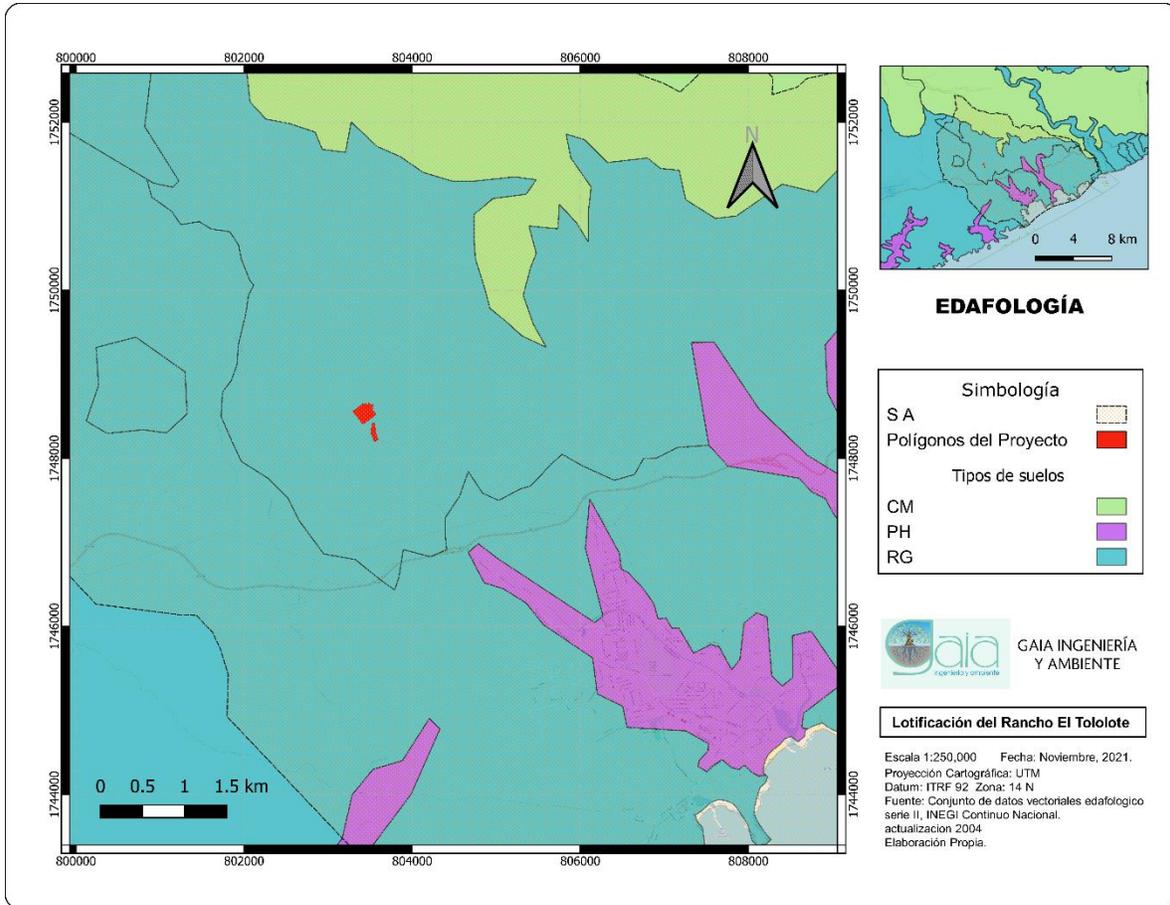


Figura IV.2.1.7. Tipos de suelo presentes en el SA

Para el sitio específico del proyecto el tipo de suelo presente es el Regosol (RG). En general, los regosoles son suelos muy jóvenes que se desarrollan sobre material no consolidado, de colores claros y pobres en materia orgánica, la mayoría de las veces se asocian con los Leptosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Los Regosoles son suelos someros en la mayoría de los casos (0 a 60 cm de profundidad) poseen un horizonte A de 20 a 30 cm. de profundidad, con textura franco arenosa o franco limoso, y un color pardo debido en parte a la presencia de fierro en estado oxidado a consecuencia de las condiciones climáticas, y en parte a la acumulación de materia orgánica procedente de la densa vegetación. Debajo del horizonte A se encuentra un horizonte C con una notable pedregosidad.

### Hidrografía

El Sistema Ambiental (SA) delimitado para el presente estudio por la microcuenca 21-083-01-025 pertenece en su totalidad al acuífero Huatulco.

El acuífero Huatulco, definido con la clave 2011 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo de Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se ubica en la porción sur del estado de Oaxaca, entre los paralelos  $15^{\circ} 40'$  y  $16^{\circ} 14'$  de latitud norte y los meridianos  $96^{\circ} 00'$  y  $96^{\circ} 36'$  de longitud oeste; abarca una superficie aproximada de  $2,366 \text{ km}^2$  (Figura IV.2.1.8).



*Fuente: Tomado de CONAGUA, 2020<sup>27</sup>*

**Figura IV.2.1.8.** Acuífero Huatulco

El acuífero pertenece a la Región Hidrológica 21 Costa de Oaxaca, Cuenca del Río Copalita y otros. Las corrientes superficiales que drenan el área son perenes y están representadas por los ríos Copalita, Santa María Huatulco y Arenal que desembocan en el Océano Pacífico.

<sup>27</sup> CONAGUA. 2020. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Huatulco (2011), estado de Oaxaca. Ciudad de México. 28 pp.

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2020, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 3. El principal uso del agua subterránea es el público urbano.

Como principales conclusiones se tiene que el valle que presenta las mejores posibilidades para el suministro de agua a las Bahías de Huatulco es el correspondiente al Río Copalita, localizado en la porción oriental de la región, donde escurre el Río del mismo nombre. El valle del Río Copalita tiene un acuífero con un espesor máximo de 20 m en su porción norte, con valores máximos de 10 m en su porción sur, ambos sobre la margen derecha del cauce. El agua es de buena calidad en la mayor parte de los valles.

Todos los valles reciben su recarga a través de flujo subterráneo horizontal que proviene de las porciones altas y por infiltración vertical procedente de la lluvia, lo que origina un movimiento del agua subterránea de norte a sur, para descargar en el litoral. Las partes bajas de los valles son prácticamente permeables y constituyen los acuíferos de la región, bordeados lateral e inferiormente por rocas impermeables constituidas por metamórficos e ígneos intrusivos.

Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas, permiten definir la presencia de un acuífero de tipo libre, heterogéneo, tanto en sentido horizontal como vertical, constituido en su porción superior por sedimentos aluviales, fluviales y eólicos depositados tanto en los subálveos de los arroyos como en la planicie costera. La granulometría de estos materiales varía de gravas a arcillas, conformando un acuífero de reducidas dimensiones y poca capacidad de almacenamiento. La porción inferior del acuífero está alojada en rocas metamórficas que manifiestan permeabilidad secundaria por fracturamiento asociado al intemperismo. El coeficiente de permeabilidad evaluado de las pruebas varía en el rango de  $5 \times 10^{-5}$  m/s a  $5 \times 10^{-3}$  m/s (4.3 m/día a 438.9 m/día), que son valores típicos de permeabilidad de arenas finas a gruesas. Los valores de transmisividad y permeabilidad obtenidos, revelan que se trata de un acuífero de capacidad transmisora media a alta, a pesar de tener un espesor reducido (15 m en promedio) y una permeabilidad alta por los

sedimentos aluviales que lo constituyen (arenas finas o gruesas). (CONAGUA, 2020.)<sup>28</sup>

De manera general, las concentraciones de los diferentes iones y elementos no sobrepasan los límites máximos permisibles que establece la Norma Oficial Mexicana, para los diferentes usos. La temperatura del agua medida directamente a la salida de las obras de captación varía entre 22 ° C y 35.2 ° C. El pH varía entre 7.1 y 7.9. La conductividad eléctrica del agua varía entre 252 y 882  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , lo que significa que se trata de *agua dulce* de buena calidad. En cuanto a los sólidos totales disueltos (STD) varía en general entre 120 y 418 mg/l.

Mediante los diagramas de Stiff, elaborados con las concentraciones en meq/l, se definió que el agua es de muy buena calidad y que es del tipo sódico-cálcicobicarbonatada. De acuerdo con la información del censo de aprovechamiento realizado como parte del estudio llevado a cabo en 2010, existen 70 aprovechamientos, de los cuales 51 son norias, 16 son pozos y 3 manantiales; del total 67 se encuentran activos y 3 inactivos.

El volumen de extracción se ha estimado en 7.6 hm<sup>3</sup> anuales, de los cuales 7.1 hm (94%) se destinan para abastecimiento de agua potable a las comunidades de la región, 0.4 hm<sup>3</sup> (5.3%) para uso Agrícola y 0.1 hm (0.7%) para otros usos.

Para este acuífero el volumen de extracción de aguas subterráneas es de 10,972,977m<sup>3</sup> anuales, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPDa) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del 20 de febrero del 2020.

La disponibilidad de aguas subterráneas, constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas.

El resultado indica que existe un volumen disponible de 2,827,023 m<sup>3</sup> anuales para otorgar nuevas concesiones de este acuífero<sup>29</sup>.

---

<sup>28</sup> CONAGUA. 2020. Estudio para determinar la disponibilidad del agua en el Acuífero Huatulco, estado de Oaxaca. Ciudad de México: Comisión Nacional del Agua.

<sup>29</sup> CONAGUA. 2020. Actualización de la disponibilidad media anual de Agua en el acuífero Huatulco (2011), estado de Oaxaca.

En lo que respecta a la hidrología superficial, a nivel del SA se encuentra un gran número de cuerpos de agua intermitentes. En el predio donde se pretende desarrollar el proyecto, se encuentra la presencia de un arroyo de tipo intermitente, cuyo cauce se encuentra en el límite sur del Polígono B (Figura IV.2.1.9).

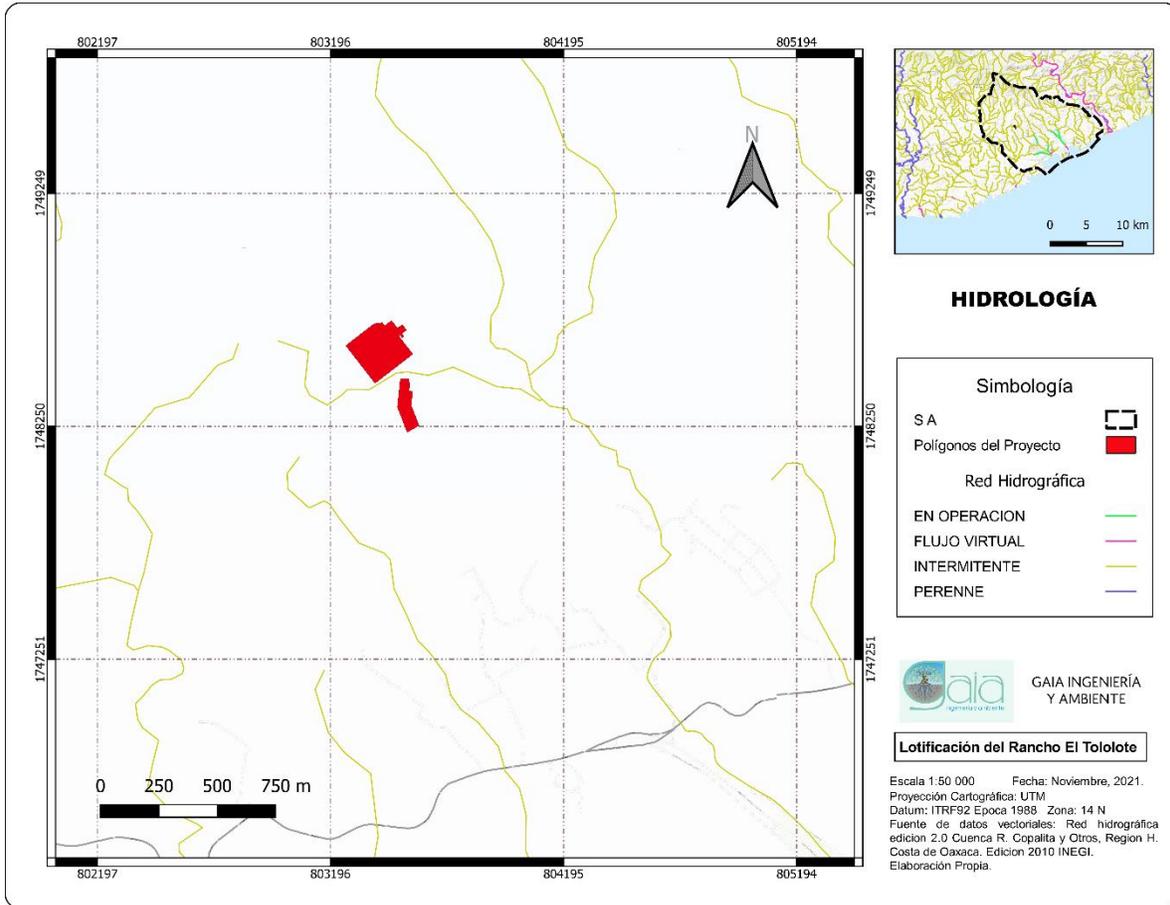


Figura IV.2.1.9. Hidrología superficial

## IV.2.2 Medio biótico

### Vegetación

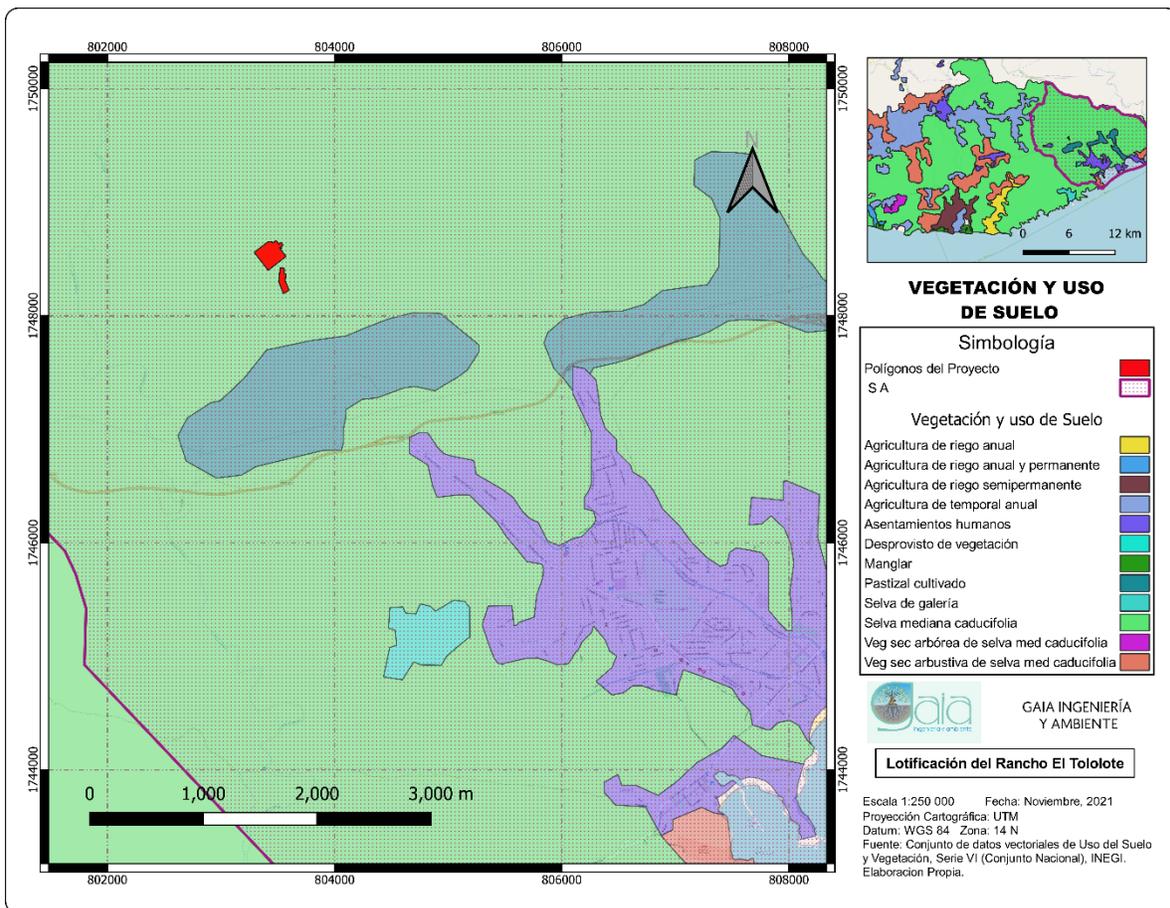
Para determinar los tipos de vegetación presentes en el Sistema Ambiental del proyecto en una primera fase se empleó la Carta de Uso del Suelo y Vegetación del INEGI, Serie VI (INEGI., 2017)<sup>30</sup>. De acuerdo a esta y a la delimitación realizada a nivel de microcuenca para la caracterización y

<sup>30</sup> INEGI. 2017. Guía para la interpretación de la cartografía Uso de suelo y vegetación Serie VI, escala 1: 250,000. México. México: 209 p.

análisis del sistema ambiental en el presente estudio, el tipo de vegetación dominante corresponde a Selva Mediana Caducifolia.

Posteriormente, en una segunda fase para llevar a cabo el análisis de la vegetación del Sistema Ambiental se realizaron levantamientos de sitios testigo fuera de los polígonos que serán afectados, así mismo se llevó a cabo la revisión bibliográfica de trabajos realizados en la zona. En los apartados posteriores se presenta la descripción de la metodología empleada, la ubicación de los sitios y los resultados obtenidos (Listas de especies, análisis de riqueza, estructura y diversidad).

De acuerdo con la clasificación del INEGI (2017), a continuación, se presenta la descripción de los tipos de vegetación presentes en el SA (Figura IV.2.2.1).



**Figura IV.2.2.1.** Tipos de vegetación y uso de suelo presentes en el SA Selva Mediana Caducifolia. Es el tipo vegetación dominante en el SA, y de acuerdo al análisis proporcionado por el SIGEIA es el tipo de vegetación presente en el área del proyecto. El estrato arbóreo de esta selva se

presenta de 15 a 20 metros con estratos arbustivos y herbáceos reducidos. La selva se encuentra en diferentes situaciones topográficas y tipos de suelo, aunque muestra una preferencia por suelos someros pedregosos y sobre laderas de cerros, los suelos presentan características de la roca madre la cual puede ser ígnea, metamórfica o sedimentaria marina. Los suelos que se presentan con esta selva se encuentran generalmente en condiciones más favorables de humedad edáfica que la Selva Baja Caducifolia.

En extensas superficies de esta región, las selvas caducifolias presentan una estructura que no corresponde estrictamente con la descripción que hacen Miranda y Hernández-X. (1963) de ellas específicamente por su altura, ya que los árboles alcanzan hasta 25 m. Al respecto, Salas-Morales (2002) propone que, debido a su altura, éstas sean consideradas como selvas medianas caducifolias. Estas selvas se desarrollan en un intrincado mosaico junto con comunidades que no rebasan 15 m de altura, las cuales corresponderían según Miranda y Hernández-X. (1963), a las selvas bajas caducifolias. Ambas pierden sus hojas durante la época seca del año y florísticamente son muy similares. Estructuralmente, las selvas medianas caducifolias se distinguen por presentar dos estratos arbóreos, mientras que en las selvas bajas sólo se distingue uno. El estrato arbóreo alto de las selvas medianas cuenta con algunas especies que lo caracterizan, tales como *Lonchocarpus aff. magallanesii*, *Euphorbia calyculata*, *Gyrocarpus americanus*, *Cordia sonora* y *C. tinifolia*. Entre las especies que integran indistintamente ambos estratos se pueden mencionar a *Albizia occidentalis*, *Amphipterygium adstringens*, *Bucida macrostachya*, *Bursera excelsa*, *B. graveolens*, *B. heteresthes*, *B. simaruba*, *Cochlospermum vitifolium*, *Comocladia engleriana*, *Cordia elaeagnoides*, *Guaiacum coulteri*, *Jacaratia mexicana*, *Lonchocarpus constrictus*, *L. emarginatus*, *Morisonia americana*, *Tabebuia chrysantha* y *Pterocarpus acapulcensis* (Castillo-Campos *et al.*, 1997)<sup>31</sup>.

Las áreas que cubre esta selva actualmente presentan una cantidad considerable de vegetación secundaria debido a las actividades humanas. Especies importantes: *Lysiloma latisiliquum* (tsalam, guaje), *Piscidia piscipula* (ja'bín), *Bursera simaruba* (chaka', palo mulato), *Cedrela odorata* (cedro rojo), *Maclura tinctoria* *Cordia dodecandra* (siricote,

<sup>31</sup> Castillo-Campos, G., P. Moreno-Casasola, M.E. Medina-Abreo y P. Zamora-Crescencio. 1997. Flora de las bahías de Huatulco, Oaxaca, México. Ciencia y Mar 3-44.

cuéramo), *Alvaradoa amorphoides* (Belsinikche', camarón), *Lonchocarpus rugosus*, *Cordia gerascanthus*, *Gyrocarpus sp.*, *Neomillspaughia emarginata*, *Gyrocarpus americanus* y *Caesalpinia gaumeri*, *Ehretia latifolia*, *Simarouba glauca*, *Terminalia buceras*, *Terminalia macrostachya*, *Tabebuia impetiginosa*.

**Pastizal cultivado.** Esta comunidad dominada por gramíneas aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene. Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal. Los que se observan en medio de la Selva Baja Caducifolia, sobre todo en la vertiente pacífica, donde aparentemente prosperan como consecuencia de un disturbio muy acentuado. Casi siempre se ven en las cercanías de los poblados y se encuentran tan intensamente pastoreados que durante la mayor parte del año la cubierta vegetal herbácea no pasa de una altura media de 5cm. Son sometidos a fuegos frecuentes y la acción del pisoteo parece ser uno de los principales factores de su existencia. El largo periodo de sequía hace que tengan un color amarillo pajizo durante más de 6 meses. Las especies dominantes más comunes pertenecen aquí a los géneros: *Bouteloua*, *Hilaria*, *Trachypogon* y *Aristida*. También son abundantes algunas leguminosas.

- **Sitios de muestreo y descripción del método de muestreo para la estimación de la diversidad de vegetación.**

Dado las características y superficie del sitio de estudio para la estimación de los parámetros de diversidad se llevó a cabo un muestreo

por cuadrantes de acuerdo a Mostacedo y Fredericksen (2000)<sup>32</sup>. Se realizaron un total de 7 sitios de muestreo distribuidos aleatoriamente en el predio, los cuales se ubicaron dentro de los polígonos del proyecto para el cual se solicita el CUSTF. Esta información nos permitió conocer de manera precisa las especies presentes en el área, estimar parámetros de diversidad y riqueza, e índices de valor de importancia, así como recabar información dasométrica para cálculo de volumen presentado en el capítulo II de este DTU. Adicionalmente se realizaron 4 sitios de muestreo en áreas fuera de los polígonos con el fin de contar con un parámetro de comparación a nivel de SA (Figura IV.2.2.2).

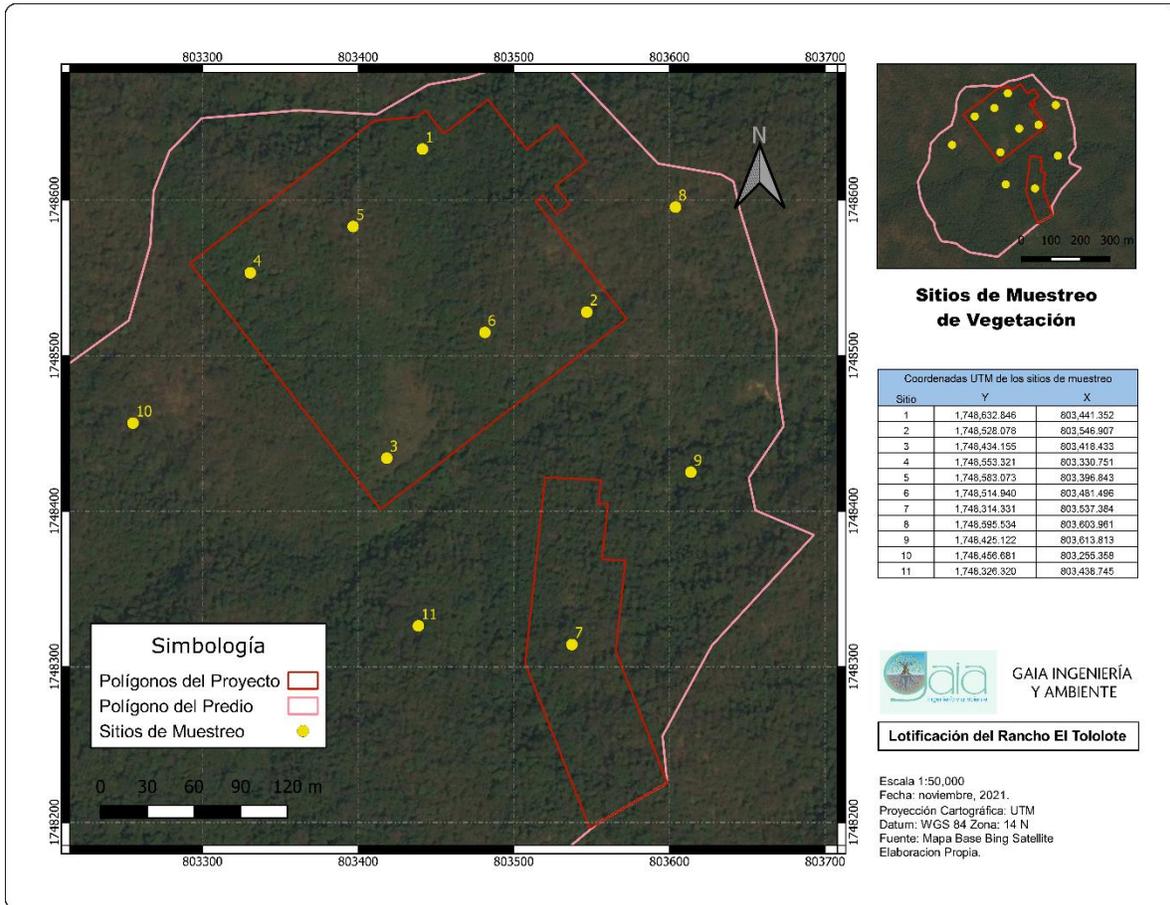


Figura IV.2.2.3. Sitios de muestreo de la vegetación para estimación de la diversidad

El método de los cuadrantes permite muestreos más homogéneos y tienen menos impacto de borde en comparación a los transectos. El método aplicado consistió en colocar un cuadrado de 10 x 10 (100m<sup>2</sup>) sobre la

<sup>32</sup> Mostacedo, B. y T.S. Fredericksen. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia. 87 pp.

vegetación, para determinar la densidad, cobertura y frecuencia de árboles y arbustos con DAP igual o mayor a 3 cm. (Figura IV.2.2.4).



Figura IV.2.2.4. Delimitación de cuadrantes para muestreo de la vegetación

El muestreo se desarrolló en tres etapas (1) Planificación (2) Toma de datos: son las actividades que se ejecutan en el campo para el levantamiento de la información de interés y (3) Procesamiento y análisis de datos para el cálculo y procedimientos que se desarrollan en base a la información de campo para obtener los resultados del muestreo.

#### Intensidad de muestreo

La intensidad de muestreo (IM) se estimó con la siguiente ecuación:

$$IM = \frac{\textit{superficie muestreada}}{\textit{superficie total}} \times 100$$

$$IM = \frac{1000}{50000} \times 100 = 2.2 \%$$

Para la estimación de los parámetros de diversidad de la vegetación se realizó el muestreo en un total de 11 sitios, por lo que la intensidad de muestro fue del 2%.

### Levantamiento de información en campo

Para cada individuo se registró la siguiente información:

- Número de individuo
- Nombre común
- Especie
- Altura total
- Diámetro normal

El equipo empleado para registro y medición de variables se enlistan en los siguientes puntos:

- |                                      |                               |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| ▪ GPS                                | ▪ Cordón                      |
| ▪ Tablas de apoyo, lápices, formatos | ▪ Estacas                     |
| ▪ Cinta diamétrica                   | ▪ Libreta de campo            |
| ▪ Pistola haga                       | ▪ Pintura en aerosol          |
| ▪ Clinómetro sunnto                  | ▪ Cámara fotográfica          |
| ▪ Machete                            | ▪ Prensa botánica             |
| ▪ Cinta métrica 100 m                | ▪ Etiquetas/plumón permanente |
| ▪ Tijeras para podar con extensión   |                               |

### Análisis de datos

#### *Lista de especies*

Derivado del levantamiento de campo se obtuvo un listado de especies encontradas en el área de estudio, tanto en el predio del proyecto como en el SA. A partir de esta lista de especies se determinó la riqueza específica. El listado de las especies de interés para la conservación se obtuvo utilizando la legislación nacional e internacional vigente.

#### *Índice de Valor de Importancia*

El índice de valor de importancia (IVI) es un índice sintético estructural, desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie y se estimó con la siguiente ecuación:

$$IVI = \text{Dominancia relativa} + \text{Densidad relativa} + \text{Frecuencia relativa}$$

Donde:

### Dominancia

Para el cálculo de la dominancia se emplearon las siguientes ecuaciones:

$$\text{Dominancia Absoluta} = \frac{\text{área basal sp1}}{\text{área de muestreo}}$$

$$\text{Dominancia Relativa} = \frac{\text{dominancia absoluta sp 1}}{\text{dominancia absoluta total}} \times 100$$

### Densidad

Para estimar la densidad se emplearon las siguientes ecuaciones:

$$\text{Densidad Absoluta} = \frac{\text{num de individuos } \times \text{ sp}}{\text{área de muestreo}}$$

$$\text{Densidad Relativa} = \frac{\text{densidad absoluta por sp}}{\text{densidad absoluta total}} \times 100$$

### Frecuencia

Para estimar la frecuencia se emplearon las siguientes ecuaciones:

$$\text{Frecuencia Absoluta} = \frac{\text{No. cuadrantes en los que se presenta cada especie}}{\text{No total de cuadrantes muestreados}}$$

$$\text{Frecuencia Relativa} = \frac{\text{frecuencia absoluta por sp}}{\text{frecuencia absoluta total}} \times 100$$

*Índices de Riqueza Específica.*

La riqueza específica es un concepto simple de interpretar que se relaciona con el número de especies presentes en la comunidad. Entonces, puede parecer que un índice apropiado para caracterizar la riqueza de especies de una comunidad sea el ‘número total de especies’ (S). Sin embargo, es prácticamente imposible enumerar todas las especies de la comunidad y, como S depende del tamaño de la muestra, es limitado como índice comparativo.

**Índice de Margalef.** Mide la riqueza de especies, de manera independiente al tamaño de la muestra, se basa en la relación entre S y el ‘número total de individuos observados’ o (n), el cual se incrementa con el tamaño de la muestra. De esta forma, la riqueza se calculó utilizando la siguiente ecuación.

$$D = \frac{S - 1}{\ln N}$$

*Dónde:*

D = Diversidad específica

S= número de especies presentes

N= número total de individuos de todas las especies

### *Índices de Diversidad*

La diversidad específica es una propiedad emergente de las comunidades biológicas que se relaciona con la variedad dentro de ellas. Este atributo es la expresión de dos componentes, el primero de ellos es el número de especies presentes en la comunidad y se denominada riqueza de especies. El segundo componente es la equitabilidad, y describe cómo se distribuye la abundancia entre las especies que integran la comunidad. Los índices que combinan tanto la riqueza de especies como la equitabilidad en un solo valor se denominan índices de diversidad.

**Índice de Shannon-Wiener H’** (Shannon y Weaver, 1949). En un contexto ecológico, como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad ‘extensa’ de la que se conoce el número total de especies S.

La estimación de este índice se realizó a partir de la siguiente ecuación:

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

Dónde:

$H'$  = diversidad (bits/individuo)

S= número de especies

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

**Índice de Sorensen.** Este índice es el más utilizado para el análisis de comunidades y permite comparar dos comunidades mediante la presencia/ausencia de especies en cada una de ellas. Los datos utilizados en este índice son de tipo cualitativos, de todos los coeficientes con datos cualitativos, el índice de Sorensen es el más satisfactorio.

El índice de similaridad de Sorensen se calculó a partir de la siguiente ecuación:

$$IS = \frac{2C}{A+B} * 100$$

Donde:

$I_s$  = Índice de Sorensen

$A$  = número de especies encontradas en la comunidad  $A$

$B$  = número de especies encontradas en la comunidad  $B$

$C$  = número de especies comunes en ambas localidades

## Resultados

### Lista de especies

Derivado del levantamiento de campo realizado se obtuvo un registro total de 37 especies, pertenecientes a 35 géneros que se distribuyen en 19 familias. En el cuadro IV.2.2.1 se presenta la lista de especies registradas en el área de estudio, así como el estatus de protección, de acuerdo a la legislación nacional e internacional vigente.

**Cuadro IV. 2. 2. 1.** Lista de especies de flora registradas en los polígonos del proyecto

No	Estrato	Familia	Especie	Nombre común	Estatus de protección		
					NOM 059	IUCN	CITES
1	Arbóreo	Anacardiaceae	<i>Amphipterygium adstringens</i>	cuachalala		LC	

Cuadro IV. 2. 2. 1. Lista de especies de flora registradas en los polígonos del proyecto

No	Estrato	Familia	Especie	Nombre común	Estatus de protección		
					NOM 059	IUCN	CITES
2	Arbóreo	Anacardiaceae	<i>Comocladia engleriana</i>	tatatil		LC	
3	Arbóreo	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	tolosuche		LC	
4	Arbóreo	Apocynaceae	<i>Stemmadenia obovata</i>	lechoso		LC	
5	Arbóreo	Bignonaceae	<i>Tabebuia spp.</i>	macuil mareño		LC	
6	Arbóreo	Bixaceae	<i>Colochpermum vitifolium</i>	cojon de caballo		LC	
7	Arbóreo	Bombacaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	pochote		LC	
8	Arbóreo	Burceraceae	<i>Bursera excelsa</i>	copal		LC	
9	Arbóreo	Burceraceae	<i>Bursera simaruba</i>	mulato		LC	
10	Arbóreo	Caricaceae	<i>Jacaratia mexicana</i>	papayo		LC	
11	Arbóreo	Ebenaceae	<i>Dyospiros sp</i>	zapote		LC	
12	Arbóreo	Euphorbiaceae	<i>Cnidoscylus sp</i>	mano de tigre		LC	
13	Arbóreo	Euphorbiaceae	<i>Jatropha curcas</i>	piñoncillo		LC	
14	Arbóreo	Fabaceae	<i>Acacia cochilliicantha</i>	quebrache		LC	
15	Arbóreo	Fabaceae	<i>Apoplanesia paniculata</i>	palo de arco		LC	
16	Arbóreo	Fabaceae	<i>Morfoespecie 1</i>	cacho de toro		LC	
17	Arbóreo	Fabaceae	<i>Caesalpinia velutina</i>	frijolillo		LC	
18	Arbóreo	Fabaceae	<i>Leucaena esculenta</i>	huaque rojo		LC	
19	Arbóreo	Fabaceae	<i>Libidibia sclerocarpa</i>	ebano		LC	
20	Arbóreo	Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	matabuey		LC	
21	Arbóreo	Fabaceae	<i>Mimosa sp</i>	zarza		LC	
22	Arbóreo	Fabaceae	<i>Coulteria platyloba</i>	ocotin		LC	
23	Arbóreo	Fabaceae	<i>Albizia leucocalyx</i>	palo de fierro		LC	
24	Arbóreo	Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus jatrophiifolius</i>	mano de danta		LC	
25	Arbóreo	Malvaceae	<i>Heliocarpus donell-smithii</i>	Cortaelagua		LC	
26	Arbóreo	Malvaceae	<i>Quararibea funebris</i>	molinillo		LC	
27	Arbóreo	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	mora		LC	
28	Arbóreo	Nyctaginaceae	<i>Guapira petenensis</i>	palo de vaso		LC	
29	Arbóreo	Polygonaceae	<i>Ruprechtia fusca</i>	carnerito verde		LC	
30	Arbóreo	Primulaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i>	rosadilla		LC	
31	Arbóreo	Rubiaceae	<i>Exotema caribaeum</i>	quina		LC	
32	Arbóreo	Salicaceae	<i>Casearia tremula</i>	crementina		LC	
33	Arbóreo	Salicaceae	<i>Homalium trichostemon</i>	palo de piedra		LC	
34	Arbustivo	Cactaceae	<i>Nopalea dejecta</i>	nopal montes		LC	

Cuadro IV. 2. 2. 1. Lista de especies de flora registradas en los polígonos del proyecto

No	Estrato	Familia	Especie	Nombre común	Estatus de protección		
					NOM 059	IUCN	CITES
35	Arbustivo	Cactaceae	<i>Stenocereus prinosus</i>	pitahaya		LC	
36	Arbustivo	Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	cornezuelo		LC	
37	Arbustivo	Rubiaceae	<i>Randia thurberi</i>	arbol de cruz		LC	

**Abreviaturas empleadas:** NOM-059: Sujetas a protección especial (Pr), Amenazadas (A), En peligro de extinción (P) y Probablemente extinta en el medio silvestre (E); IUCN: Extinta (EX), Extinta en estado silvestre (EW), En peligro crítico (CR), En peligro (EN), Vulnerable (VU), Casi amenazada (NT), Preocupación menor (LC), Datos insuficientes (DD), No evaluado (NE) (especie no evaluada para ninguna de las otras categorías); CITES: Apéndice I, Apéndice II y Apéndice III.

*Frecuencia de especies*

La frecuencia absoluta evalúa el número de N veces que una especie se presenta en los sitios de muestreo. Especies como *Caesalpinia velutina* se encontró en todos los sitios de muestreo, seguida por *Gyrocarpus jatrophifolius* y *Bursera excelsa* que estuvieron presentes en 6 de los 7 sitios de muestreo ubicados dentro de las áreas que contempla el proyecto, siendo las especies dominantes.

*Índice de Valor de Importancia*

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).

La estructura horizontal de la vegetación, tanto en el estrato arbóreo como en el arbustivo, está compuesto por 37 especies, de las cuales, de acuerdo al Índice de Valor de Importancia, *Caesalpinia velutina*, *Bursera excelsa* y *Lonchocarpus rugosus* son las especies de mayor importancia en cuanto a su ocupación espacial con un IVI 56, 21 y 17, respectivamente (Cuadro IV. 2. 2. 2).

**Cuadro IV. 2. 2. 2.** Análisis cuantitativo de la estructura de la vegetación e Índice de Valor de Importancia

Núm.	Estrato	Especie	Densidad relativa	Abundancia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Arbóreo	<i>Acacia cochilliicantha</i>	0.54	0.54	0.40	2.22
2	Arbustivo	<i>Acacia collinsii</i>	0.54	0.54	0.13	1.95
3	Arbóreo	<i>Albizia leucocalyx</i>	0.54	0.54	1.51	3.33
4	Arbóreo	<i>Amphipterygium adstringens</i>	1.61	1.61	0.67	3.57
5	Arbóreo	<i>Apoplanesia paniculata</i>	2.15	2.15	1.56	6.28
6	Arbóreo	<i>Bonellia macrocarpa</i>	2.69	2.69	2.88	9.41
7	Arbóreo	<i>Bursera excelsa</i>	7.53	7.53	6.01	21.23
8	Arbóreo	<i>Bursera simaruba</i>	2.15	2.15	2.85	8.85
9	Arbóreo	<i>Caesalpinia velutina</i>	29.57	29.57	18.35	56.89
10	Arbóreo	<i>Casearia tremula</i>	0.54	0.54	0.44	2.26
11	Arbóreo	<i>Ceiba aesculifolia</i>	0.54	0.54	3.15	4.97
12	Arbóreo	<i>Cnidoscylus sp</i>	2.15	2.15	6.41	12.40
13	Arbóreo	<i>Colochpermum vitifolium</i>	1.08	1.08	5.05	8.69
14	Arbóreo	<i>Comocladia engleriana</i>	0.54	0.54	1.37	3.18

**Cuadro IV. 2. 2. 2. Análisis cuantitativo de la estructura de la vegetación e Índice de Valor de Importancia**

Núm.	Estrato	Especie	Densidad	Abundancia	Dominancia	IVI
15	Arbóreo	<i>Coullteria platyloba</i>	2.15	2.15	1.32	6.04
16	Arbóreo	<i>Dyospiros sp</i>	3.76	3.76	0.82	5.87
17	Arbóreo	<i>Exotema caribaeum</i>	2.69	2.69	3.48	11.30
18	Arbóreo	<i>Guapira petenensis</i>	0.54	0.54	0.18	2.00
19	Arbóreo	<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i>	3.23	3.23	4.27	15.19
20	Arbóreo	<i>Helicarpus donell-smithii</i>	1.08	1.08	1.48	3.83
21	Arbóreo	<i>Homalium trichostemon</i>	2.69	2.69	0.87	8.69
22	Arbóreo	<i>Jacaratia mexicana</i>	1.08	1.08	5.57	9.21
23	Arbóreo	<i>Jatropha curcas</i>	0.54	0.54	3.71	5.53
24	Arbóreo	<i>Leucaena esculenta</i>	1.61	1.61	0.74	3.64
25	Arbóreo	<i>Libidibia sclerocarpa</i>	1.08	1.08	7.40	11.04
26	Arbóreo	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	8.06	8.06	4.19	17.38
27	Arbóreo	<i>Maclura tinctoria</i>	0.54	0.54	1.88	3.70
28	Arbóreo	<i>Mimosa sp</i>	1.08	1.08	2.78	6.42
29	Arbóreo	<i>Morfoespecie 1</i>	6.45	6.45	2.64	11.65
30	Arbustivo	<i>Nopalea dejecta</i>	0.54	0.54	1.23	3.05
31	Arbóreo	<i>Plumeria rubra</i>	1.08	1.08	0.19	3.83
32	Arbóreo	<i>Quararibea funebris</i>	1.61	1.61	4.30	7.19
33	Arbustivo	<i>Randia thurberi</i>	1.08	1.08	0.21	2.57
34	Arbóreo	<i>Ruprechtia fusca</i>	1.08	1.08	0.33	2.69
35	Arbóreo	<i>Stemmadenia obovata</i>	4.30	4.30	1.23	9.38
36	Arbustivo	<i>Stenocereus prinusus</i>	0.54	0.54	0.31	2.13
37	Arbóreo	<i>Tabebuia spp.</i>	1.61	1.61	0.49	4.66
Total			100	100	100	300

### Riqueza de especies

La caracterización estructural se constituye en uno de los fundamentos principales para el entendimiento de la distribución y dominancia espacial de las especies forestales. La variación estructural de las poblaciones forestales depende en gran medida de la composición de especies de las comunidades, de tal forma que una misma especie puede presentar diferente condición estructural de acuerdo a la asociación florística donde se encuentra coexistiendo. La caracterización estructural de una comunidad vegetal es una manera de estimar la

condición de los ecosistemas en un momento determinado. La estructura de la comunidad es considerada como un indicador de la biodiversidad.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el muestreo de campo en el área de estudio para la cual se solicita el CUSTF se registró una riqueza de 37 especies, se contabilizaron un total de 187 individuos, lo que nos dio una estimación de 2657 individuos Ha<sup>-1</sup> y un total de 14 159 individuos en las 5.3 hectáreas sujetas a CUSTF. Para estimar la riqueza específica de especies se utilizó el índice de Margalef (1951), el cual menciona que un índice con valores menores a 2,00 denotan una baja riqueza de especies y por el contrario valores cercanos a 5 o superiores reflejan una riqueza de especies alta; al obtener un valor de 6.88 en el muestreo realizado, este índice se refleja que el sitio de estudio posee una alta riqueza de especies. De igual manera, el valor obtenido en los sitios testigo nos muestran que dentro del sistema ambiental la riqueza de especies es similar, reportando un valor de índice de Margalef = 8.12.

#### *Diversidad*

Para estimar la diversidad biológica del ecosistema en estudio se calculó el índice de Shannon. Este índice se representa normalmente como  $H'$  y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0.5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice (Shannon 1948). El valor registrado para este índice a nivel del área sujeta a CUSTF fue de 2.88, mientras que para el SA fue de 3.4 lo que denota una alta diversidad del ecosistema.

*El índice de Simpson (D)* tiene la tendencia de ser más pequeño cuando la comunidad es más *diversa*. *D* es interpretado como la probabilidad de un encuentro intraespecífico, esto quiere decir la probabilidad de que si tomas dos individuos al azar de la comunidad ambos sean de la misma especie. Mientras más alta es esta probabilidad menos diversa es la comunidad. En este estudio, se encontró que a nivel predio el índice de Simpson fue de 0.11 mientras que en el SA se obtuvo un valor de 0.04 lo cual nos indica que, aunque en ambos sitios la probabilidad de un encuentro intraespecífico es baja, esta probabilidad es aún más baja en el SA lo que denota una alta diversidad de la comunidad, pues como se ha mencionado con anterioridad, gran parte del área donde se pretende

desarrollar el proyecto fue históricamente utilizada para agricultura, siendo abandonada esta actividad hace aproximadamente 7 años, lo cual propicio el establecimiento y desarrollo de especies de vegetación secundaria.

Dado de que queremos un índice que aumenta con la diversidad en vez de disminuir, sería mejor si podemos interpretar el índice en una forma directa. Entonces es común usar el inverso del índice de Simpson.

$$invD=1-D$$

$invD= 1- 0.113$  para el predio, y  $1 - 0.044$  para el SA

$invD= 0.887$  y  $0.956$  para el predio y para el SA, respectivamente.

Como podemos ver ahora, en ambos casos las comunidades presentan una repartición de la abundancia equitativa (D).

#### Índice de similitud

Para el SA y las áreas sujetas a CUSTF las condiciones de semejanza fueron altas (IS= 88.8 %), lo que nos indica que aproximadamente el 90% de las especies son compartidas.

En el cuadro IV.2.2.3 se presentan los resultados obtenidos en este estudio del análisis de diversidad de la vegetación.

Cuadro IV.2.2.3. Índices de riqueza, diversidad y similitud de las especies de flora registradas en el predio y en el SA				
Especies	Nombre común	Predio	SA	Total
<i>Acacia cochilliacanthe</i>	quebrache	1	0	1
<i>Acacia collinsii</i>	cornezuelo	1	2	3
<i>Albizia leucocalyx</i>	palo de fierro	1	1	2
<i>Amphipterygium adstringens</i>	cuachalala	3	3	6
<i>Andira indermis</i>	tololote	0	1	1
<i>Apoplanesia paniculata</i>	palo de arco	4	4	8
<i>Bonellia macrocarpa</i>	rosadilla	5	5	10
<i>Bunchosea lanceolata</i>	ramon	0	1	1
<i>Bursera excelsa</i>	copal	14	9	23
<i>Bursera simaruba</i>	mulato	4	5	9
<i>Caesalpinia velutina</i>	frijolillo	55	9	64
<i>Casearia tremula</i>	crementina	1	2	3
<i>Cedrela odorata</i>	cedro	0	1	1
<i>Ceiba aesculifolia</i>	pochote	1	2	3
<i>Cnidosculus sp</i>	mano de tigre	4	4	8

<b>Cuadro IV. 2. 2. 3. Índices de riqueza, diversidad y similaridad de las especies de flora registradas en el predio y en el SA</b>				
<b>Especies</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Predio</b>	<b>SA</b>	<b>Total</b>
<i>Colochpernum vitifolium</i>	cojon de caballo	2	1	3
<i>Comocladia engleriana</i>	tatatil	1	1	2
<i>Coulteria platyloba</i>	ocotin	4	0	4
<i>Dyospiros sp</i>	zapote	7	5	12
<i>Erythrina americana</i>	Zompantle	0	2	2
<i>Exotema caribaeum</i>	quina	5	4	9
<i>Gliricidia sepium</i>	cacahuananche	0	1	1
<i>Guapira petenensis</i>	palo de vaso	1	0	1
<i>Gyrocarpus jatrophiifolius</i>	mano de danta	6	4	10
<i>Heliocarpus donell-smithii</i>	Cortaelagua	2	4	6
<i>Homalium trichostemon</i>	palo de piedra	5	1	6
<i>Jacaratia mexicana</i>	papayo	2	3	5
<i>Jatropha curcas</i>	piñoncillo	1	1	2
<i>Leucaena esculenta</i>	huaje rojo	3	1	4
<i>Leucaena leucocephala</i>	Huaje blanco	0	3	3
<i>Libidibia sclerocarpa</i>	ebano	2	1	3
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	matabuey	15	4	19
<i>Maclura tinctoria</i>	mora	1	1	2
<i>Mimosa sp</i>	zarza	2	1	3
<i>Morfoespecie 1</i>	cacho de toro	12	0	12
<i>Nopalea dejecta</i>	nopal montes	1	1	2
<i>Plumeria rubra</i>	tolosuche	2	3	5
<i>Quararibea funebris</i>	molinillo	3	1	4
<i>Randia thurberi</i>	arbol de cruz	2	1	3
<i>Ruprechtia fusca</i>	carnerito verde	2	1	3
<i>Stemmadenia obovata</i>	lechoso	8	10	18
<i>Stenocereus prinusus</i>	pitahaya	1	1	2
<i>Tabebuia spp</i>	macuil mareño	3	3	6
<i>Acacia cochilliacantha</i>	quebrache	1	0	1
<i>Acacia collinsii</i>	cornezuelo	1	2	3
<i>Albizia leucocalyx</i>	palo de fierro	1	1	2
<i>Amphipterygium adstringens</i>	cuachalala	3	3	6
Total individuos		187	108	295
Número total de especies		37	39	Índice de Sorensen 86.84
Índice de Simpson		0.113	0.044	
Índice Margalef		6.88	8.12	
Índice Shannon-Wiener		2.88	3.4	

## **Fauna**

En una primera etapa se llevó a cabo una revisión de fuentes bibliohemerográficas y la consulta de las bases de datos electrónicas, localizándose los estudios y publicaciones recientes específicos sobre el tema y el área de interés. A partir de esta aproximación inicial se elaboró la lista de las especies potenciales reportadas para el Sistema Ambiental. En una segunda fase del estudio se realizó una colecta de datos basada en muestreos dentro del predio donde se desarrollará el proyecto.

## **Diseño y estrategia de muestreo**

Se llevó a cabo un diseño de muestreo selectivo en donde la unidad de muestreo estuvo integrada por 24 sitios dentro de los polígonos del proyecto (Figura IV.2.2.5). Dentro de cada sitio se llevó a cabo un muestreo restrictivo al azar en donde un área principal seleccionada se divide y en cada subdivisión se realiza un muestreo al azar.

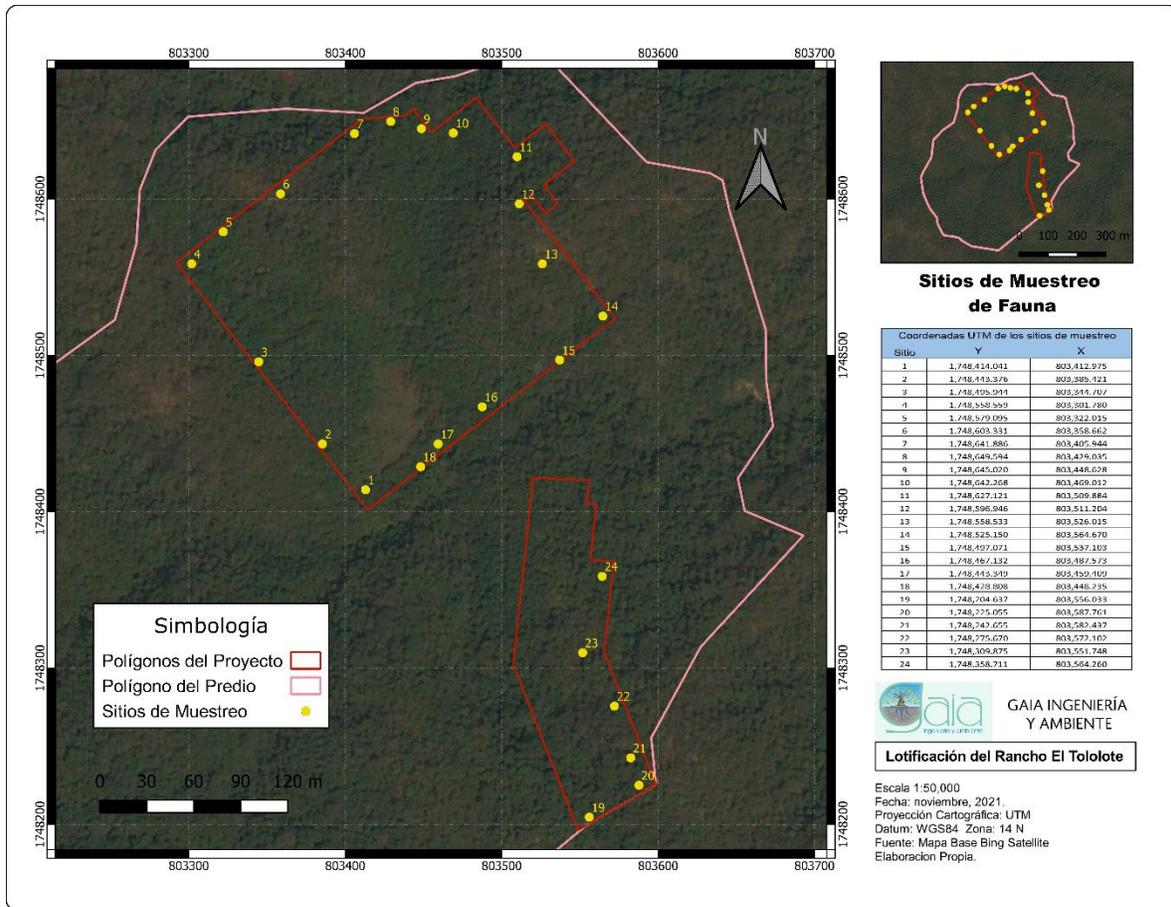


Figura IV.2.2.5. Ubicación de los sitios de muestreo para fauna

### Procedimiento

Se llevó a cabo la recolección de datos en los sitios establecidos. Con un equipo integrado por especialistas y técnicos entrenados para la observación y captura de fauna silvestre se realizó en el sitio el levantamiento y registro de datos por 3 días durante un ciclo de 24 horas cada uno en las que se aplicaron técnicas estandarizadas de observación, captura y detección de la presencia de fauna silvestre. En el Cuadro IV.2.2.5. se indica la secuencia de actividades llevada a cabo en cada ciclo de muestreo.

<b>Cuadro IV. 2. 2. 5. Ciclo de actividades de campo para los diferentes grupos faunísticos a muestrear</b>
Procedimiento

Horario	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	
	Búsqueda intensiva	Búsqueda intensiva	Transectos y puntos de conteo	Colocación trampas	Búsqueda de rastros y transectos
00:00				X	
01:00				X	
02:00				X	
03:00				X	
04:00				X	
05:00				X	
06:00			X	X	
07:00			X	X	
08:00			X	X	
09:00			X	X	X
10:00	X	X	X		X
11:00	X	X			X
12:00	X	X			
13:00	X	X			
14:00	X	X			
15:00	X	X			
16:00	X	X		X	
17:00	X	X	X	X	X
18:00			X	X	X
19:00			X	X	X
20:00				X	
21:00					
22:00					
23:00					

### *Anfibios y reptiles*

Para los anfibios y reptiles se utilizó la metodología de búsqueda y captura señalada por Karns<sup>33</sup>, la cual consistió en realizar recorridos diurnos de sondeos intensivos en los alrededores de los sitios de verificación seleccionados. Durante los recorridos se colectó a mano a los anfibios encontrados<sup>34, 35</sup> para la captura de lagartijas se utilizaron de manera complementaria ligas de hule y para las serpientes se utilizaron ganchos herpetológicos. Los organismos capturados fueron

<sup>33</sup>Karns, D. R. 1986. Field Herpetology Methods for the Study of Amphibians and Reptiles in Minnesota. University of Minnesota en James Ford Bell Museum of Natural History. Minneapolis, Minnesota, 88 pp

<sup>34</sup>Halliday, T. R. 1996. Amphibians. In: Sutherland W. J. (Ed) Ecological census techniques, a handbook. Cambridge University Press, pp. 205-217.

<sup>35</sup>Blomberg, S. 1996. Reptiles. In: Sutherland W. J. (Ed). Ecological census techniques, a hand book. Cambridge University Press.

identificados mediante el empleo de literatura especializada, guías de campo y claves taxonómicas de la región. Se obtuvo el registro fotográfico de los ejemplares encontrados y su posterior liberación en los mismos sitios donde se capturaron.

### *Aves*

Las observaciones de aves se realizaron fijando Puntos de Conteo durante los recorridos en el área del proyecto y las áreas periféricas. La técnica consistió en detenerse en sitios específicos con presencia de aves, observándose durante 15 minutos, a fin de ubicar al mayor número de individuos posible. Para su identificación se utilizaron binoculares de 10X y cámara fotográfica. Se procuró la toma directa de fotografías para su posterior identificación en gabinete (Figura IV. 2.2.6).



**Figura IV. 2.2.6.** Observación de aves en el predio

Los recorridos para registro de aves se realizaron entre las 6:00 y las 11:00 a.m. de manera complementaria se realizaron recorridos tardíos/nocturnos, con el fin de registrar especies de hábitos crepusculares. Para la identificación visual de las aves se utilizó literatura especializada como las guías de campo Howell (1995)<sup>36</sup> y Peterson (2000)<sup>37</sup>.

### *Mamíferos*

Se realizaron registros diurnos y crepusculares, principalmente en las horas de mayor actividad de los animales, es decir en las horas previas a

<sup>36</sup> Howell, S.N.G. and S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford, England, United Kingdom : Oxford University Press. 851p.

<sup>37</sup> Peterson, R.T. 2000. Aves de México: Guía de campo, Identificación de todas las especies encontradas en México, Guatemala, Belice y El Salvador. Editorial Diana. México. 473 p.

la salida del sol y las posteriores al crepúsculo. Se efectuaron recorridos en el sitio del proyecto y en el área de influencia. Durante estos recorridos se emplearon métodos de muestreo directo (captura, avistamientos o ejemplares muertos o partes de estos animales), e indirectos, consistentes en rastros que los animales dejan en sus áreas de actividad: huellas, excretas, madrigueras y refugios, marcas en las plantas, señales de alimentación, restos orgánicos, voces y sonidos, olores y otros más (Aranda Sánchez J., 2012)<sup>38</sup> y (Ceballos, 2005)<sup>39</sup>.

La identificación taxonómica hasta el nivel de especie se llevó a cabo a través de las guías de campo de mamíferos de México (Ceballos, 2005). Los rastros se identificaron a través de claves específicas Aranda (2000).

Para mamíferos pequeños se colocó una batería de 30 trampas Sherman dispuestas en una cuadrícula de manera que atravesarán el sitio ubicadas a 20 m de distancia entre ellas para la potencial captura de roedores e insectívoros (Figura IV. 2.2.7).



**Figura IV. 2.2.7.** Colocación de trampas para muestreo de mamíferos

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 3 noches acumulando un esfuerzo total de 12hrs/ trampa/ noche. Cada trampa fue revisada y cerrada por las mañanas para evitar capturas durante el día ya que representa mayor estrés y riesgo de muerte por calor para los animales trapeados. En caso de captura los individuos

<sup>38</sup> Aranda-Sánchez, J. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F. 255 p.

<sup>39</sup> Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los Mamíferos Silvestres de México. Conabio-Fondo de Cultura Económica. México, D. F.986 p.

fueron identificados, marcados con pintura y liberados en el mismo sitio de su captura. Para registrar las especies de mamíferos y reptiles de talla mediana y grande se dispusieron de 3 trampas tipo Tomahawk por tres días, lo que representa un esfuerzo de muestreo de 216 hrs/ trampas Tomahawk. Las trampas se colocaron en puntos específicos senderos o brechas y cerca de pasaderos o madrigueras que indicaron la presencia de fauna dentro del área de estudio fueron cebadas con sardina como atrayente para especies carnívoras. La identificación de los mamíferos se basó en las descripciones de (Ceballos, 2005).

### **Análisis de Riqueza y Diversidad**

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder compararla entre diferentes ecosistemas o zonas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitabilidad. Se requiere de indicadores que nos determinen en que proporcionalidad se encuentran distribuidos en el territorio. Al respecto y para el presente estudio, se decidió utilizar, indicar y evaluar tres métodos: Shannon-Wiener (H), Simpson (S), Margalef y Uniformidad. (Moreno, 2001.)<sup>40</sup>

#### *Índice de Shannon Wiener*

Para medir la riqueza de especies dentro de área de estudio se utilizó el índice de diversidad de Shannon - Wiener, el cual tiene el atributo de considerar las abundancias relativas para estimar la diversidad mediante la siguiente ecuación:

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

*Dónde:*

$H'$  = diversidad (bits/individuo)

S= número de especies

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

#### *Índice de Simpson*

<sup>40</sup> Moreno, C. E. (2001.). Métodos para medir la biodiversidad. Zaragoza: M&T-Manuales y Tesis SEA, vol.1. 84 pp.

El índice de Simpson es de uso común para medir el grado de dominancia de unas cuantas especies en la comunidad, y su inverso representa por lo tanto la equidad. Los índices basados en la dominancia toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies. La ecuación empleada fue la siguiente:

$$D = \frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)}$$

*Dónde:*

D= índice de Simpson

n= numero total de organismos de una especie

N= numero total de organismos de todas las especies

#### *Índice de Margalef*

Mide la riqueza de especies, de manera independiente al tamaño de la muestra, se basa en la relación entre S y el 'número total de individuos observados' (N), el cual se incrementa con el tamaño de la muestra. De esta forma, la riqueza se calculó utilizando la siguiente ecuación.

$$D = \frac{S-1}{\ln N}$$

*Dónde:*

D = Diversidad especifica

S= numero de especies presentes

N= numero total de individuos de todas las especies

#### *Índice de uniformidad (E)*

Complementa la riqueza de las especies, ya que nos da una imagen de las abundancias relativas de las diferentes especies.

$$\frac{H}{\ln(S)}$$

*Donde:*

H= Índice de Shanon-Wiener

S= Riqueza de especies

#### **Resultados**

## Lista potencial de especies

El listado bibliográfico de fauna silvestre, indicando el género y especie de los individuos reportados como potencialmente presentes en el área de estudio y SA se presenta en los cuadros subsiguientes.

La consulta de las bases de datos electrónicas de (CONABIO)<sup>41</sup> (ENCICLOVIDA)<sup>42</sup>, (Naturalista)<sup>43</sup>, y (IUCN)<sup>44</sup>, permitió obtener un listado de especies de presencia potencial en el SA y en el área del proyecto. En los cuadros siguientes se presenta las listas por grupo faunístico, seguida de la indicación de las especies en algún estatus de riesgo.

### *Anfibios*

Para los anfibios la lista potencial con base en (ENCICLOVIDA) (CONABIO) (IUCN) y (Naturalista) incluye 11 familias, 15 géneros y 21 especies. De las cuales 6 especies se encuentran en alguna Categoría de Riesgo (Cuadro IV. 2. 2. 6).

Cuadro IV 2. 2. 6. Anfibios reportados para la zona			
Familia	Especie	Nombre común	Distribución
Bufonidae	<i>Incilius canaliferus</i>	Sapo enano	Nativa
Bufonidae	<i>Incilius marmoratus</i>	Sapo jaspeado	Nativa, Endémica
Bufonidae	<i>Incilius occidentalis</i>	Sapo de los pinos	Nativa, Endémica
Bufonidae	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	Nativa
Bufonidae	<i>Rhinella horribilis</i>	Sapo gigante	Nativa
Craugastoridae	<i>Craugastor pygmaeus</i>	Rana ladadora pigmea	Nativa
Craugastoridae	<i>Craugastor rugulosus</i>	Rana ladadora centroamericana	Nativa, Endémica
Dermophiidae	<i>Dermophis oaxacae</i>	Cecilia del Pacífico	Nativa, Endémica
Eleutherodactylidae	<i>Eleutherodactylus pipilans</i>	Rana chirriadora pipilo	Nativa
Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arborícola mexicana	Nativa
Hylidae	<i>Scinax staufferi</i>	Rana arborícola trompuda	Nativa
Hylidae	<i>Dendropsophus sartori</i>	Ranita rayada	Nativa, Endémica
Hylidae	<i>Tlalocohyla smithii</i>	Rana de árbol mexicana enana	Nativa, Endémica
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita hojarasca	Nativa

<sup>41</sup> CONABIO. (2018). <https://www.gob.mx/conabio>.

<sup>42</sup> ENCICLOVIDA <https://enciclovida.mx/>.

<sup>43</sup> Naturalista. (2018). CONABIO. <http://www.naturalista.mx>.

<sup>44</sup> IUCN. (2020). THE IUCN RED LIST OF THREATENED SPECIES. <https://www.iucnredlist.org/>.

Leptodactylidae	<i>Engystomops pustulosus</i>	Ranita túngara	Nativa
Microhylidae	<i>Hypopachus variolosus</i>	Rana termitera	Nativa
Microhylidae	<i>Hypopachus ustus</i>	Sapo boca angosta huasteco	Nativa
Phyllomedusidae	<i>Agalychnis dacnicolor</i>	Ranita verduzca	Nativa, Endémica
Ranidae	<i>Lithobates pustulosus</i>	Rana de rayas blancas	Nativa, Endémica
Ranidae	<i>Lithobates sierramadrensis</i>	Rana de la Sierra Madre Occidental	Nativa, Endémica
Ranidae	<i>Lithobates pipiens</i>	Rana leopardo norteña	
Rhinophrynidae	<i>Rhinophrynus dorsalis</i>	Sapo excavador mexicano	Nativa

### Reptiles

Para los reptiles la lista potencial con base en (ENCICLOVIDA) (CONABIO) (IUCN) y (Naturalista) es de 17 familias, 33 géneros y 46 especies. De las cuales 17 especies se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo (Cuadro IV. 2. 2. 7).

**Cuadro IV. 2. 2. 7. Reptiles reportados para la zona**

Familia	Especie	Nombre común	distribución
Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado	Nativa
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona asiática	Exótica, Invasora
Phyllodactylidae	<i>Phyllodactylus tuberculatus</i>	Salamanquesa vientre amarillo	Nativa
Sphaerodactylidae	<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	Geco enano collarejo	Nativa
Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana mexicana de cola espinosa	Nativa, Endémica
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra de cola espinosa	Nativa
Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	Nativa
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus bicanthalis</i>	Lagartija espinosa transvolcánica	Nativa, Endémica
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus melanorhinus</i>	Lagartija espinosa de hocico negro	Nativa
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus siniferus</i>	Lagartija espinosa de cola larga	Nativa
Phrynosomatidae	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartija de árbol del Pacífico	Nativa, Endémica
Dactyloidae	<i>Anolis megapholidotus</i>	Abaniquillo de escamas grandes	Nativa, Endémica
Dactyloidae	<i>Anolis nebuloides</i>	Anolis oaxaqueño	Nativa, Endémica
Dactyloidae	<i>Anolis nebulosus</i>	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	Nativa, Endémica
Dactyloidae	<i>Anolis subocularis</i>	Anolis de la costa de Guerrero	Nativa, Endémica
Teiidae	<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija arcoiris	Nativa, Endémica
Dipsadidae	<i>Coniophanes piceivittis</i>	Culebra rayada	Nativa

Cuadro IV. 2. 2. 7. Reptiles reportados para la zona

Familia	Especie	Nombre común	distribución
Colubridae	<i>Drymobius margaritiferus</i>	Culebra corredora de Petatillos	Nativa
Colubridae	<i>Geagras redimitus</i>	Culebra minera de Tehuantepec	Nativa, Endémica
Colubridae	<i>Lampropeltis triangulum</i>	Falsa coralillo real oriental estadounidense	
Dipsadidae	<i>Leptodeira annulata</i>	Culebra ojo de gato bandada	
Dipsadidae	<i>Leptodeira maculata</i>	Escombrera del suroeste mexicano	Nativa
Colubridae	<i>Leptophis diplotropis</i>	Culebra perico del Pacifico	Nativa, Endémica
Dipsadidae	<i>Manolepis putnami</i>	Culebra cabeza surcada	Nativa, Endémica
Colubridae	<i>Oxybelis aeneus</i>	Culebra bejuquilla mexicana	Nativa
Colubridae	<i>Oxybelis fulgidus</i>	Culebra bejuquilla verde	Nativa
Colubridae	<i>Stenorrhina freminvillei</i>	Culebra alacranera de sangre	Nativa
Colubridae	<i>Trimorphodon biscutatus</i>	Culebra lira	Nativa
Loxocemidae	<i>Loxocemus bicolor</i>	Serpiente chatilla	Nativa
Viperidae	<i>Porthidium dunnii</i>	Nauyaca nariz de cerdo oaxaqueña	Nativa, Endémica
Kinosternidae	<i>Kinosternon oaxacae</i>	Tortuga pecho quebrado oaxaqueña	Nativa, Endémica
Colubridae	<i>Drymarchon melanurus</i>	Culebra arroyera de cola negra	Nativa
Kinosternidae	<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga pecho quebrado mexicana	Endémica, Nativa
Teiidae	<i>Aspidozelis guttatus</i>	Ticuiliche mexicano	Nativa, Endémica
Teiidae	<i>Aspidozelis deppii</i>	Huico siete líneas	Nativa
Scincidae	<i>Marisora brachypoda</i>	Mabuya centroamericana	Nativa
Dipsadidae	<i>Leptodeira polysticta</i>	Culebra ojo de gato	Nativa
Elapidae	<i>Hydrophis platurus</i>	Serpiente marina pelágica	Nativa
Scincidae	<i>Scincella assata</i>	Eslizón centroamericano	Nativa
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus aureolus</i>	Lagartija espinosa sureña de hendiduras	Nativa, Endémica
Boidae	<i>Boa imperator</i>	Mazacuata	Nativa
Dactyloidae	<i>Anolis immaculogularis</i>	Puerto Escondido Anole	Endémica, Nativa
Colubridae	<i>Lampropeltis polyzona</i>	Falsa coralillo real occidental	Endémica, Nativa
Colubridae	<i>Drymobius margaritiferus subsp. fistulosus</i>	<i>Drymobius margaritiferus fistulosus</i>	Nativa
Phyllodactylidae	<i>Phyllodactylus tuberculosus subsp. magnus</i>		
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus subsp. microlepidotus</i>	Lagartija espinosa del mezquite	Nativa
Colubridae	<i>Masticophis mentovarius subsp. mentovarius</i>		Nativa

Cuadro IV. 2. 2. 7. Reptiles reportados para la zona

Familia	Especie	Nombre común	distribución
Teiidae	<i>Aspidozelis guttatus</i> <i>subsp. immutabilis</i>		
Typhlopidae	<i>Indotyphlops braminus</i>	Serpiente ciega afroasiática	Exótica- Invasora

### ***Mamíferos***

Para los mamíferos la lista potencial es de 19 familias, 38 géneros, 45 especies. Dentro de las cuales 8 especies se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo.

(ENCICLOVIDA), (CONABIO), (IUCN), (Naturalista) y (Tania M, 2012)<sup>45</sup>  
(Cuadro IV. 2. 2. 8).

Cuadro IV. 2. 2. 8. Mamíferos reportados para la zona

Familia	Especie	Nombre común	Distribución
Cricetidae	<i>Oryzomys couesi</i>	Rata arrozera de agua	Nativa
Cricetidae	<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	Rata arrozera pigmea	Nativa
Cricetidae	<i>Sigmodon mascotensis</i>	Rata de la caña de Jalisco	Nativa, Endémica
Cricetidae	<i>Peromyscus melanocarpus</i>	Ratón manos negras de Zempoaltepec	Nativa, Endémica
Cricetidae	<i>Peromyscus melanophrys</i>	Ratón de meseta	Endémica, Nativa
Cricetidae	<i>Neotoma mexicana</i>	Rata cambalachera mexicana	Nativa
Cricetidae	<i>Peromyscus mexicanus</i>	Ratón mexicano	Nativa
Cricetidae	<i>Tylomys nudicaudus</i>	Rata trepadora de Peter	Nativa
Cricetidae	<i>Peromyscus mexicanus</i> subsp. <i>angelensis</i>	Raton	Nativa
Cricetidae	<i>Neotoma ferruginea</i> subsp. <i>isthmica</i>	Raton	Nativa
Cricetidae	<i>Peromyscus levipes</i> subsp. <i>levipes</i>	Raton	Nativa
Cricetidae	<i>Peromyscus melanophrys</i> subsp. <i>melanophrys</i>	Raton	Nativa
Cricetidae	<i>Baiomys musculus</i> subsp. <i>nigrescens</i>		Nativa
Cricetidae	<i>Peromyscus aztecus</i> subsp.		Nativa

<sup>45</sup> Tania M, P.-R. A.-D.-L. (2012). Inventario de mamíferos en sistemas cafetaleros de sombra asociado a la cuenca del río Copalita, Oaxaca, México. THERYA, Vol.3(3):303-310.

Cuadro IV. 2. 2. 8. Mamíferos reportados para la zona

Familia	Especie	Nombre común	Distribución
	oaxacensis		
Cricetidae	Peromyscus mexicanus subsp. saxatilis		Nativa
Cricetidae	Reithrodontomys sumichrasti subsp. sumichrasti		Nativa
Cricetidae	Oryzomys fulgens subsp. zygomaticus		Nativa
Cricetidae	Oryzomys fulgens subsp. mexicanus		Nativa
Didelphidae	Tlacuatzin canescens	Tlacuache ratón gris	Endémica, Nativa
Didelphidae	Didelphis virginiana subsp. californica	Tlacuache norteño	Nativa
Didelphidae	Didelphis marsupialis subsp. cauae		Nativa
Dasyodidae	<i>Dasyus Novemcintus subsp. mexicanus</i>	Armadillo nueve bandas	Nativa
Procyonidae	<i>Procyon lotor hernandezii</i>	Mapache centroamericano	Nativa
Emballonuridae	Balantiopteryx plicata	Murciélago gris de saco	Nativa
Emballonuridae	Balantiopteryx plicata subsp. plicata		Nativa
Erethizontidae	Coendou mexicanus	Puercoespín tropical	Nativa
Felidae	Leopardus pardalis	Ocelote	Nativa
Felidae	Herpailurus yagouaroundi subsp. fossata		Nativa
Felidae	Leopardus pardalis subsp. nelsoni	Ocelote	Nativa
Geomyidae	Orthogeomys grandis	Tuza mayor	Nativa, Endémica
Geomyidae	Orthogeomys grandis subsp. alleni		Nativa
Geomyidae	Orthogeomys hispidus subsp. hispidus		
Heteromyidae	Heteromys pictus	Ratón espinoso pintado	Nativa
Heteromyidae	Heteromys pictus subsp. pictus		Nativa
Heteromyidae	Heteromys pictus subsp. annectens		Nativa
Leporidae	Sylvilagus floridanus subsp. aztecus	Tehuantepec Cottontail	Nativa
Molossidae	Molossus rufus	Murciélago mastín negro	Nativa
Mustelidae	Lontra longicaudis	Nutria de río	Nativa
Myrmecophagidae	Tamandua mexicana subsp.	Hormiguero de	Nativa

**Cuadro IV. 2. 2. 8. Mamíferos reportados para la zona**

Familia	Especie	Nombre común	Distribución
	mexicana	collar	
Noctilionidae	Noctilio leporinus	Murciélago- pescador mayor	Nativa
Noctilionidae	Noctilio leporinus subsp. mastivus		Nativa
Phyllostomidae	Glossophaga leachii	Murciélago gris de lengua larga	Nativa
Phyllostomidae	Glossophaga morenoi	Murciélago lengüetón de Xiutepec	Nativa, Endémica
Phyllostomidae	Carollia subrufa	Murciélago frugívoro de cola corta	Nativa
Phyllostomidae	Dermanura tolteca	Murciélago frugívoro tolteca	Nativa
Phyllostomidae	Hylonycteris underwoodi	Murciélago lengua larga	Nativa
Phyllostomidae	Sturnira parvidens		Nativa
Phyllostomidae	Glossophaga soricina subsp. handleyi	Sopichí	Nativa
Phyllostomidae	Macrotus waterhousii subsp. mexicanus		Nativa
Phyllostomidae	Desmodus rotundus subsp. murinus	Sopichí	Nativa
Procyonidae	Potos flavus	Mico de noche	Nativa
Procyonidae	Bassariscus astutus subsp. flavus	Cacomixtle norteño	Nativa
Sciuridae	Sciurus aureogaster	Ardilla vientre rojo	Nativa
Sciuridae	Sciurus deppei subsp. deppei		Nativa
Sciuridae	Sciurus aureogaster subsp. nigrescens	Ardilla Vientre Rojo	Nativa
Soricidae	Sorex veraepacis subsp. mutabilis		Nativa
Vespertilionidae	Rhogeessa parvula	Murciélago amarillo menor	Nativa, Endémica
Vespertilionidae	Myotis californicus subsp. mexicanus		Nativa

**Aves**

Para la zona de estudio, de acuerdo a la literatura y bases de datos electrónicas consultadas, las especies de aves se reportan en el Cuadro IV. 2. 2. 9

**Cuadro IV. 2. 2. 9. Especies de aves reportadas para la zona**

Familia	Especie	Nombre común	Distribución
Accipitridae	<i>Accipiter bicolor</i>	Gavilán bicolor	Nativa
Accipitridae	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho rufo	Nativa
Accipitridae	<i>Busarellus nigricollis</i>	Aguililla canela	Nativa
Accipitridae	<i>Buteo albicaudatus</i>	Aguililla cola blanca	Nativa
Accipitridae	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura	Nativa
Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla cola corta	Nativa
Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	Nativa
Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>	Gavilán pollero	Nativa
Accipitridae	<i>Buteo platypterus</i>	Aguililla ala ancha	Nativa
Accipitridae	<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de swainson	Nativa
Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	Nativa
Accipitridae	<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguililla-negra mayor	Nativa
Accipitridae	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Gavilán pico gancho	Nativa
Accipitridae	<i>Circus cyaneus</i>	Gavilán rastrero	Nativa
Accipitridae	<i>Elanus leucurus</i>	Milano cola blanca	Nativa
Accipitridae	<i>Harpagus bidentatus</i>	Gavilán bidentado	Nativa
Accipitridae	<i>Harpyhaliaetus solitarius</i>	Águila solitaria	Nativa
Accipitridae	<i>Ictinia plumbea</i>	Milano plumizo	Nativa
Accipitridae	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla rojinegra	Nativa
Accipitridae	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavilán caracolero	Nativa
Accipitridae	<i>Spizaetus ornatus</i>	Águila elegante	Nativa
Alaudidae	<i>Eremophila alpestris</i>	Alondra cornuda	Nativa
Alcedinidae	<i>Ceryle alcyon</i>	Martín pescador norteño	Nativa
Alcedinidae	<i>Chloroceryle amazona</i>	Martín pescador amazónico	Nativa
Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín pescador verde	Nativa
Anatidae	<i>Anas acuta</i>	Pato golondrino	Nativa
Anatidae	<i>Anas americana</i>	Pato chalcuán	Nativa
Anatidae	<i>Anas clypeata</i>	Pato cucharón-norteño	Nativa
Anatidae	<i>Anas discors</i>	Cerceta ala azul	Nativa
Anatidae	<i>Aythya affinis</i>	Pato boludo-menor	Nativa
Anatidae	<i>Aythya collaris</i>	Pato pico anillado	Nativa
Anatidae	<i>Cairina moschata</i>	Pato real	Nativa
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijije ala blanca	Nativa
Apodidae	<i>Aeronautes saxatalis</i>	Vencejo pecho blanco	Nativa
Apodidae	<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de vaux	Nativa
Apodidae	<i>Cypseloides niger</i>	Vencejo negro	Nativa
Apodidae	<i>Panyptia sanctihieronymi</i>	Vencejo tijereta mayor	Nativa
Apodidae	<i>Streptoprocne rutila</i>	Vencejo cuello castaño	Nativa

Cuadro IV. 2. 2. 9. Especies de aves reportadas para la zona

Familia	Especie	Nombre común	Distribución
Apodidae	<i>Streptoprocne semicollaris</i>	Vencejo nucla blanca	Nativa
Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo cuello blanco	Nativa
Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>	Carao	Nativa
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	Nativa
Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	Nativa
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	Nativa
Ardeidae	<i>Butorides virescens</i>	Garceta verde	Nativa
Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	Garceta azul	Nativa
Ardeidae	<i>Egretta rufescens</i>	Garceta rojiza	Nativa
Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garceta pie-dorado	Nativa
Ardeidae	<i>Egretta tricolor</i>	Garceta tricolor	Nativa
Ardeidae	<i>Ixobrychus exilis</i>	Avetoro mínimo	Nativa
Ardeidae	<i>Nyctanassa violacea</i>	Padrete corona clara	Nativa
Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Pedrete corona negra	Nativa
Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre mexicana	Nativa
Bombycillidae	<i>Bombycilla cedrorum</i>	Ampelis chinito	Nativa
Burhinidae	<i>Burhinus bistriatus</i>	Alcaraván americano	Nativa
Caprimulgidae	<i>Antrostomus ridgwayi</i>	Tapacamino tu-cuchillo	Nativa
Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor	Nativa
Caprimulgidae	<i>Nyctibius jamaicensis</i>	Pájaro estaca	Nativa
Caprimulgidae	<i>Nyctiphrynus mcleodii</i>	Tapacamino prió	Nativa
Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	Nativa
Cardinalidae	<i>Cyanocopsa parellina</i>	Colorín azul negro	Nativa
Cardinalidae	<i>Habia fuscicauda</i>	Tángara hormiguera garganta roja	Nativa
Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Colorín sietecolores	Nativa
Cardinalidae	<i>Passerina cyanea</i>	Colorín azul	Nativa
Cardinalidae	<i>Passerina leclancherii</i>	Colorín pecho naranja	Nativa
Cardinalidae	<i>Passerina versicolor</i>	Colorín morado	Nativa
Cardinalidae	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo pecho rosa	Nativa
Cardinalidae	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo tigrillo	Nativa
Cardinalidae	<i>Piranga erythrocephala</i>	Tángara cabeza roja	Nativa
Cardinalidae	<i>Piranga ludoviciana</i>	Tángara capucha roja	Nativa
Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Tangara roja	Nativa
Cardinalidae	<i>Saltator atriceps</i>	Picocuero cabeza negra	Nativa
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	Nativa
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	Nativa

Cuadro IV. 2. 2. 9. Especies de aves reportadas para la zona

Familia	Especie	Nombre común	Distribución
Charadriidae	<i>Charadrius alexandrinus</i>	Chorlo nevado	Nativa
Charadriidae	<i>Charadrius collaris</i>	Chorlo de collar	Nativa
Charadriidae	<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlo semipalmeado	Nativa
Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildio	Nativa
Charadriidae	<i>Charadrius wilsonia</i>	Chorlo pico grueso	Nativa
Charadriidae	<i>Pluvialis dominica</i>	Chorlo dominico	Nativa
Charadriidae	<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlo gris	Nativa
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Nativa
Cinclidae	<i>Cinclus mexicanus</i>	Mirlo acuático norteamericano	Nativa
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tórtola cola larga	Nativa
Columbidae	<i>Columbina minuta</i>	Tórtola pecho liso	Nativa
Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	Nativa
Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza	Nativa
Columbidae	<i>Geotrygon montana</i>	Paloma perdiz rojiza	Nativa
Columbidae	<i>Leptotila plumbeiceps</i>	Paloma cabeza ploma	Nativa
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	Nativa
Columbidae	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	Nativa
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	Nativa
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca copetona	Nativa
Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	Nativa
Corvidae	<i>Cyanolyca mirabilis</i>	Urraca de Omiltemi	Nativa
Cracidae	<i>Crax rubra</i>	Hocofaisán	Nativa
Cracidae	<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca pálida	Nativa
Cracidae	<i>Penelope purpurascens</i>	Pavo cojolita	Nativa
Cuculidae	<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>	Cuclillo pico negro	Nativa
Cuculidae	<i>Coccyzus minor</i>	Cuclillo manglero	Nativa
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	Nativa
Cuculidae	<i>Dromococcyx phasianellus</i>	Cuclillo faisán	Nativa
Cuculidae	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical	Nativa
Cuculidae	<i>Morococcyx erythropygus</i>	Cuclillo terrestre	Nativa
Emberizidae	<i>Aimophila botterii</i>	Zacatonero de botteri	Nativa
Emberizidae	<i>Aimophila mystacalis</i>	Zacatonero embridado	Nativa
Emberizidae	<i>Aimophila rufescens</i>	Zacatonero rojizo	Nativa
Emberizidae	<i>Aimophila ruficauda</i>	Zacatonero corona rayada	Nativa
Emberizidae	<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero corona rufa	Nativa
Emberizidae	<i>Amaurospiza concolor</i>	Semillero azulgris	Nativa
Emberizidae	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo	Nativa

Cuadro IV. 2. 2. 9. Especies de aves reportadas para la zona

Familia	Especie	Nombre común	Distribución
Emberizidae	<i>Atlapetes pileatus</i>	Atlapetes gorra rufa	Nativa
Emberizidae	<i>Chondestes grammacus</i>	Corrión arlequín	Nativa
Emberizidae	<i>Melospiza kieneri</i>	Rascador nuca rufa	Nativa
Emberizidae	<i>Passerculus sandwichensis</i>	Corrión sabanero	Nativa
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	Nativa
Falconidae	<i>Falco columbarius</i>	Halcón esmerejón	Nativa
Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	Halcón fajado	Nativa
Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Nativa
Falconidae	<i>Falco ruficularis</i>	Halcón enano	Nativa
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	Nativa
Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón guaco	Nativa
Falconidae	<i>Micrastur ruficollis</i>	Halcón-selvático barrado	Nativa
Falconidae	<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón-selvático de collar	Nativa
Fringillidae	<i>Chlorophonia occipitalis</i>	Clorofonia corona azul	Nativa
Fringillidae	<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia garganta negra	Nativa
Fringillidae	<i>Euphonia elegantissima</i>	Eufonia capucha azul	Nativa
Fringillidae	<i>Euphonia hirundinacea</i>	Eufonia garganta amarilla	Nativa
Fringillidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>		Nativa
Fringillidae	<i>Spinus notatus</i>	Jilguero encapuchado	Nativa
Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero dominico	Nativa
Furnariidae	<i>Anabacerthia variegaticeps</i>	Breñero cejudo	Nativa
Furnariidae	<i>Lepidocolaptes leucogaster</i>	Trepatroncos escarchado	Nativa
Furnariidae	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Trepatroncos oliváceo	Nativa
Furnariidae	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos bigotudo	Nativa
Furnidae	<i>Lepidocolaptes affinis</i>	Trepatroncos corona punteada	Nativa
Haematopodidae	<i>Haematopus palliatus</i>	Ostrero americano	Nativa
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	Nativa
Hirundinidae	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina risquera	Nativa
Hirundinidae	<i>Progne chalybea</i>	Golondrina acerada	Nativa
Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina ala aserrada	Nativa
Hirundinidae	<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina manglera	Nativa
Hirundinidae	<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina verdemar	Nativa
Hydrobatidae	<i>Oceanodroma melania</i>	Paño negro	Nativa
Hydrobatidae	<i>Oceanodroma microsoma</i>	Paño mínimo	Nativa
Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento	Nativa

Cuadro IV. 2. 2. 9. Especies de aves reportadas para la zona

Familia	Especie	Nombre común	Distribución
Icteridae	<i>Cacicus melanicterus</i>	Cacique mexicano	Nativa
Icteridae	<i>Icterus bullockii</i>	Bolsero calandria	Nativa
Icteridae	<i>Icterus chrysater</i>	Bolsero dorso dorado	Nativa
Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero encapuchado	Nativa
Icteridae	<i>Icterus galbula</i>	Bolsero de baltimore	Nativa
Icteridae	<i>Icterus graduacauda</i>	Bolsero cabeza negra	Nativa
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de altamira	Nativa
Icteridae	<i>Icterus maculialatus</i>	Bolsero guatemalteco	Nativa
Icteridae	<i>Icterus pectoralis</i>	Bolsero pecho manchado	Nativa
Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero dorso rayado	Nativa
Icteridae	<i>Icterus spurius</i>	Bolsero castaño	Nativa
Icteridae	<i>Icterus wagleri</i>	Bolsero de wabler	Nativa
Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	Nativa
Icteridae	<i>Molothrus ater</i>	Tordo cabeza café	Nativa
Icteridae	<i>Pachyrampus aglaiae</i>	Mosquero cabezón degollado	Nativa
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	Nativa
Jacanidae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana norteña	Nativa
Laridae	<i>Gelochelidon nilotica</i>	Charrán pico grueso	Nativa
Laridae	<i>Hydroprogne caspia</i>	Charrán caspia	Nativa
Laridae	<i>Larus atricilla</i>	Gaviota reidora	Nativa
Laridae	<i>Larus delawarensis</i>	Gaviota pico anillado	Nativa
Laridae	<i>Larus pipixcan</i>	Gaviota de franklin	Nativa
Laridae	<i>Stercorarius parasiticus</i>	Salteador parásito	Nativa
Laridae	<i>Sterna antillarum</i>	Charrán mínimo	Nativa
Laridae	<i>Sterna forsteri</i>	Charrán de foster	Nativa
Laridae	<i>Sterna hirundo</i>	Charrán común	Nativa
Laridae	<i>Xema sabini</i>	Gaviota cola hendida	Nativa
Mimidae	<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato azul	Nativa
Momotidae	<i>Momotus mexicanus</i>	Momoto corona café	Nativa
Odontophoridae	<i>Colinus virginianus</i>	Codorniz cotuí	Nativa
Paridae	<i>Baeolophus wollweberi</i>	Carbonero embridado	Nativa
Parulidae	<i>Basileuterus culicivorus</i>	Chipe dorona dorada	Nativa
Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe gorra rufa	Nativa
Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe corona negra	Nativa
Parulidae	<i>Cardellina rubra</i>	Chipe rojo	Nativa
Parulidae	<i>Geothlypis nelsoni</i>	Mascarita matorralera	Nativa
Parulidae	<i>Geothlypis poliocephala</i>	Mascarita pico grueso	Nativa

Cuadro IV. 2. 2. 9. Especies de aves reportadas para la zona

Familia	Especie	Nombre común	Distribución
Parulidae	<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común	Nativa
Parulidae	<i>Icteria virens</i>	Buscabreña	Nativa
Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	Nativa
Parulidae	<i>Oporonís tolmiei</i>	Chipe de tolmie	Nativa
Parulidae	<i>Oreothlypis celata</i>	Chipe corona naranja	Nativa
Parulidae	<i>Oreothlypis peregrina</i>	Chipe peregrino	Nativa
Parulidae	<i>Oreothlypis ruficapilla</i>	Chipe de coronilla	Nativa
Parulidae	<i>Seiurus motacilla</i>	Chipe arroyero	Nativa
Parulidae	<i>Seiurus noveboracensis</i>	Chipe charquero	Nativa
Parulidae	<i>Setophaga americana</i>	Parula norteña	Nativa
Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>	Chipe coronado	Nativa
Parulidae	<i>Setophaga dominica</i>	Chipe garganta amarilla	Nativa
Parulidae	<i>Setophaga graciae</i>	Chipe ceja amarilla	Nativa
Parulidae	<i>Setophaga magnolia</i>	Chipe de magnolia	Nativa
Parulidae	<i>Vermivora cyanoptera</i>	Chipe ala azul	Nativa
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión casero	Exótico
Picidae	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico plata	Nativa
Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	Nativa
Picidae	<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero enmascarado	Nativa
Picidae	<i>Melanerpes pucherani</i>	Carpintero cara negra	Nativa
Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano	Nativa
Picidae	<i>Piculus auricularis</i>	Carpintero corona gris	Nativa
Picidae	<i>Sphyrapicus varius</i>	Chupasavia maculado	Nativa
Podicipedidae	<i>Podiceps nigricollis</i>	Zambullidor orejudo	Nativa
Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor pico grueso	Nativa
Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor menor	Nativa
Poliophtilidae	<i>Poliophtila albiloris</i>	Perlita pispirria	Nativa
Poliophtilidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita azulgris	Nativa
Poliophtilidae	<i>Poliophtila plumbea</i>	Perlita tropical	Nativa
Procelariidae	<i>Puffinus auricularis</i>	Pardela de revillagigedo	Nativa
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	Nativa
Psittacidae	<i>Amazona autumnalis</i>	Loro cachete amarillo	Nativa
Psittacidae	<i>Amazona farinosa</i>	Loro corona azul	Nativa
Psittacidae	<i>Amazona finschi</i>	Loro corona lila	Nativa
Psittacidae	<i>Amazona oratrix</i>	Loro cabeza amarilla	Nativa
Psittacidae	<i>Ara macao</i>	Guacamaya roja	Nativa
Psittacidae	<i>Ara militaris</i>	Guacamaya verde	Nativa

Cuadro IV. 2. 2. 9. Especies de aves reportadas para la zona

Familia	Especie	Nombre común	Distribución
Psittacidae	<i>Aratinga canicularis</i>	Perico frente naranja	Nativa
Psittacidae	<i>Brotogeris jungularis</i>	Perico ala amarilla	Nativa
Psittacidae	<i>Psittacara holochlorus</i>	Perico mexicano	Nativa
Ptiliognatidae	<i>Phainopepla nitens</i>	Capulinerio negro	Nativa
Rallidae	<i>Aramides cajanea</i>	Rascón cuello gris	Nativa
Rallidae	<i>Fulica americana</i>	Gallareta americana	Nativa
Rallidae	<i>Gallinula chloropus</i>	Gallineta frente roja	Nativa
Rallidae	<i>Laterallus ruber</i>	Polluela rojiza	Nativa
Rallidae	<i>Pardirallus maculatus</i>	Rascón pinto	Nativa
Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Candelero americano	Nativa
Recurvirostridae	<i>Recurvirostra americana</i>	Avoceta americana	Nativa
Regulidae	<i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo rojo	Nativa
Scolopacidae	<i>Arenaria interpres</i>	Vuelvepiedras rojizo	Nativa
Scolopacidae	<i>Calidris alba</i>	Playero blanco	Nativa
Scolopacidae	<i>Calidris alpina</i>	Playero dorso rojo	Nativa
Scolopacidae	<i>Calidris himantopus</i>	Playero zancón	Nativa
Scolopacidae	<i>Calidris mauri</i>	Playero occidental	Nativa
Scolopacidae	<i>Calidris melanotos</i>	Playero pectoral	Nativa
Scolopacidae	<i>Calidris minutilla</i>	Playero chichicuilote	Nativa
Scolopacidae	<i>Calidris pusilla</i>	Playero semipalmeado	Nativa
Scolopacidae	<i>Gallinago delicata</i>	Agachona común	Nativa
Scolopacidae	<i>Heteroscelus incanus</i>	Halcón guaco	Nativa
Scolopacidae	<i>Limnodromus griseus</i>	Costurero pico corto	Nativa
Scolopacidae	<i>Limnodromus scolopaceus</i>	Costurero pico largo	Nativa
Scolopacidae	<i>Limosa fedoa</i>	Picopando canelo	Nativa
Scolopacidae	<i>Tringa flavipes</i>	Patamarilla menor	Nativa
Scolopacidae	<i>Tringa melanoleuca</i>	Patamarilla mayor	Nativa
Scolopacidae	<i>Tringa solitaria</i>	Playero solitario	Nativa
Scolopacinae	<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito trinador	Nativa
Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Tecolote llanero	Nativa
Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho cornudo	Nativa
Strigidae	<i>Ciccaba virgata</i>	Búho café	Nativa
Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño	Nativa
Strigidae	<i>Megascops cooperi</i>	Tecolote de cooper	Nativa
Strigidae	<i>Megascops guatemalae</i>	Tecolote vermiculado	Nativa
Strigidae	<i>Megascops trichopsis</i>	Tecolote rítmico	Nativa

Cuadro IV. 2. 2. 9. Especies de aves reportadas para la zona

Familia	Especie	Nombre común	Distribución
Strigidae	<i>Micrathene whitneyi</i>	Tecolote enano	Nativa
Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará barrado	Nativa
Thraupidae	<i>Chlorospingus flavopectus</i>	Chinchinero común	Nativa
Thraupidae	<i>Cyanerpes cyaneus</i>	Mielero pata roja	Nativa
Thraupidae	<i>Diglossa baritula</i>	Picaflor canelo	Nativa
Thraupidae	<i>Sporophila minuta</i>	Semillero pecho canela	Nativa
Thraupidae	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de collar	Nativa
Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	Nativa
Tinamidae	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Tinamú canelo	Nativa
Trochilidae	<i>Abeillia abeillei</i>	Colibrí pico corto	Nativa
Trochilidae	<i>Amazilia beryllina</i>	Colibrí berilo	Nativa
Trochilidae	<i>Amazilia candida</i>	Colibrí cándido	Nativa
Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canela	Nativa
Trochilidae	<i>Amazilia viridifrons</i>	Colibrí frente verde	Nativa
Trochilidae	<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí yucateco	Nativa
Trochilidae	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	Nativa
Trochilidae	<i>Chlorostilbon auriceps</i>	Esmeralda mexicana	Nativa
Trochilidae	<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabras zumbón	Nativa
Trochilidae	<i>Eugenes fulgens</i>	Colibrí magnífico	Nativa
Trochilidae	<i>Eupherusa cyanophrys</i>	Colibrí oaxaqueño	Nativa
Trochilidae	<i>Heliomaster constantii</i>	Colibrí picudo	Nativa
Trochilidae	<i>Heliomaster longirostris</i>	Colibrí pico largo	Nativa
Trochilidae	<i>Lamprolaima rhami</i>	Colibrí ala castaña	Nativa
Trochilidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras pauraque	Nativa
Trochilidae	<i>Selasphorus rufus</i>	Zumbador rufo	Nativa
Trochilidae	<i>Stellula calliope</i>	Colibrí garganta rayada	Nativa
Troglodytidae	<i>Campylorhynchus jocosus</i>	Matraca del balsas	Nativa
Troglodytidae	<i>Cistothorus palustris</i>	Chivirín pantanero	Nativa
Troglodytidae	<i>Salpinctes obsoletus</i>	Chivirín saltaroca	Nativa
Troglodytidae	<i>Thryothorus felix</i>	Chivirín feliz	Nativa
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Chivirín saltapared	Nativa
Trogonidae	<i>Trogon citreolus</i>	Trogón citrino	Nativa
Turdidae	<i>Catharus guttatus</i>	Zorzal cola rufa	Nativa
Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal de swainson	Nativa
Turdidae	<i>Hylocichla mustelina</i>	Zorzal maculado	Nativa
Turdidae	<i>Turdus assimilis</i>	Mirlo garganta blanca	Nativa
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo pardo	Nativa

Cuadro IV. 2. 2. 9. Especies de aves reportadas para la zona

Familia	Especie	Nombre común	Distribución
Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquero lampiño	Nativa
Tyrannidae	<i>Contopus cinereus</i>	Pibí tropical	Nativa
Tyrannidae	<i>Contopus pertinax</i>	Pibí tengofrío	Nativa
Tyrannidae	<i>Contopus sordidulus</i>	Pibí occidental	Nativa
Tyrannidae	<i>Contopus virens</i>	Pibí oriental	Nativa
Tyrannidae	<i>Deltarhynchus flammulatus</i>	Papamoscas jaspeado	Nativa
Tyrannidae	<i>Empidonax albigularis</i>	Mosquero garganta blanca	Nativa
Tyrannidae	<i>Empidonax difficilis</i>	Mosquero californiano	Nativa
Tyrannidae	<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero mínimo	Nativa
Tyrannidae	<i>Empidonax oberholseri</i>	Mosquero oscuro	Nativa
Tyrannidae	<i>Empidonax occidentalis</i>	Mosquero barranqueño	Nativa
Tyrannidae	<i>Empidonax traillii</i>	Mosquero saucero	Nativa
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	Nativa
Tyrannidae	<i>Mitrephanes phaeocercus</i>	Mosquero copetón	Nativa
Tyrannidae	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas cenizo	Nativa
Tyrannidae	<i>Myiarchus crinitus</i>	Papamoscas viajero	Nativa
Tyrannidae	<i>Myiarchus nuttingi</i>	Papamoscas de nutting	Nativa
Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	Nativa
Tyrannidae	<i>Myiopagis viridicata</i>	Elenia verdosa	Nativa
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	Nativa
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo	Nativa
Tyrannidae	<i>Rhynchocyclus brevirostris</i>	Mosquero de anteojos	Nativa
Tyrannidae	<i>Sayornis phoebe</i>	Papamoscas fibí	Nativa
Tyrannidae	<i>Sayornis saya</i>	Papamoscas llanero	Nativa
Tyrannidae	<i>Tyrannus crassirostris</i>	Tirano pico grueso	Nativa
Tyrannidae	<i>Tyrannus forficatus</i>	Tiranotijereta rosado	Nativa
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	Nativa
Tyrannidae	<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano pálido	Nativa
Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Búho de campanario	Nativa
Vireonidae	<i>Vireo bellii</i>	Vireo de bellii	Nativa
Vireonidae	<i>Vireo cassinii</i>	Vireo de cassin	Nativa
Vireonidae	<i>Vireo gilvus</i>	Vireo gorjeador	Nativa
Vireonidae	<i>Vireo griseus</i>	Vireo ojo blanco	Nativa
Vireonidae	<i>Vireo huttoni</i>	Vireo reyezuelo	Nativa
Vireonidae	<i>Vireo hypochryseus</i>	Vireo dorado	Nativa
Vireonidae	<i>Vireo olivaceus</i>	Vireo ojo rojo	Nativa
Vireonidae	<i>Vireo plumbeus</i>	Vireo plomizo	Nativa

Cuadro IV. 2. 2. 9. Especies de aves reportadas para la zona

Familia	Especie	Nombre común	Distribución
Vireonidae	<i>Vireo solitarius</i>	Vireo anteojillo	Nativa
Vireonidae	<i>Vireolanius melitophrys</i>	Vireo pecho castaño	Nativa

### Lista de especies registradas en los muestreos de campo

Los resultados obtenidos de los muestreos de campo se presentan en el Cuadro IV.2.2.10 en donde se enlistan las especies de los diferentes grupos taxonómicos registradas dentro de los polígonos del proyecto, así como su estatus de protección. Las especies registradas a nivel SA se presentan en el Cuadro IV.2.2.11.

Cuadro IV. 2. 2. 10. Lista de especies registradas dentro de los polígonos del proyecto "Lotificación del Rancho El Tololote"

Grupo	Familia	Género	Especie	Nombre común	Categoría de protección		
					NOM-059	IUCN	CITES
Reptiles	Dipsadidae	Manolepis	<i>Manolepis putnami</i>	Culebra cabeza surcada		LC	
	Gekkonidae	Hemidactylus	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona asiática		LC	
	Phrynosomatidae	Sceloporus	<i>Sceloporus siniferus</i>	Lagartija de cola larga		LC	
	Teiidae	Aspidocelis	<i>Aspidocelis deppii</i>	Huico siete líneas		LC	
	Teiidae	Holcosus	<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija arcoiris		LC	
Aves	Cardinalidae	Cardinalis	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal Rojo		LC	
	Cathartidae	Cathartes	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura		LC	
	Cathartidae	Coragyps	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común		LC	
	Columbidae	Columbina	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga		LC	
	Columbidae	Zenaida	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas		LC	
	Cuculidae	Piaya	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo Canelo		LC	
	Momotidae	Momotus	<i>Momotus mexicanus</i>	Momoto Corona Canela		LC	
	Picidae	Campephilus	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero Pico Plateado	Pr	LC	
	Poliophtidae	Poliophtila	<i>Poliophtila albiloris</i>	Perlita Pispirria		LC	
	Psittacidae	Amazona	<i>Amazona albifrons</i>	Loro Frente Blanca	Pr	LC	II
	Psittacidae	Eupsittula	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico Frente Naranja	Pr	LC	II
	Trochilidae	Archilochus	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí Garganta Rubí		LC	II
	Trochilidae	Cynanthus	<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí Pico Ancho		LC	II
	Troglodytidae	Campylorhynchus	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	Matraca Nuca Canela		LC	
	Troglodytidae	Pheugopedius	<i>Pheugopedius felix</i>	Saltapared Feliz		LC	
	Trogonidae	Trogon	<i>Trogon citreolus</i>	Coa Citrina		LC	
	Tyrannidae	Myiarchus	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas Triste		LC	
	Tyrannidae	Myiarchus	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas Gritón		LC	
	Tyrannidae	Pitangus	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo Común		LC	

Cuadro IV. 2. 2. 10. Lista de especies registradas dentro de los polígonos del proyecto "Lotificación del Rancho El Tololote"

Grupo	Familia	Género	Especie	Nombre común	Categoría de protección		
					NOM-059	IUCN	CITES
	Tyrannidae	Tyrannus	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirirí		LC	
Mamíferos	Dasypodidae	Dasytus	<i>Dasytus novencintus</i>	Armadillo nueve bandas		LC	
	Didelphidae	Didelphis	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache		LC	
	Emballonuridae	Balantiopteryx	<i>Balantiopteryx plicata</i>	Murcielago gris de saco		LC	
	Mephitidae	Spilogale	<i>Spilogale pygmaea</i>	Zorrillo pigmeo	A	VU	

**Abreviaturas empleadas:** NOM-059: Sujetas a protección especial (Pr), Amenazadas (A), En peligro de extinción (P) y Probablemente extinta en el medio silvestre (E); IUCN: Extinta (EX), Extinta en estado silvestre (EW), En peligro crítico (CR), En peligro (EN), Vulnerable (VU), Casi amenazada (NT), Preocupación menor (LC), Datos insuficientes (DD), No evaluado (NE) (especie no evaluada para ninguna de las otras categorías); CITES: Apéndice I, Apéndice II y Apéndice III.

Cuadro IV. 2. 2. 11. Lista de especies registradas en el SA

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de protección		
				NOM-059	IUCN	CITES
Reptiles	Colubridae	<i>Trimorphodon biscutatus</i>	Culebra lira			

Cuadro IV. 2. 2. 11. Lista de especies registradas en el SA

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de protección		
				NOM-059	IUCN	CITES
	Dactyloidae	<i>Anolis nebulosus</i>	Abaniquillo pañuelo del pacifico		LC	
	Gekkonidae	<i>Hemidactylus Frenatus</i>	Besucona asiatica		LC	
	Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana mexicana de cola espinosa	A	LC	
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus siniferus</i>	Lagartija de cola larga		LC	
	Teiidae	<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija arcoiris		LC	
	Teiidae	<i>Aspidocelis deppii</i>	Huico siete líneas		LC	
Aves	Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla Gris		LC	II
	Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal Rojo		LC	
	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura		LC	
	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común		LC	
	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga		LC	
	Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca Cara Blanca		LC	
	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo Canelo		LC	
	Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Calandria Dorso Negro Mayor		LC	
	Momotidae	<i>Momotus mexicanus</i>	Momoto Corona Canela		LC	
	Parulidae	<i>Leiothlypis peregrina</i>	Chipe Peregrino		LC	
	Picidae	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero Pico Plateado	Pr	LC	
	Poliophtilidae	<i>Poliophtila albiloris</i>	Perlita Pispirria		LC	
	Poliophtilidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita Azulgris		LC	
	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro Frente Blanca	Pr	LC	II
	Psittacidae	<i>Amazona finschi</i>	Loro Corona Lila	P	EN	I
Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico Frente Naranja	Pr	LC	II	
Trochilidae	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí Garganta Rubí		LC	II	

Cuadro IV. 2. 2. 11. Lista de especies registradas en el SA

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de protección		
				NOM-059	IUCN	CITES
	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	Matraca Nuca Canela		LC	
	Trogonidae	<i>Trogon citreolus</i>	Coa Citrina		LC	
	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas Triste		LC	
	Tyrannidae	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas Gritón		LC	
	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo Común		LC	
	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirirí		LC	
Mamíferos	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote		LC	
	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache		LC	
	Leporidae	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo silvestre		LC	
	Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla vientre rojo			

**Abreviaturas empleadas:** NOM-059: Sujetas a protección especial (Pr), Amenazadas (A), En peligro de extinción (P) y Probablemente extinta en el medio silvestre (E); IUCN: Extinta (EX), Extinta en estado silvestre (EW), En peligro crítico (CR), En peligro (EN), Vulnerable (VU), Casi amenazada (NT), Preocupación menor (LC), Datos insuficientes (DD), No evaluado (NE) (especie no evaluada para ninguna de las otras categorías); CITES: Apéndice I, Apéndice II y Apéndice III.

## Índices de Diversidad de Fauna para el Área del Proyecto

En los Cuadros IV.2.2.12, IV.2.2.13 y IV.2.2.14 se presentan los índices de diversidad para reptiles, mamíferos y aves, respectivamente, obtenidos del análisis a nivel del predio y del sistema ambiental.

### Reptiles

Cuadro IV.2.2.12. Índices de diversidad de reptiles registradas en los polígonos del predio (PP) y en el sistema ambiental (SA)						
Grupo	Familia	Género	Especie	Nombre común	Registradas	
					PP	SA
Reptiles	Colubridae	Trimorphodon	<i>Trimorphodon biscutatus</i>	Culebra lira	0	1
	Dactyloidae	Anolis	<i>Anolis nebulosus</i>	Abaniquillo pañuelo del pacifico	0	1
	Dipsadidae	Manolepis	<i>Manolepis putnami</i>	Culebra cabeza surcada	1	0
	Gekkonidae	Hemidactylus	<i>Hemidactylus Frenatus</i>	Besucona asiatica	4	8
	Iguanidae	Ctenosaura	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana mexicana de cola espinosa	0	2
	Phrynosomatidae	Sceloporus	<i>Sceloporus siniferus</i>	Lagartija de cola larga	7	12
	Teiidae	Holcosus	<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija arcoiris	3	1
	Teiidae	Aspidocelis	<i>Aspidocelis deppii</i>	Huico siete líneas	3	2
Total individuos (N)					18	27
Numero total de especies (S)					5	7
Indice de Simpson $D = \sum P_i^2$					0.062	0.103
Indice Margalef $D = S-1 / \ln N$					4.401	1.517
Indice Shannon-Wiener $H = -\sum P_i * \ln P_i$					2.882	1.112

## Mamíferos

**Cuadro IV. 2. 2. 13.** Índices de diversidad de mamíferos registradas en los polígonos del proyecto (PP) y en el sistema ambiental (SA)

Grupo	Familia	Género	Especie	Nombre común	Registradas	
					PP	SA
Mamíferos	Canidae	Canis	<i>Canis latrans</i>	Coyote	0	1
	Dasypodidae	Dasyopus	<i>Dasyopus novencintus</i>	Armadillo nueve bandas	1	0
	Didelphidae	Didelphis	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	2	2
	Emballonuridae	Balantio	<i>Balantiopteryx plicata</i>	Murcielago gris de saco	5	0
	Leporidae	Sylvilagus	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo silvestre	0	1
	Mephitidae	Spilogale	<i>Spilogale pygmaea</i>	Zorrillo pigmeo	2	0
	Sciuridae	Sciurus	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla vientre rojo	0	1
<b>Total individuos (N)</b>					<b>10</b>	<b>5</b>
<b>Numero total de especies (S)</b>					<b>4</b>	<b>4</b>
<b>Indice de Simpson <math>D = \sum P_i^2</math></b>					<b>0.340</b>	<b>0.280</b>
<b>Indice Margalef <math>D = S - 1 / \ln N</math></b>					<b>1.737</b>	<b>1.864</b>
<b>Indice Shannon-Wiener <math>H = -\sum P_i * \ln P_i</math></b>					<b>1.221</b>	<b>1.332</b>

## Aves

**Cuadro IV. 2. 2. 14.** Índices de diversidad de aves registradas en los polígonos del predio (PP) y en el sistema ambiental (SA)

Grupo	Familia	Género	Especie	Nombre común	Registradas	
					PP	SA
Aves	Accipitridae	Buteo	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla Gris	0	1
	Cardinalidae	Cardinalis	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal Rojo	4	1
	Cathartidae	Coragyps	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común	9	20
	Cathartidae	Cathartes	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	6	15
	Columbidae	Columbina	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga	6	12

Columbidae	Zenaida	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas	3	0
Corvidae	Calocitta	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca Cara Blanca	0	6
Cuculidae	Piaya	<i>Piaya cayana</i>	Cuculillo Canelo	2	3
Icteridae	Icterus	<i>Icterus gularis</i>	Calandria Dorso Negro	0	2
Momotidae	Momotus	<i>Momotus mexicanus</i>	Momoto Corona Canela	3	2
Parulidae	Leiothlypis	<i>Leiothlypis peregrina</i>	Chipe Peregrino	0	1
Picidae	Campephilus	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero Pico Plateado	2	1
Poliophtilidae	Poliophtila	<i>Poliophtila albiloris</i>	Perlita Pispirria	4	2
Poliophtilidae	Poliophtila	<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita Azulgris	0	6
Psittacidae	Amazona	<i>Amazona albifrons</i>	Loro Frente Blanca	6	6
Psittacidae	Eupsittula	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico Frente Naranja	2	8
Psittacidae	Amazona	<i>Amazona finschi</i>	Loro Corona Lila	0	2
Trochilidae	Archilochus	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí Garganta Rubí	2	4
Trochilidae	Cyanthus	<i>Cyanthus latirostris</i>	Colibrí Pico Ancho	4	0
Troglodytidae	Campylorhynchus	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	Matraca Nuca Canela	3	5
Troglodytidae	Pheugopedius	<i>Pheugopedius felix</i>	Saltapared Feliz	2	0
Trogonidae	Trogon	<i>Trogon citreolus</i>	Coa Citrina	5	6
Tyrannidae	Myiarchus	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas Triste	2	5
Tyrannidae	Myiarchus	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas Gritón	5	5
Tyrannidae	Pitangus	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo Común	3	7
Tyrannidae	Tyrannus	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirirí	2	5
<b>Total individuos</b>		<b>(N)</b>		<b>75</b>	<b>125</b>

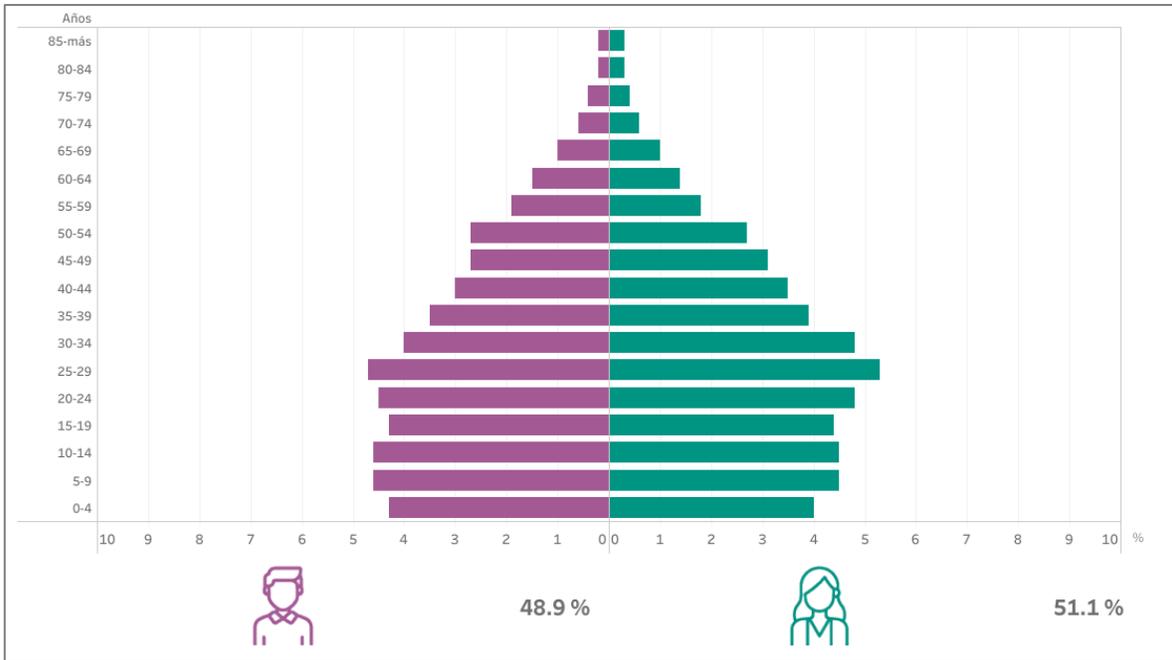
Número total de especies	(S)	20	23
Índice de Simpson	$D = \frac{1}{\sum P_i^2}$	0.062	0.075
Índice Margalef	$D = \frac{S-1}{\ln N}$	4.401	4.556
Índice Shannon-Wiener	$H = -\sum P_i * \ln P_i$	2.882	2.827

#### IV.2.3 Medio socioeconómico

##### Población

De acuerdo a la información obtenida del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2021) <sup>46</sup> la población total del municipio de Santa María Huatulco en 2020 fue 50,862 habitantes, siendo 51.1% mujeres y 48.9% hombres (Figura IV.2.3.1).

<sup>46</sup> INEGI. 2021. Resultados del Censo de Población y Vivienda 2020. Consultado en línea. <https://datamexico.org/es/profile/geo/santa-maria-huatulco?redirect=true#population>

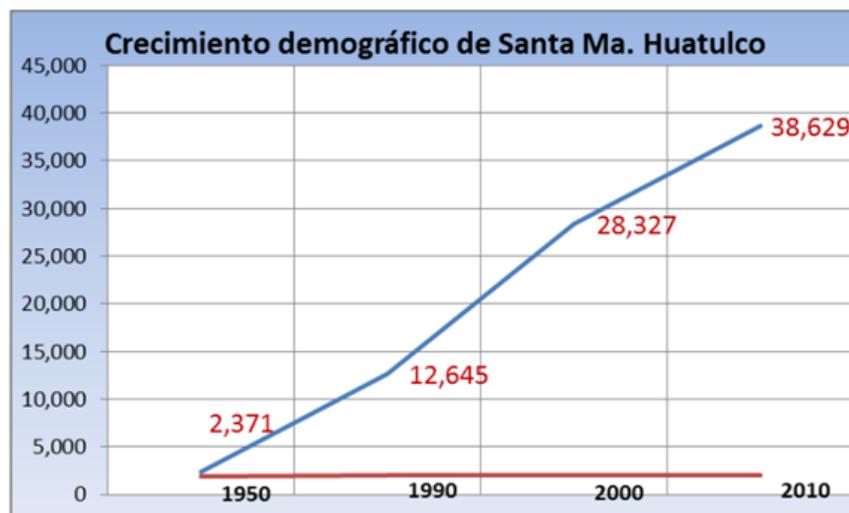


Fuente: Tomado de INEGI (2021)

**Figura IV. 2. 3. 1.** Estructura de la población por edad y sexo

Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 25 a 29 años (5,080 habitantes), 20 a 24 años (4,758 habitantes) y 5 a 9 años (4,611 habitantes). Entre ellos concentraron el 28.4% de la población total.

El municipio de Santa María Huatulco presenta uno de los ritmos de crecimiento demográfico más elevados no sólo de Oaxaca, sino del país, con una tasa anual de crecimiento de 25.4 para el periodo 1950 a 2010 pasando de 2,371 a 38,629 habitantes (Figura IV. 2. 3. 2).



**Figura IV. 2. 3. 2.** Crecimiento demográfico de Santa María Huatulco durante el periodo 1950–2010

El gran salto cualitativo se da entre 1990–2000, con un incremento de 15,682 personas en 10 años, período en que se origina el proyecto turístico Bahías de Huatulco, que propició la expropiación de 18 mil hectáreas del municipio y dio inicio a un proceso de llegada de población externa y de las demás localidades del municipio en búsqueda de oportunidades.

Sin embargo, ese crecimiento no es parejo, ya que se concentra especialmente en 4 localidades: la cabecera municipal y especialmente en La Crucecita, además del llamado Sector 3 y el Fraccionamiento El Crucero, adjuntos de hecho a la Crucecita (Figura IV. 2. 3. 3).

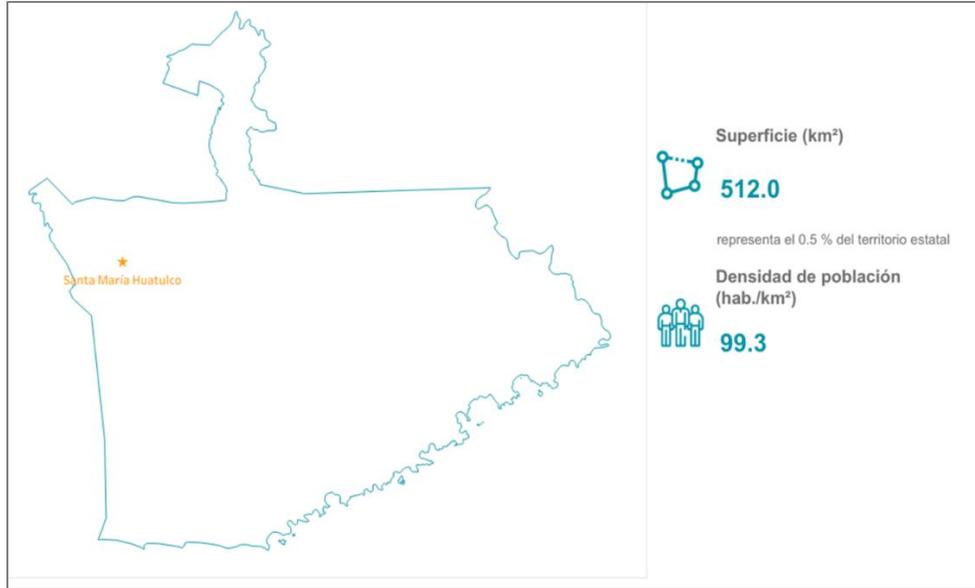
Localidad	Población	% Municipal
<b>Santa María Huatulco</b>	7,409	19.18
<b>La Crucecita</b>	15,130	39.17
<b>Sector H. Tres</b>	2,837	7.34
<b>Fraccionamiento. El Crucero</b>	1,062	2.75
<b>Total</b>	26,438	68.44
<b>Resto Municipio</b>	12,191	31.56
<b>Municipio</b>	38,629	100.00

*Fuente: Tomado de INEGI (2021)*

**Figura IV. 2. 3. 3.** Distribución actual de la población en el municipio de Santa María Huatulco

Distribución territorial

El municipio cuenta con una superficie de 512 km<sup>2</sup>, resultando una densidad de población de 99.3 habitantes por kilómetro cuadrado, pero bajo características heterogéneas debidas a la desigual distribución municipal de la población (Figura IV. 2. 3. 4).



Fuente: Tomado de INEGI (2021)

**Figura IV.2.3.4.** Densidad poblacional

Aunque el municipio cuenta con 85 localidades, la población se concentra principalmente en 3 localidades: La Crucecita, la cabecera municipal y Sector H tres (Figura IV.2.3.5).

Total de localidades	
<b>85</b>	
Localidades con mayor población	
Crucecita	19 252
Santa María Huatulco	10 504
Sector H Tres	4 837

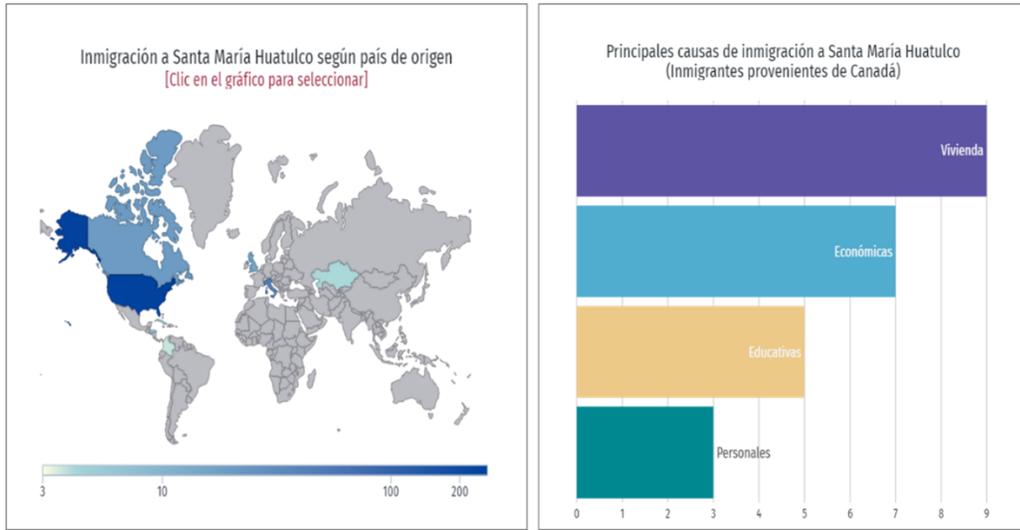
Fuente: Tomado de INEGI (2021)

**Figura IV.2.3.5.** Distribución territorial actual de la población dentro del municipio

### Inmigración Extranjera

La mayor cantidad de migrantes que ingresó a Santa María Huatulco en los últimos 5 años provino de Estados Unidos (264 personas), Italia (51 personas) y Canadá (24 personas). Siendo las principales causas de migración a Santa María Huatulco en los últimos años fueron familiares

(138 personas), vivienda (99 personas) y económicas (71 personas) (Figura IV. 2. 3. 6).

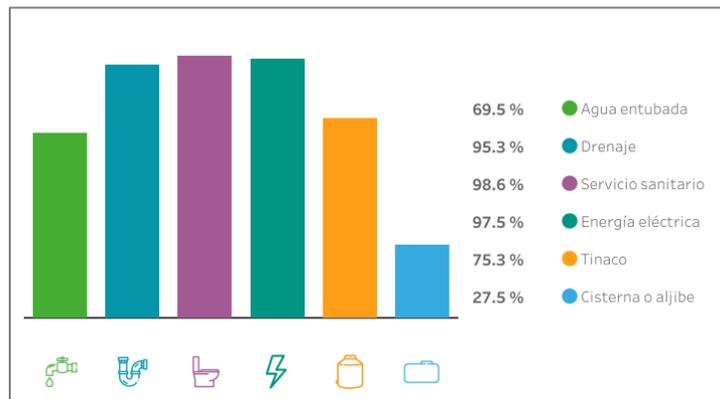


Fuente: Tomado de INEGI (2021)

Figura IV. 2. 3. 6. Inmigración extranjera a Santa María Huatulco

### Vivienda

El total de viviendas particulares habitadas para 2020 fue de 15, 170 lo que representa el 1.3% del total estatal. Con un promedio de 3.3 ocupantes por vivienda (Figura IV. 2. 3. 7).

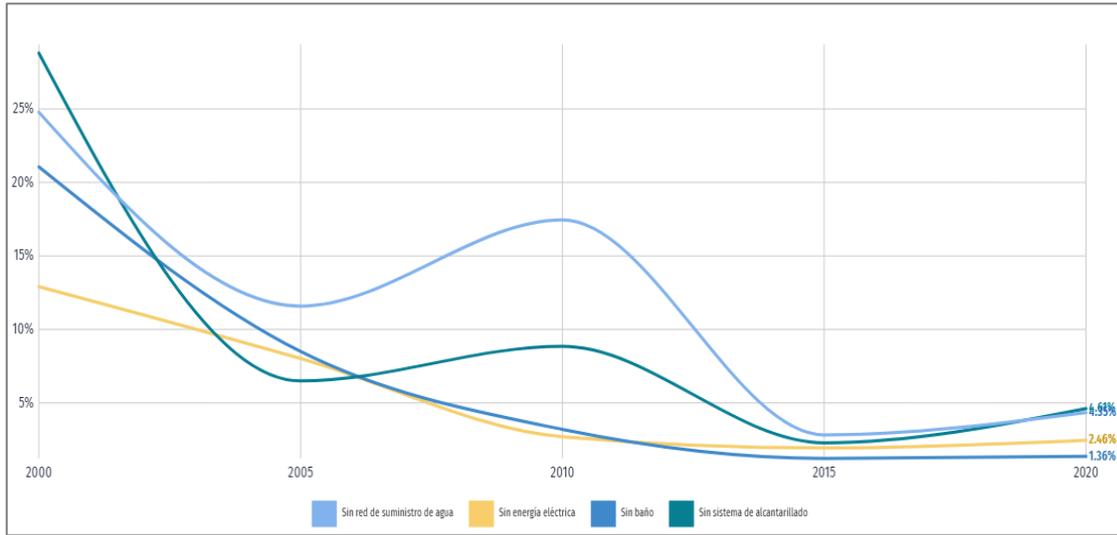


Fuente: Tomado de INEGI (2021)

Figura IV. 2. 3. 7. Disponibilidad de servicios y equipamiento

Para 2020 la población sin acceso a agua entubada en el municipio fue de casi el 30%. Mientras que la población sin servicios de electricidad representa únicamente el 2.46% del total. La Figura IV.2.3.8 muestra la

evolución porcentual de la población sin accesos a servicios básicos entre 2000 y 2020.



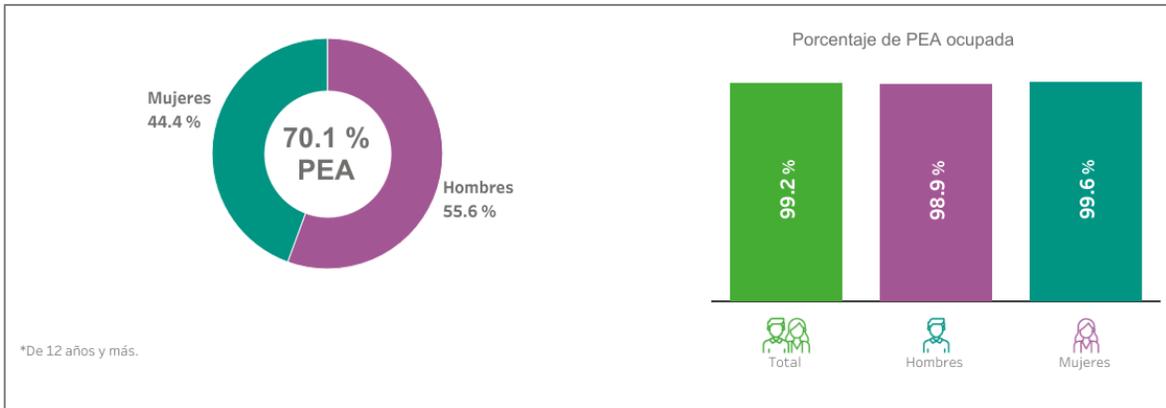
Fuente: Tomado de INEGI (2021)

**Figura IV.2.3.8.** Acceso a servicios básicos en Santa María Huatulco (2000–2020)

En 2020, 4.61% de la población en Santa María Huatulco no tenía acceso a sistemas de alcantarillado (2.35k personas), 4.35% no contaba con red de suministro de agua (2.21k personas), 1.36% no tenía baño (691 personas) y 2.46% no poseía energía eléctrica (1.25k personas).

### Características económicas

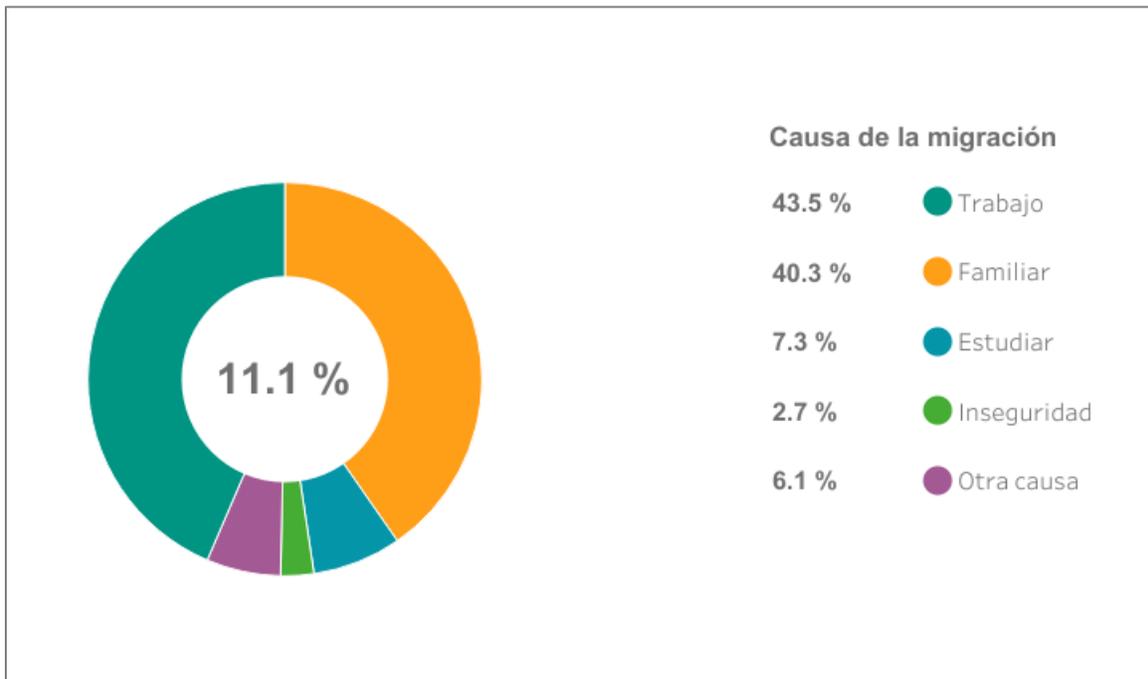
Para el año 2020 se registró que dentro de la población económicamente activa del municipio, de los cuales 44% son mujeres, mientras que el 56% son hombres (Figura IV.2.3.9).



Fuente: Tomado de INEGI (2021)

Figura IV. 2. 3. 9. Población económicamente activa (PEA)

### Migración



Fuente: Tomado de INEGI (2021)

Figura IV. 2. 3. 10. Población con lugar de residencia en marzo de 2015 distinto al actual

#### IV. 2. 2. 4 Paisaje

El paisaje debe ser considerado en sus elementos físicos conformantes de fácil percepción: cobertura vegetal, pendientes, cursos de agua, etc. siendo entonces una visión ecosistémica. El paisaje contiene, intrínsecamente, una componente visual y, por tanto, una dimensión perceptiva, este aspecto es un paso inicial para llegar a su entendimiento y explicación. Así, el paisaje puede considerarse definido por el entorno visual del punto de observación y caracterizado por los elementos que pueden ser percibidos visualmente por el ser humano (relieve, tipo y estructura de las formaciones vegetales, etc.).

El sitio específico donde se pretende desarrollar el proyecto corresponde, en su mayor parte a terrenos dedicados anteriormente al cultivo de papaya, calabaza, jamaica y maíz; y que actualmente se encuentran en desuso. Este abandono de los terrenos ha permitido el desarrollo de acahuales en las zonas más bajas del predio donde es posible encontrar una estructura vertical de la vegetación prácticamente homogénea con alturas que van de los 6 a 8 m conformada por especies propias de vegetación secundaria de selva mediana caducifolia (Figura IV. 2. 2. 4. 1).



**Figura IV.2.2.4.1.** Vista general del polígono A

Al norte del predio (Polígono B), en el cual se presentan elevaciones irregulares llegando a alcanzar hasta los 170 msnm, es posible diferenciar dos estratos, el primero conformado por individuos de hasta 6 m y el segundo compuesto por elementos arbóreos de 12 m de altura promedio. En el límite S del polígono B se observa el cauce de un arroyo intermitente (Figura IV.2.2.4.2).

**Figura IV.2.2.4.2.** Vista general del polígono B

En los alrededores se encuentran asentamientos humanos, por lo que la implementación del proyecto no modificara significativamente el paisaje que se encuentra en proceso de urbanización. Derivado de las actividades agrícolas que anteriormente se llevaban a cabo, gran parte tanto de los polígonos del proyecto como en las áreas aledañas a este presentan vegetación secundaria o de acahual. Los terrenos aledaños al área de estudio corresponden a asentamientos humanos, por lo que es posible encontrar una gran actividad y frecuencia de presencia humana en la zona (Figura IV.2.2.4.3).



**Figura IV.2.2.4.3.** Vista general de la localidad donde se inserta el área del proyecto

Al ser un componente subjetivo, la evaluación del paisaje se hace complicada, por lo que es necesario la aplicación y uso de criterios. Los criterios que se han empleado en este estudio para describir y evaluar al paisaje fueron:

1. Visibilidad. Entendida como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada.
2. Calidad paisajística. Se entiende por calidad de un paisaje «el grado de excelencia de éste, su mérito para no ser alterado o destruido o de otra manera, su mérito para que su esencia y su estructura actual se conserve. Incluye tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, la calidad visual del entorno inmediato y la calidad del fondo escénico.
3. La fragilidad del paisaje. Es la susceptibilidad de un territorio al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él; es la expresión del grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones. Es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos. Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático) y morfológicos

(tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

4. Frecuencia de la presencia humana. No es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es superior en el segundo caso.
5. Singularidades paisajísticas. Se refiere a la presencia de elementos sobresalientes de carácter natural o artificial.

En el Cuadro IV.2.2.4.1 se presenta un análisis del paisaje, basado en estos criterios.

Cuadro IV.2.2.4.1. Análisis del paisaje en el área de estudio		
Criterio	Calificación	Sustento
Visibilidad	Alta	El campo visual y la percepción del paisaje desde el camino de acceso en el interior del predio permite observar un paisaje con lomeríos suaves y vegetación que en época de lluvias cubre la visibilidad debido a la presencia de follaje denso, sin embargo en época de estiaje, los arboles carecen de hojas permitiendo ampliar el campo de visual hacia el interior de los polígonos donde se pretende desarrollar el proyecto.
Calidad paisajista	Media	El sitio específico donde se pretende desarrollar el proyecto corresponde, en su mayor parte a terrenos dedicados anteriormente al cultivo y actualmente en desuso. En los alrededores se encuentran asentamientos humanos, por lo que la implementación del proyecto no modificara significativamente el paisaje que se encuentra en proceso de urbanización.
Fragilidad del paisaje	Baja	Derivado de las actividades agrícolas que anteriormente se llevaban a cabo, gran parte tanto de los polígonos del proyecto como en las áreas aledañas a este presentan vegetación secundaria o de acahual, por lo que el paisaje presenta una fragilidad baja.

**Cuadro IV. 2. 2. 4. 1. Análisis del paisaje en el área de estudio**

Frecuencia de la presencia humana	Alta	Los terrenos aledaños al área de estudio corresponden a asentamientos humanos, por lo que es posible encontrar una gran actividad y frecuencia de presencia humana en la zona.
Singularidades paisajistas	Baja	No hay singularidades paisajísticas

### IV. 3. SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PROPUESTO.

Los servicios ambientales o ecosistémicos son los beneficios intangibles cuya utilización es indirecta y que los diferentes ecosistemas ponen a disposición de la sociedad, ya sea de manera natural o por medio de su manejo sustentable <sup>47</sup>. En consecuencia, la base de los servicios ambientales se halla en los componentes y procesos que integran los ecosistemas.

De acuerdo a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, los Servicios ambientales pueden ser servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales. Entre los principales servicios ambientales destacan: La regulación del clima y amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales, la provisión de agua en calidad y cantidad suficientes, la generación de oxígeno, el control de la erosión, así como la generación, conservación y recuperación de suelos; la captura de carbono y la asimilación de diversos contaminantes; la protección de la biodiversidad, la polinización de plantas y el control biológico de plagas, degradación y el reciclaje de desechos orgánicos, la belleza del paisaje y la recreación.

Bajo este contexto, en el Cuadro IV.3.1 se enlistan los Servicios Ambientales que el ecosistema proporciona en el SA así como en el predio donde pretende llevarse a cabo la implementación del proyecto.

**Cuadro IV. 3. 1. Servicios Ambientales que proveen los ecosistemas presentes en el SA**

<sup>47</sup> SEMARNAT. 2003. Introducción a los Servicios Ambientales.

- Regulación del clima y el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales
- Provisión de agua en calidad y cantidad suficientes
- Generación de oxígeno
- Captura de carbono
- Control de la erosión
- Generación, conservación y recuperación de suelos
- Protección de la biodiversidad
- Belleza del paisaje y la recreación

Para incluir el concepto de Servicios Ambientales en la toma de decisiones, resulta de vital importancia identificar la escala espacial y temporal en la cual son generados y aprovechados (Martín-López *et al.*, 2009)<sup>48</sup>. Dada la estructura del paisaje y características de los procesos ecológicos involucrados, los servicios son suministrados y aprovechados a diferentes escalas espacio temporales. El estudio y comprensión de estas escalas es importante para determinar quiénes pueden beneficiarse de la provisión de un servicio en particular y, consecuentemente, otorgarle un valor.

Por lo que, en este estudio, se realizó un análisis de la afectación puntual que se generara por el cambio de uso del suelo en terrenos forestales que se solicita para el proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote” indicando el marco de referencia para aquellos servicios ambientales que puedan ser cuantificables y que actualmente brinda la superficie forestal existente en el predio.

El predio donde se pretende realizar el proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote”, se encuentra en la parte baja de la microcuenca, en un área con vegetación de selva mediana caducifolia con presencia de vegetación secundaria, debido a las actividades agrícolas que anteriormente se realizaban. Se considera que la afectación a los servicios ambientales que pudieran originarse por la implementación del proyecto, va a ser a nivel puntual y no se pondrá en riesgo los servicios ambientales dentro del SA.

---

<sup>48</sup> Martín-López, B., E. Gómez-Baggethun, J.A. González, P. Lomas y C. Montes. 2009. The assessment of ecosystem services provided by biodiversity: re-thinking concepts and research needs. En: Aronoff, J.B. (Ed.) Handbook of Nature Conservation: Global, Environmental and Economic Issues. Nova Science Publishers, New York, 261-282 pp.

En el Cuadro IV.3.2. se presenta el análisis de la afectación a los Servicios ambientales que la implementación del proyecto pudiera generar.

<b>Cuadro IV.3.2. Análisis de la afectación a Servicios Ambientales por el proyecto</b>	
<b>Servicio</b>	<b>Afectación</b>
Regulación del clima y el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales	En general, la zona donde se ubica el proyecto está catalogada como una zona de riesgo por la afectación fenómenos de origen hidrometeorológico, cuyas probabilidades de ocurrencia no se incrementarán o modificarán por causa de la implementación del proyecto.
Provisión de agua en calidad y cantidad suficientes	<p>Se considera que la afectación de este servicio ambiental, por la implementación del proyecto, va a ser a nivel puntual, y no se pondrá en riesgo este servicio ambiental dentro del SA en que se encuentra el predio, toda vez que la infiltración de agua para la recarga de los acuíferos continuará realizándose. La cantidad de agua que se captura en la superficie solicitada para CUSTF es estimada a través del Coeficiente de escurrimiento (Ce) y la evotranspiración calculada.</p> <p>Al comparar las capturas de agua se determina que la remoción de la vegetación reduciría la capacidad de captura de agua en el predio hasta un (34%) por debajo de la condición que se tiene en el escenario actual. Sin embargo, la aplicación de medidas de mitigación propuestas en este DTU disminuye de manera significativa el efecto. Por otro lado, el SA del proyecto que tiene una superficie de 130 861 215.28 de m<sup>2</sup>, presenta suelos altamente permeables, por lo cual es posible inferir</p>

Cuadro IV.3.2. Análisis de la afectación a Servicios Ambientales por el proyecto	
Servicio	Afectación
	que los mantos freáticos mantendrán condiciones de ingreso de agua aún con la implementación del proyecto, en un predio que representa 0.04% de la superficie del SA, por lo que el impacto es puntual.
Captura de carbono	De acuerdo a los cálculos realizados en función de la superficie y del tipo de vegetación que actualmente sustenta el sitio donde se pretende implementar el proyecto, se estimó un total de 181.94 toneladas anuales de captura de carbono, las cuales, considerando una remoción total de la vegetación en el predio se estarían perdiendo por el cambio de uso de suelo. Sin embargo, es preciso mencionar que tal escenario no considera las áreas verdes que habrán de mantener vegetación, así como la plantación de nuevos individuos, lo cual continuará con la captura de carbono a nivel SA y que por lo tanto resultarán en una pérdida menor a la estimada en este análisis.
Control de la erosión Generación, conservación y recuperación de suelos	En función de la vegetación, se incrementa la protección del suelo, se frena la escorrentía y se facilita la infiltración. Los componentes radiculares contribuyen a aumentar la resistencia mecánica del suelo, y la presencia de materia orgánica, ofrece estabilidad, rugosidad y porosidad, lo que supone un aumento en la capacidad de infiltración. Al perder los suelos su cobertura natural se presenta, en seguida, una serie de cambios que repercuten de manera negativa en la fertilidad y la productividad natural del suelo.

**Cuadro IV.3.2. Análisis de la afectación a Servicios Ambientales por el proyecto**

Servicio	Afectación
Protección de la biodiversidad	Este es uno de los servicios mayormente afectados, aunque de manera puntual, sin embargo, esta afectación no pondrá en riesgo la riqueza, composición o diversidad a nivel del Sistema Ambiental, así mismo no se pondrá bajo amenaza ninguna población de flora o fauna. La adecuada aplicación de las medidas de mitigación aquí propuestas reducirán significativamente la afectación a individuos través de su protección y reubicación fuera del área afectar.

**Provisión de Agua en calidad y cantidad suficientes**

Con el fin de realizar un análisis de valoración de este servicio ambiental en las áreas forestales propuestas para CUSTF en el proyecto, se estimó la cantidad de agua que capturan dichas superficies con base en la siguiente fórmula:

$$\text{Captura de agua} = \text{Agua que precipita} - \text{Agua que escurre} - \text{Evapotranspiración}$$

*Agua que precipita*

Se obtuvo un promedio de precipitación anual con base en los valores promedio de precipitación (periodo 1951-2010) obtenido de los datos publicados por la Comisión Nacional del Agua en la estación meteorológica más cercana al proyecto, el cual es de 1,332 mm anuales.

*Escurrimiento*

El cálculo de escurrimiento se realizó con base a la NOM-011-CONAGUA-2015 Conservación del recurso agua, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. El Coeficiente (Ce) de escurrimiento se estimó en función del tipo y uso de suelo y del volumen de precipitación anual, de la cuenca en estudio.

De acuerdo a esto, al tratarse de un área con cobertura superior al 75% y suelos permeables el valor de K es de 0.07 (Cuadro IV.3.2) Como K es menor que 0.15 el Coeficiente de escurrimiento anual (CE) se determina a través de la siguiente ecuación:

$$Ce = K (P-250) / 2000$$

Entonces tenemos que:

$$Ce = 0.07 (1332-250)/2000$$

$$Ce = 75.74/2000 = 0.0379$$

Cuadro IV.3.2. Valores de K en función del tipo y uso de suelo			
TIPO DE SUELO	CARACTERÍSTICAS		
A	Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos		
B	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos		
C	Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas		
USO DEL SUELO	TIPO DE SUELO		
	A	B	C

Cuadro IV.3.2. Valores de K en función del tipo y uso de suelo

TIPO DE SUELO	CARACTERÍSTICAS		
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0,26	0,28	0,30
Cultivos:	0,24	0,27	0,30
En Hilera	0,24	0,27	0,30
Legumbres o rotación de pradera			
Granos pequeños			
Pastizal:	0,24	0,27	0,30
% del suelo cubierto o pastoreo	0,14	0,20	0,28
Más del 75% - Poco -	0,20	0,24	0,30
Del 50 al 75% - Regular -	0,24	0,28	0,30
Menos del 50% - Excesivo -			
Bosque:	0,07	0,16	0,24
Cubierto más del 75%	0,12	0,22	0,26
Cubierto del 50 al 75%	0,17	0,26	0,28
Cubierto del 25 al 50%	0,22	0,28	0,30
Cubierto menos del 25%	0,26	0,29	0,32
Zonas urbanas	0,27	0,30	0,33
Caminos	0,18	0,24	0,30
Pradera permanente			

### Evapotranspiración

La evapotranspiración se calculó a partir de la siguiente ecuación:

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + P^2/L^2}}$$

Donde:

ETR= evapotranspiración real (mm/año)

P= Precipitación (mm/año)

L=  $300 + 25t + 0.05t^3$

t= temperatura media anual (° C)

Sustituyendo en la formula tenemos que los datos de precipitación y temperatura media anual para el área de estudio tenemos que  $P = 1332$  mm y  $t = 26.6$  ° C, por lo que:

$$x = \frac{1332}{\sqrt{0.9} + (3860.62)}$$

$$x = \frac{1332}{1.4370433}$$

Por lo que, la evapotranspiración estimada para la zona del proyecto es de 926.9 mm/año.

*Considerando que:*

**Captura de agua = Agua que precipita - Agua que escurre - Evapotranspiración**

La captura de agua que actualmente se tiene en el sitio del proyecto = 1332 mm/año - (1332(0.0379)) - 926.3 mm/año.

Esto es: 1332 - 50.5 - 926.3 = **355.2 mm/año**

Bajo un escenario con proyecto y sin aplicación de medidas de mitigación se tendría que, el valor de K, considerando áreas incultas y desnudas de alta permeabilidad, sería de 0.26. Como K es mayor que 0.15 el Coeficiente de escurrimiento anual (CE) se determina a través de la ecuación:

$$C_e = K (P-250) / 2000 + (K-0.15)/1.5$$

*De esta forma:*

$$C_e = 0.26 (1332-250)/2000 + (0.26-0.15)/1.5$$

$$C_e = 0.26 (1082)/2000 + (0.11)/1.5 = 0.14066 + 0.07333 = \mathbf{0.21399}$$

Por lo que la captura de agua bajo este escenario es: 1332 - (1332(0.21399)) - 926.3 = 1332 - 285 - 926 = **121 mm/año**

### Captura de Carbono

El dióxido de carbono atmosférico (CO<sub>2</sub>) es absorbido por los árboles mediante la fotosíntesis, y es almacenado en forma materia orgánica (biomasa-madera). El CO<sub>2</sub> regresa de manera natural a la atmósfera mediante el proceso fotosintético en los árboles y las plantas y por descomposición de la materia orgánica muerta en los suelos (oxidación). Los ecosistemas tropicales representan una opción para mitigar las emisiones de los gases con efecto invernadero, ya que tienen la capacidad

de almacenar y fijar el carbono emitido a la atmosfera debido, entre otras cosas, al rápido ritmo de sucesión y el elevado consumo neto de CO<sub>2</sub>. De acuerdo al Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)<sup>49</sup> el carbono total unitario de selvas manejadas es de 239-279 tC/ha, con un secuestro neto de carbono que va de 148 a 182 tC/ha (Figura IV.3.3).

Opción	Carbono en veget. (tC/ha)	Carbono en veget. Aérea (tC/ha)	Carbono en materia en desc. (tC/ha)	Carbono en el suelo (tC/ha)	Carbono en prod. (tC/ha)	Carbono sustit. (tC/ha/año)	Carbono total unitario (tC/ha)	Secuestro neto de C	
								Alta (tC/ha)	Baja (tC/ha)
<i>Conservación</i>								Emisiones evitadas de carbono	
Áreas naturales protegidas									
Bosque de pino	56	43	4	109-120	n.d.	n.d.	169-180	86	50
Bosque de encino	39	30	3	30-120	n.d.	n.d.	72-162	69	33
Selva alta	44	120	20	66-115	n.d.	n.d.	230-279	173	113
Selva baja	68	42	7	30-100	n.d.	n.d.	104-174	87	57
Bosques manejados									
Bosque	97	74	8	109-120	9	n.d.	222-233	134	98
Selva	44	120	20	66-115	9	n.d.	239-279	182	148
Estufas mejoradas								tC/est/año 1.0	tC/est. 42

Fuente: Tomado de INECC, 2007

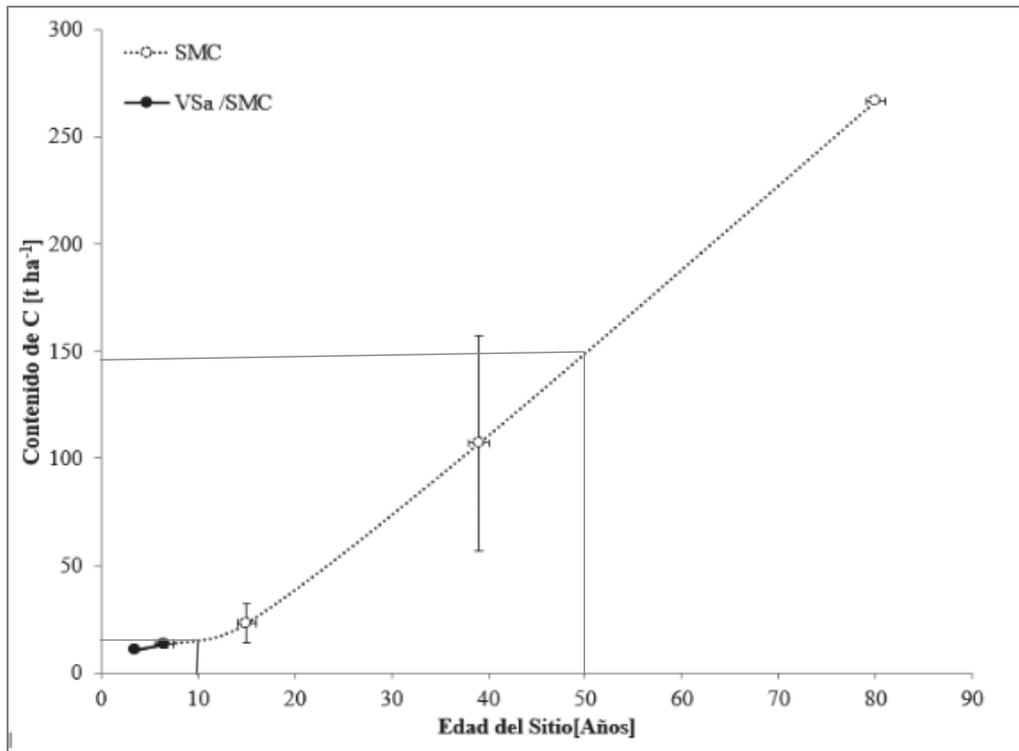
**Figura IV.3.1.** Captura unitaria de carbono por opción de mitigación en bosques

Las selvas caducifolias en México se desarrollan en climas trópico húmedo y subhúmedo, en condiciones de anegación total del suelo en la temporada de lluvias pero que se seca durante el estiaje, y constituyen el límite térmico e hídrico de los tipos de vegetación de las zonas cálido-húmedas. Se encuentran a lo largo de la costa del Pacífico (hasta el sur de Sonora en su límite norte), a lo largo de las faldas bajas y los cañones de la vertiente del Pacífico de la Sierra Madre Occidental, en las planicies, llanuras y otras zonas bajas e inundables de la Península de Yucatán y el sur de Veracruz y Tabasco. Se presentan en zonas con promedio de temperatura anual superior a 20 ° C y precipitación anual de 1200 mm como máximo, aunque usualmente son del orden de 800 mm, con una temporada seca que puede durar hasta 7 u 8 meses (Challenger y Soberón, 2008).

Los contenidos de C en cronosecuencias para la vegetación de selva baja caducifolia (SBC), se muestra en la figura 6. Esta selva presenta baja

<sup>49</sup> INECC. 2007. Emisiones y Captura de Carbono en México. Consultado en línea octubre 2021. Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/296/cap3.html>

altura de sus componentes arbóreos (normalmente, de 4 m a 10 m y, muy eventualmente, de hasta 15 m o poco más). El estrato herbáceo es bastante reducido y solo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Este tipo de vegetación es un importante centro de diversidad y endemismo de diferentes especies de *Bursera* y Fabaceae (Inegi, 2009). Las selvas medianas caducifolias (SMC) se desarrollan en suelos que presentan mejores condiciones de humedad que los de la SBC. Challenger y Soberón (2008) consideraron que la vegetación de las SMC es resultado de siglos de explotación desde la época de los mayas, lo que le da un aspecto secundario. Los contenidos de C en cronosecuencias para este tipo de vegetación se observan en la Figura IV.3.2.



Tomado de: Casiano-Domínguez et al., 2018  
**Figura IV.3.2.** Conteos de C en cronosec

uencias para la vegetación de selva mediana caducifolia (SMC) y vegetación secundaria de SMC.

Por su parte, Rodríguez-Laguna *et al.*, 2008<sup>50</sup> reportan un promedio de 778.8 ind ha<sup>-1</sup> y 1655 renuevos ha<sup>-1</sup> en un bosque tropical subcaducifolio, los cuales capturan 94.6 t C ha<sup>-1</sup>, de las cuales 68.5 t se encuentran

<sup>50</sup> Rodríguez-Laguna, R., J. Jimenez-Perez, J. Mesa-Rangel, O. Aguirre-Calderón y R. Razo-Zarate. 2008. Carbono contenido en un bosque tropical subcaducifolio en la reserva de la biosfera el cielo, Tamaulipas, Mexico. Revista Latinoamericana de Recursos Naturales 4: 2015-222.

almacenadas en fustes, ramas y hojas, en raíces se encuentran 13.7 t, en hojarasca se almacenan 10.8 t, mientras que en renuevos y necromasa se almacenan 0.9 y 0.7 t C ha<sup>-1</sup> respectivamente. El valor obtenido en dicho estudio, es mayor al que reporta de forma general la SEMARNAT (2004) para bosques degradados, estos almacenan menos de 80 tC ha<sup>-1</sup>, es probable que el resultado se deba a la inaccesibilidad y a la alta densidad de individuos por unidad de superficie principalmente en el segundo estrato.

#### *Otro método para estimación de CO<sub>2</sub>*

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 volumen se estimó con base en el volumen por hectárea reportado en el capítulo 2 de este estudio, donde se indicó un volumen de 128.12 m<sup>3</sup>/ha

*De esta forma tenemos que:*

$$CCC= 128.12 \text{ m}^3 / \text{ha} * 0.60 * 0.45 = 34.59$$

Este resultado indica que la cantidad de carbono almacenado en la vegetación arbórea que se pretende remover con motivo del cambio de uso de suelo, es de 181.94 t. Es importante considerar que la afectación a este servicio contempla la aplicación de medidas de mitigación de tipo compensatorio, por lo que la aplicación de un programa de rescate y reubicación de vegetación, así como un programa de reforestación contemplado en este estudio contribuirá a reestablecer las condiciones para que a mediano plazo se tengan las condiciones para capturar el C que se perdería por el cambio de uso de suelo pretendido en este proyecto. Asimismo, es importante considerar que, por las dimensiones del proyecto y su influencia en el SA, ya que el impacto ambiental ocasionado por el cambio de uso de suelo será puntal, siempre y cuando las medidas de mitigación sean ejecutadas correctamente en tiempo y forma, no afectará este servicio a nivel de SA.

### **Control de la erosión**

#### **Generación, conservación y recuperación de suelos**

El riesgo de erosión o erosión potencial se define como el efecto combinado de los factores causales de la erosión (lluvia, escurrimiento, suelo y topografía). Para estimar la erosión de los suelos se ha utilizado la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE, por sus siglas en inglés) (Wischmeier y Smith 1965, 1978) 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. 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 utilizó la ecuación:

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

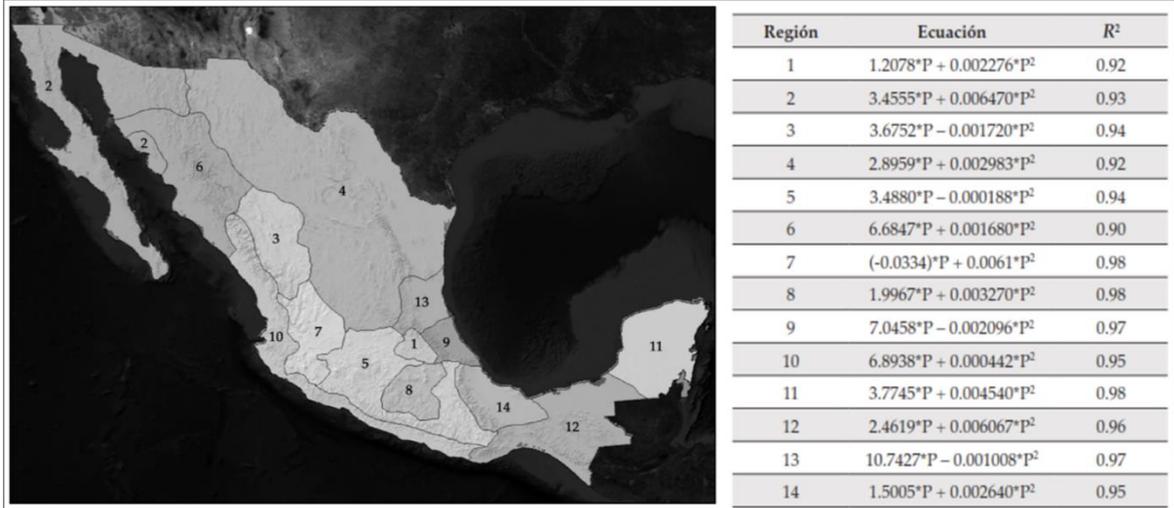
*Donde:*

- A = tasa de erosión anual (ton/ha/año)  
 R = factor de erosividad de la lluvia (MJ. mm/ha.h)  
 K = factor de erodabilidad del suelo (ton.h/ MJ.mm)  
 LS = factor topográfico longitud-pendiente  
 C = factor de vegetación y cultivo  
 P = factor de prácticas conservación.

### ***Factor R***

El factor R representa, para un área específica, la energía potencial de la lluvia y su escurrimiento asociado; es el factor de tipo climático que indica el potencial erosivo de las precipitaciones. Normalmente este factor es determinado con los datos de lluvia, es decir, se obtiene la intensidad máxima de lluvia en treinta minutos consecutivos ( $I_{30}$ ) y se determina la energía cinética asociada ( $E_c$ ). El producto de ambas es la erosividad de la lluvia. Debido a la carencia de información relativa a la intensidad en periodos de tiempo tan cortos, se optó por la metodología descrita a continuación. A partir de la Precipitación Media Anual (PMA) se aplicaron las ecuaciones de erosividad asociadas con las 14 diferentes regiones de la república mexicana (figura 2 y cuadro 2) determinadas por Cortés (Becerra, 1997). La contribución más importante relativa a la estimación del presente factor consiste en el empleo del arreglo regular de precipitación de Agroasemex con datos diarios de 1979 a 2007 (Agroasemex, 2008), para la estimación de la PMA. Dicho arreglo ha sido creado mediante la metodología de interpolación de Cressman. El método se basa en la corrección de un campo preliminar de precipitación modelada que es corregido a partir de los registros de precipitación (Cressman, 1959) presentes en la base de CLICOM y GASIR. El producto final consiste en un arreglo de datos diarios con resolución espacial de 20 km. A diferencia del método de polígonos de Thiessen, no es necesario seleccionar aquellas estaciones que tienen un registro largo para realizar análisis de variabilidad en el tiempo. Cressman permite aprovechar todos los registros encontrados en un día dado, sin importar la existencia de un registro histórico largo en las estaciones incluidas. Además, sus dimensiones son regulares, por lo cual se espera que el

método ofrezca una mejor representación de la variabilidad espacial y temporal del campo de precipitación. De esta manera se han estimado ecuaciones regionalizadas para la república mexicana (Becerra, 1997).



Fuente: Tomado de Montes-Leon et al., 2011<sup>51</sup>

**Figura IV.3.3.** Regionalización Nacional de factor R y ecuaciones regionalizadas para la República mexicana (Becerra, 1997).

De esta forma y considerando que el proyecto se ubica en la región 12 la ecuación utilizada es la siguiente:

$$2.4619 \cdot P + 0.006067 \cdot P^2$$

Con base a esto para estimar R, tenemos que:

$$R = 2.4619 \cdot P + 0.006067 \cdot P^2$$

Donde:

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

P = Precipitación media anual

<sup>51</sup> Montes-León. M.A.L., E.M. Uribe-Alcantara y E. García-Celis. 2011. Mapa Nacional de Erosión Potencial. Tecnología y Ciencias del Agua 1: 5-17.

Considerando que la Precipitación Media Anual en la zona del proyecto es de 1332 mm, tenemos que:

$$R = 2.4619 (1332) + 0.006067 * (1,774,224)$$

$$R = 3279.5 + 10,764.21 = \mathbf{14,043.7 \text{ Mj/ha mm/hr}}$$

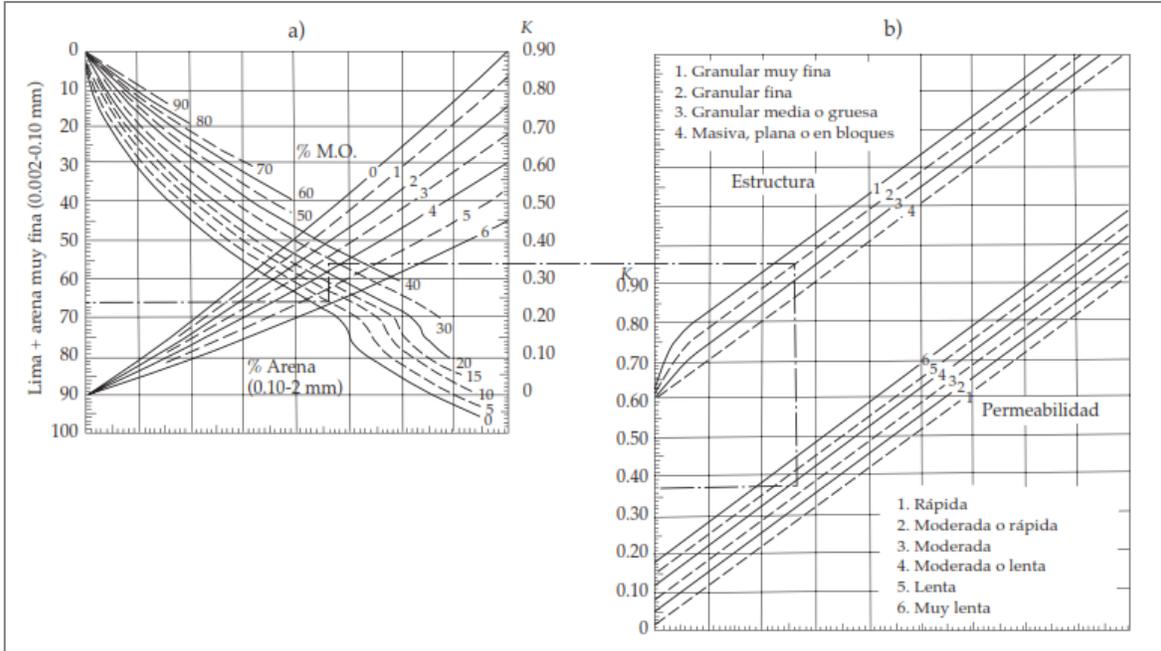
### ***Factor K***

El factor  $K$  indica el grado de susceptibilidad o resistencia de un horizonte específico del suelo a la erosión. La erodabilidad del suelo es una propiedad compleja y se concibe como la facilidad con la cual es desprendido por: 1) el salpicado de las gotas durante un evento de lluvia, 2) el flujo superficial o 3) por la acción de ambos fenómenos. Sin embargo, desde un punto de vista más cuantitativo, la erodabilidad del suelo puede entenderse como el cambio en la pérdida de suelo por unidad de fuerza o energía externa aplicada (Montes, 2002)<sup>52</sup>.

La erodabilidad representa un valor promedio integral anual de la pérdida de suelo en respuesta a procesos de erosión e hidrológicos, entre los que destaca lo siguiente: el desprendimiento y transporte por el impacto de las gotas de lluvia y el escurrimiento superficial; la depositación localizada debida a la topografía natural e inducida por las operaciones de labranza, y la infiltración del agua en el perfil del suelo.

Tradicionalmente, la metodología usada para la determinación de dicho factor es el nomograma de Wischmeier y Smith (Figura IV.3.4.), el cual toma en cuenta ciertas propiedades del suelo, como contenido de materia orgánica, contenido de arenas, contenido de limos, estructura y permeabilidad, entre otras.

<sup>52</sup> Montes-León. M.A.L., E.M. Uribe-Alcantara y E. García-Celis. 2011. Mapa Nacional de Erosión Potencial. Tecnología y Ciencias del Agua 1: 5-17.



Fuente: Tomado de Montes-Leon et al., 2011<sup>53</sup>

**Figura IV. 3. 4.** Nomograma de Wischmeier y Smith para el calculo del factor K (Renard, 1997).

Para el presente estudio y debido a que no se cuenta con información detallada y completa para el empleo de la metodología tradicional, se aplicó la metodología descrita a continuación, conocida como la metodología de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Para la determinación de este factor fue empleada la información edafológica más reciente del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI): Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1:250,000, Serie II (Continuo Nacional), que contiene información actualizada durante el periodo 2002-2006 (INEGI, 2007). Se emplea la clasificación de suelos del WRB (*World Reference Base for Soil Resources*), reporte número 84 (FAO, 2006), publicado por la Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo (SICS), del Centro Internacional de referencia e Información de Suelos (ISRIC por sus siglas en inglés) y de la FAO, en Roma, Italia, en el año 1999, adaptado por el INEGI, para las condiciones ambientales de México. Las características que se obtuvieron de esta información son tipo de suelo y textura. De acuerdo con la clasificación del tipo de suelo y de su

<sup>53</sup> Op. Cit.

textura superficial (gruesa, media o fina), se le asigna el factor  $K$ , el cual está representado en la Figura IV.3.5.

Clasificación WRB		Orden	Textura		
Nombre	Símbolo		G	M	F
Acrisol	AC	AC	0.026	0.04	0.013
Albeluvisol	AB	AL	0.026	0.04	0.013
Alisol	AL	AN	0.026	0.04	0.013
Andosol	AN	AR	0.013	0.02	0.007
Anthrosol	AT	CH	0.013	0.02	0.007
Arenosol	AR	CL	0.053	0.079	0.026
Calcisol	CL	CM	0.026	0.04	0.013
Cambisol	CM	DU	0.053	0.079	0.026
Chernozem	CH	FL	0.026	0.04	0.013
Cryosol	CR	FR	0.013	0.02	0.007
Durisol	DU	GL	0.026	0.04	0.013
Ferralsol	FR	GY	0.053	0.079	0.026
Fluvisol	FL	HS	0.053	0.02	0.007
Gleysol	GL	KS	0.026	0.04	0.013
Gypsisol	GY	LP	0.013	0.02	0.007
Histosol	HS	LV	0.026	0.04	0.013
Kastanozem	KS	LX	0.013	0.02	0.007
Leptosol	LP	NT	0.013	0.02	0.007
Lixisol	LX	PH	0.013	0.02	0.007
Luvisol	LV	PL	0.053	0.079	0.026
Nitisol	NT	PT	0.026	0.04	0.013
Phaeozem	PH	PZ	0.026	0.04	0.013
Planosol	PL	RG	0.026	0.04	0.013
Plinthosol	PT	SC	0.026	0.04	0.013
Podzol	PZ	SN	0.053	0.079	0.026
Regosol	RG	UM	0.026	0.04	0.013
Solonchak	SC	VR	0.053	0.079	0.026
Solonetz	SN				
Umbrisol	UM				
Vertisol	VR				

Fuente: Tomado de Montes-Leon et al., 2011<sup>54</sup>

**Figura IV.3.5.** Valores del factor  $K$ , de acuerdo al tipo de suelo y de su textura superficial

Con base al cuadro anterior, se determinó que el tipo de suelo presente en el área del proyecto es Regosol (RG) con textura F por lo que el factor  $K$ , para este tipo de suelo es 0.013.

<sup>54</sup> Op. Cit

**Factor LS**

El efecto de la topografía sobre la erosión está representado por los factores: longitud ( $L$ ) y grado de pendiente ( $S$ ). La longitud  $L$  se define como la distancia desde el punto de origen de un escurrimiento hasta el punto donde decrece la pendiente, al grado de que ocurre una sedimentación o bien hasta el punto donde el escurrimiento, una vez concentrado, encuentra un canal de salida bien definido.

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:

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

Donde:

$S$  = Pendiente media del terreno  
 $H_f$  = Altura más alta del terreno  
 $H_i$  = Altura más baja del terreno  
 $L$  = Longitud del terreno

Si el nivel de la parte alta es de 140 y la elevación en la parte baja es de 120 msnm, entonces la diferencia en elevaciones es de 20 m. Si la longitud del terreno es de 200 m entre las más alta y la más baja, entonces la pendiente media del terreno sería de:

$$S = (140 - 120) / 200$$

$$S = 0.10$$

La pendiente media en el predio es de 0.10

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

$$LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2)$$

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 para pendiente superiores al 5% según literatura.

De esta forma tenemos que para el predio bajo estudio

$$\lambda = 200 \text{ m}$$

$$S = 0.10$$

$$m = 0.5$$

$$LS = (200)^{0.5} (0.0138 + 0.00965 (.10) + 0.00138(.10)^2)$$

$$LS = (14.142) * (0.0138 + 0.00965 + 0.0000138) = (14.142) (0.02346) = 0.3317$$

### *Factor C*

El factor *C* se asigna con el objeto de reflejar el efecto de la vegetación y las prácticas de manejo en las tasas de erosión. Se trata del factor usado con más frecuencia para comparar el efecto relativo de diferentes opciones de manejo en un plan de conservación. Dicho factor indica cómo el plan de conservación afectará la tasa promedio anual de erosión, y cómo la pérdida potencial de suelo se distribuirá en el tiempo durante las actividades de construcción, rotación de cultivos u otros esquemas de manejo, así como los cambios en el uso de suelo. Para una condición estándar, es decir, sin cobertura vegetal y con barbecho continuo, la cual es extrema en cuanto a que representa las condiciones más favorables para la erosión, el valor de *C* es la unidad. A medida que la cobertura vegetal sea mayor, el valor de *C* es cada vez menor, por lo que el rango para este parámetro va de 0 (correspondiente a un terreno totalmente protegido) a 1.0 (para terrenos sin ninguna protección). Además de la vegetación activa, en el valor de *C* se toma en cuenta la presencia de residuos de plantas muertas, las raíces, los sistemas radiculares de los pastos y árboles, ya que todos estos elementos contribuyen a mantener al suelo en su sitio e incrementan la infiltración. El coeficiente asociado con este factor será asignado de acuerdo con diversas bibliografías (Renard, 1997; Montes, 2002; Becerra 1997, entre otras) y asociado con la información más reciente de INEGI de uso de suelo y vegetación, correspondiente a la Carta de Uso del Suelo y Vegetación 1:250,000 Serie III. Dicha carta contiene información

geográfica de la condición de la vegetación de la república mexicana, actualizada al 2002–2003, y representa la tercera etapa en el seguimiento multitemporal de los cambios que ha sufrido el paisaje. Cada uno de sus conjuntos de datos digitales contiene información de la cubierta vegetal y uso agrícola, que fue obtenida a partir de la interpretación convencional de imágenes LandSat ETM, con 25 metros de resolución, tomadas a principios de 2002, y con apoyo de espaciomapas 2000, generados a partir de imágenes LandSat a 30 m, y respaldada con trabajos de campo en los años 2002, 2003 y principios de 2004 (INEGI, 2005). Esta cartografía de recursos naturales muestra la ubicación, distribución y extensión de diferentes ecosistemas vegetales y sistemas agrícolas con sus respectivas variantes: tipos de vegetación, tipos de agricultura, e información ecológica relevante. En la Figura IV.3.6. se presenta la relación del valor  $C$  para cada tipo de vegetación y/o uso de suelo.

Vegetación y/o uso de suelo	C	Vegetación y/o uso de suelo	C
Bosque de ayarín	0.01	Pastizal gipsofilo	0.25
Bosque de cedro	0.01	Pastizal halófilo	0.25
Bosque de encino	0.10	Pastizal inducido	0.02
Bosque de encino-pino	0.01	Pastizal natural	0.07
Bosque de galería	0.10	Popal	0.85
Bosque de oyamel	0.01	Pradera de alta montaña	0.05
Bosque de pino	0.01	Sabana	0.54
Bosque de pino-encino	0.01	Sabanoide	0.54
Bosque de tascate	0.01	Selva alta perennifolia	0.45
Bosque de mesófilo de montaña	0.01	Selva alta subperennifolia	0.45
Chaparral	0.65	Selva baja caducifolia	0.50
Manglar	0.10	Selva baja espinosa caducifolia	0.50
Matorral crasicaule	0.65	Selva baja espinosa subperennifolia	0.50
Matorral de coníferas	0.20	Selva mediana caducifolia	0.45
Matorral desértico microfilo	0.25	Selva mediana perennifolia	0.45
Matorral desértico roetofilo	0.25	Selva mediana subcaducifolia	0.45
Matorral espinoso tamaulipeco	0.45	Tular	0.10
Matorral rosetofilo costero	0.25	Vegetación de desiertos arenosos	0.85
Matorral sarcocaulo	0.25	Vegetación de dunas costeras	0.85
Matorral sarco-crasicaule	0.25	Vegetación de galería	0.85
Matorral sarco-crasicaule de neblina	0.25	Vegetación halófila	0.85
Matorral submontano	0.35	Zona urbana	0.005
Matorral subtropical	0.12	Cuerpos de agua	1.0
Mezquital	0.65	Agricultura en riego	0.55
Palmar inducido	0.75	Agricultura de temporal	0.75
Palmar natural	0.75	Agricultura de humedad	0.25

Fuente: Tomado de Montes-Leon et al., 2011<sup>55</sup>

Figura IV.3.6. Valores del factor  $C$ , de acuerdo al tipo de suelo y de su textura superficial

<sup>55</sup> Op. Cit.

De acuerdo al tipo de vegetación y tipo de suelo presente en el predio donde se pretende desarrollar el proyecto el factor C es de 0.45.

### ***Factor P***

Por definición, el factor de práctica de soporte P en *USLE* es la tasa relativa de pérdida de suelo con una práctica específica con respecto a la pérdida de suelo correspondiente con un laboreo combinado, volteando el suelo pendiente arriba y pendiente abajo. Las prácticas de soporte afectan principalmente la erosión mediante la modificación del patrón de flujo, grado de pendiente o dirección del escurrimiento superficial, y mediante la reducción de la tasa y cantidad de escurrimiento.

Algunas de las prácticas de soporte que se consideran en la evaluación de P para áreas cultivadas son las siguientes: surcado al contorno (laboreo, siembra y plantación, siguiendo las curvas de contorno o nivel), cultivos en faja, terraceo, establecimiento de obras de drenaje subsuperficial. En áreas semiáridas o pastizal son consideradas las prácticas de disturbio del suelo para el almacenamiento de humedad y reducción del escurrimiento. El factor P no considera prácticas de labranza mejoradas, tales como cero labranzas, labranza de conservación, rotaciones de cultivo, tratamientos de fertilidad y manejo de cosecha. Tales prácticas son consideradas en el factor C. Se revisó la información disponible y no se detectó algún área significativa en donde se lleve a cabo algún tipo de práctica de conservación, por lo que el factor P se consideró como la unidad.

### **Estimación de la pérdida de suelo en el área del proyecto**

Una vez que se obtuvieron cada uno de los factores que conforman la USLE, se realizó el producto, como lo establece la ecuación USLE para obtener la erosión hídrica estimada para el sitio donde pretende desarrollarse el proyecto, el cual de acuerdo a los rangos de clasificación de erosión hídrica es clasificada como baja (Montes-Leon *et al.*, 2011)<sup>56</sup>

$$A = R K LS C P$$

$$A = (14,043.7) (0.013) (0.3317) (0.45) (1) = 27.25 \text{ ton/año}$$

Esta información puede ser corroborada basándonos en la información proporcionada por INEGI (2014), en donde de acuerdo al mapa de erosión

<sup>56</sup> *Op. Cit.*

de suelos, el tipo y grado de erosión potencial clasificada para el área del proyecto es sin erosión evidente (Figura IV.3.7).

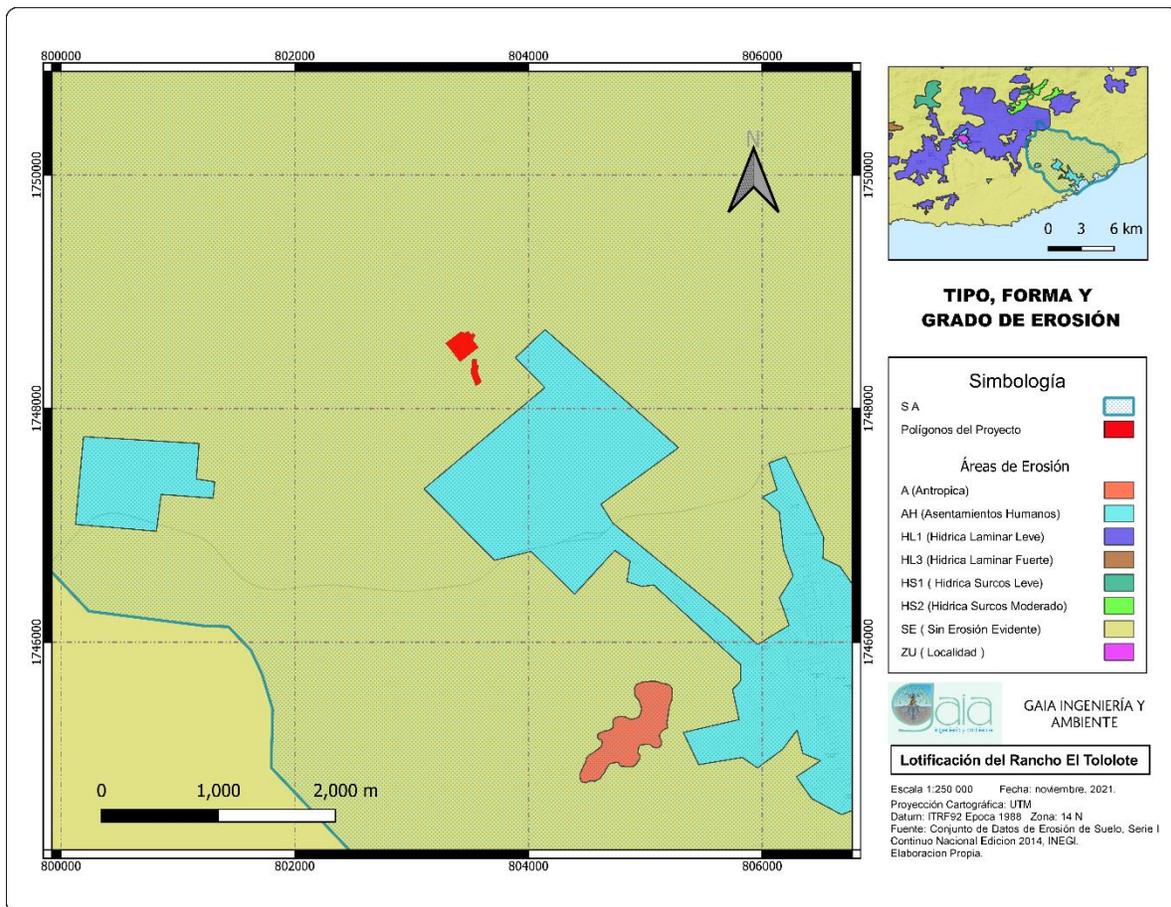


Figura IV.3.7. Tipo y grado de erosión potencial en el área del proyecto

## Protección de la biodiversidad

Para la preparación del sitio y consecuente construcción es indispensable retirar la vegetación de selva mediana caducifolia para el cambio de uso de suelo, lo cual reducirá el hábitat actualmente es utilizado por las especies identificadas y distribuidas en el ecosistema, dentro el cual se identificaron 5 especies protegidas. Se espera que durante la remoción de la vegetación la fauna silvestre que actualmente utilizan el hábitat, migre hacia la selva colindante, así mismo con implementación de medidas como ahuyentación y rescate antes del inicio de obras se espera que el impacto a la fauna se minimice. Una vez concluidas las obras y delimitadas las áreas de conservación se espera que los espacios de conservación vuelvan a ser utilizados por la fauna silvestre. La

implementación del proyecto afectará algunos individuos de especies forestales, sin embargo, la diversidad de las comunidades en el SA no se verán eliminadas, ya que dentro del área de influencia del proyecto son abundantes. Las especies incluidas en la NOM059-SEMARNAT-2010, serán sujetas a rescate y reubicación.

#### IV. 4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

En general en la zona se puede observar un paisaje intermedio definido como áreas fragmentadas urbano-rurales. El área donde pretende implementarse el proyecto se encuentra en una zona de periferia interurbana en proceso de consolidación, que se ha conurbado de manera informal.

Los modos de vida cambiantes y el crecimiento demográfico en la zona han propiciado cambios de uso del suelo. El cambio de modo de vida de los habitantes de la región afecta el uso de suelo, ya que al paso del tiempo se ve alterado u obligado a modificarse de acuerdo con nuevas necesidades de la gente.

Los principales procesos de cambio originados por la actividad humana son el cambio de uso del suelo de selva a agricultura y el cambio de agricultura al de asentamientos humanos, lo cual indica un crecimiento de zona urbana. La urbanización mayormente es generada por el establecimiento de fraccionamientos habitacionales principalmente en los municipios de carácter urbano y con mayor cercanía al centro de población Bahías de Huatulco, con lo cual se ha propiciado el establecimiento de amplias zonas residenciales para satisfacer las necesidades de vivienda de los habitantes locales e inmigrantes.

Algunos factores que contribuyeron al proceso del cambio de uso de suelo en la zona, observados en los recorridos de campo son evidentes, tales como el abandono de la agricultura, influencia urbana y asentamientos humanos dispersos. La falta de rentabilidad de la agricultura, la ocupación de la gente en actividades no agrícolas y las dinámicas sociales locales conllevan el desinterés por la agricultura, sobre todo por las personas jóvenes, por lo cual es posible observar en la zona una gran cantidad de terrenos agrícolas en estado de abandono.

La vegetación y los usos del suelo son un factor fundamental para evaluar la calidad del paisaje y del ecosistema en general, por ser un elemento

extensivo a todo el territorio. Aunque la cartografía analizada en este estudio indica que el tipo de vegetación presente en el sistema ambiental (SA) es de Selva Mediana Caducifolia (SMC), es de gran relevancia hacer mención que derivado de los recorridos de campo y muestreos realizados para la estimación de la diversidad un gran porcentaje de la vegetación tanto a nivel de predio como del SA está compuesto por elementos de vegetación secundaria, derivado del abandono de tierras agrícolas.

Se considera que la caracterización cuantitativa de la vegetación realizada en este estudio, es un paso hacia el entendimiento de la estructura, la diversidad de especies, la abundancia y la dinámica de las comunidades vegetales en la zona de estudio. Uno de los objetivos de este capítulo fue describir la estructura y composición de la vegetación en el predio y SA, cuya información servirá para tomar medidas de protección y conservación del germoplasma local, a través de las medidas de mitigación que en capítulos posteriores se proponen.

Los procesos de cambio de uso de suelo observados en el presente estudio están asociados al crecimiento de la población, pero este crecimiento poblacional está más asociado a la expansión de las áreas suburbanas del Centro de población de Huatulco que al crecimiento poblacional local.

Se observa un modo de vida más “urbano” que se hace evidente al aumentar de manera gradual el número de viviendas y de población como lo muestra el censo de población y vivienda (INEGI, 2020). En el caso del área de estudio se observa que el municipio de Santa María Huatulco presenta uno de los ritmos de crecimiento demográfico más elevados no sólo de Oaxaca, sino del país, con una tasa anual de crecimiento de 25.4 para el periodo 1950 a 2010. El gran salto cualitativo se da entre 1990-2000, con un incremento de 15,682 personas en 10 años, período en que se origina el proyecto turístico Bahías de Huatulco, que propició la expropiación de 18 mil hectáreas del municipio y dio inicio a un proceso de llegada de población externa y de las demás localidades del municipio en búsqueda de oportunidades.

En este estudio, la composición de especies está integrada para diferentes etapas sucesionales (vegetación secundaria), lo cual sugiere que la variación también está relacionada con la historia de uso o de perturbación natural del sitio de estudio. Esto puede corroborarse con los resultados de los análisis obtenidos, en donde el IVI fue mayor para

*Caesalpinia velutina*, especie clasificada como pionera en el proceso de sucesión de la selva (Pennington y Sarukhán, 2005).

La vegetación tanto a nivel predio como en el SA mantiene valores de riqueza y diversidad de especies de leñosas dentro del intervalo reportado para este tipo de vegetación en México, los cuales van de 34 a 111 sp., de acuerdo a lo reportado por diversos estudios como Trejo y Dirzo, (2002); Durán *et al.* (2006) y Hernández-Ramírez y García Méndez (2015), entre otros. Los valores del índice de diversidad de Shannon en las áreas muestreadas coinciden con lo estimado para otros bosques secos de México ( $H' = 2.84$  a  $4.17$ ) de acuerdo a Trejo y Dirzo (2002), Gallardo-Cruz *et al.* (2005), Durán *et al.* (2006) y Williams-Linera y Lorea (2009). Según el índice de similitud de Sorensen, ambos sitios de muestreo (predio - SA) son similares en composición (88%) posiblemente debido a la alta diversidad local que este ecosistema presenta, por lo que existe la posibilidad de que en distintas muestras de los mismos sitios el número de especies se mantenga, aunque su composición probablemente sería diferente. Aunque, derivado del muestreo dentro de los polígonos de afectación no se encontró alguna especie bajo estatus de protección, derivado de los recorridos de en el predio y del muestreo d a nivel SA se registraron dos especies reportadas por la NOM-059 (*Guaiacum coulteri* y *Cederela odorata*), por lo que en el capítulo respectivo de este DTU se propone la aplicación de un Programa de Rescate de Flora como medida de mitigación.

En lo que respecta a la fauna, con base a las listas de especies reportadas para la zona, encontramos una alta riqueza con respecto a la registrada en el predio, por lo que su permanencia en el SA no se vera comprometida por la implementación del proyecto. Deivado del muestreo de campo se encontraron 4 aves y un mamífero bajo alguna cateroria de protección, de tal forma que derivado de este DTU se propone un Programa de Rescate de Fauna como medida de mitigación.



## V. IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

### V.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.

A partir de los datos descriptivos del proyecto proporcionada por el promovente, revisión de literatura sobre la naturaleza del proyecto y del análisis de las condiciones ambientales presentes en el sitio donde se pretende llevar a cabo la implementación del proyecto, se generó la información necesaria para la elaboración de listas y construcción de matrices, las cuales fueron analizadas por un panel de expertos en materia ambiental para la propuesta final de las medidas de mitigación aplicables de acuerdo al tipo y magnitud de los impactos que generara el proyecto.

#### V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.

Para la identificación de los impactos se han considerado dos elementos básicos, por un lado, las acciones del proyecto susceptibles de producir impacto (Cuadro V.1.1.1) y por otro lado, los factores ambientales que potencialmente pueden ser impactados por estas acciones (Cuadro V.1.1.2) las cuales fueron identificadas en la etapa de caracterización del proyecto.

Para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales que se solicita para la implementación del proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote” se han identificado las siguientes acciones capaces de generar impactos ambientales.

Cuadro V.1.1.1. Acciones del proyecto susceptibles de producir impacto	
Fase	Actividades del proyecto
Preparación del sitio	Trazo de las áreas de desmonte y conservación
	Desmonte y despalme del terreno
	Trazo de lotificación y nivelación del terreno
	Circulación y funcionamiento de maquinaria y equipo
	Transporte de materiales
	Generación de residuos
	Remoción de suelo, excavaciones, cortes y nivelación
	Contratación de mano de obra
Construcción	Circulación y funcionamiento de maquinaria y equipo
	Trazo, nivelación y compactación del suelo
	Excavación, cortes, relleno

Cuadro V.1.1.1. Acciones del proyecto susceptibles de producir impacto	
Fase	Actividades del proyecto
	Construcción de obra civil
	Generación de residuos
	Contratación de mano de obra
Operación y mantenimiento	Limpieza manual de los terrenos
	Contratación de mano de obra

Cuadro V.1.1.2. Elementos ambientales impactados		
Medio	Componente ambiental	Elemento
Abiótico	Clima	Microclima
		Calidad del aire
		Confort sonoro
	Suelo	Características físicas y químicas
		Erosión
	Hidrología	Calidad del agua
Recarga de acuíferos		
Biótico	Flora y Vegetación	Cobertura
		Especies presentes
		Especies bajo estatus de protección
		Estructura de la vegetación
	Fauna	Distribución de la vegetación
		Especies presentes
		Especies bajo estatus de protección
		Hábitat
Perceptual	Paisaje	Distribución de la fauna
		Calidad visual
Socioeconómico	Socioeconómico	Empleo y mano de obra
		Calidad y estilo de vida
		Salud pública y laboral
		Vivienda
		Actividades económicas

Una vez identificadas las acciones del proyecto en sus distintas etapas y los elementos ambientales potencialmente afectables por la obra, y con el fin de evaluar el impacto ambiental del proyecto, en la siguiente etapa

de la evaluación se aplicó la técnica de matrices de interacción bajo dos tipos: una matriz tipo Leopold<sup>57</sup> modificada *ad hoc* para este proyecto para la identificación y valoración inicial y, para la evaluación cuantitativa de los impactos una matriz basada en la propuesta de Bojorquez-Tapia *et al.* (1989)<sup>58</sup>

La matriz de interacciones tipo Leopold, se efectuó en una etapa: *Identificación de impactos*. La aplicación de esta técnica es especialmente útil, por enfoque y contenido, para la evaluación preliminar de aquellos proyectos de los que se prevén grandes impactos ambientales. La matriz sirve sólo para identificar impactos y su origen, sin proporcionarles un valor. Permite, sin embargo, estimar la importancia y magnitud de los impactos con la ayuda de un grupo de expertos y de otros profesionales involucrados en el proyecto. La matriz se presenta en el Cuadro V.1.1.3.

Derivado de la matriz de identificación de impactos, en el Cuadro V.1.1.4 se presentan los impactos netos identificados que se producirán en las condiciones ambientales que han sido analizadas en capítulos anteriores.

---

<sup>57</sup> Leopold, L. B., F.E. Clarke, B.B. Hanshaw, and J.B. Balsley. 1971. A Procedure for Evaluating Environmental Impact. Geological Survey

<sup>58</sup> Bojorquez-Tapia L. A y A. Ortega- Rubio A. 1989. Análisis de técnicas de simulación cualitativa para la predicción del impacto ecológico. Ciencia 40:71-78.

**Cuadro V.1.1.3. Matriz de identificación del proyecto**

Proyecto: "LOTIFICACIÓN DEL RANCHO EL TOLOLOTE"		Preparación del sitio y construcción										Operación y mantenimiento		
		Lotificación del predio			Camino de acceso con ODT			Acciones generales				Retiro de escombros y limpieza del área	Contratación de mano de obra	Limpieza manual de terrenos
		Trazo de lotificación	Desmonte y despalme del	Cortes, nivelación y compactación	Trazo del camino y ODT	Excavación, cortes, relleno	Construcción de obra civil	Transporte de materiales	Circulación y funcionamiento de	Contratación de mano de obra	Generación de residuos sólidos,			
Componente Ambiental	Elemento													
Clima	Microclima		X											
	Calidad del aire							X	X		X			
	Confort sonoro								X					
Suelo	Características físicas y químicas		X	X		X	X	X			X			
	Grado de erosión		X	X		X								
Geomorfología	Relieve			X		X								
Hidrología	Calidad del agua						X				X			
	Recarga de acuíferos		X	X										
Vegetación	Cobertura		X											
	Especies presentes	X	X		X				X	X				
	Especies de interés	X	X		X				X	X				
	Estructura de la vegetación		X											
Fauna	Especies presentes	X	X	X	X				X	X				
	Especies de interés	X	X		X				X	X				
	Habitat		X											
	Distribución de la fauna		X											
Paisaje	Calidad visual		X	X		X	X		X		X	X		X
Socioeconómico	Empleo y mano de obra									X		X		X
	Calidad y estilo de vida									X		X		X
	Salud pública y laboral									X	X	X		
	Actividades económicas									X			X	

**Cuadro V.1.1.4. Impactos netos identificados por la implementación del proyecto "Lotificación del Rancho El Tololote"**

Elemento ambiental impactado	Impactos netos	Factor de impacto
Aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modificación del microclima</li> <li>Disminución en la calidad del aire</li> <li>Disminución del confort sonoro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Remoción de la vegetación</li> <li>Circulación y funcionamiento de maquinaria y equipo</li> </ul>
Suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modificación de las propiedades fisicoquímicas</li> <li>Mayor susceptibilidad a la erosión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Circulación y funcionamiento de maquinaria y equipo</li> <li>Remoción de la vegetación</li> </ul>
Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modificación al relieve</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Excavación, cortes y nivelación</li> </ul>
Hidrología	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contaminación de agua</li> <li>Disminución en la recarga de acuíferos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construcción de obra civil y generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos</li> <li>Remoción de la vegetación y Compactación del suelo</li> </ul>
Vegetación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perdida de cobertura vegetal</li> <li>Afectación a especies de interés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Remoción de la vegetación</li> </ul>
Fauna	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción del hábitat de fauna silvestre</li> <li>Modificación a la distribución de fauna</li> <li>Afectación a individuos presentes en el área</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Remoción de la vegetación</li> <li>Circulación y funcionamiento de maquinaria y equipo</li> <li>Contratación de mano de obra</li> </ul>
Paisaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modificación del paisaje natural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Remoción de la vegetación</li> <li>Presencia de maquinaria y equipo</li> <li>Generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos</li> </ul>
Socioeconómico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento en empleos temporales para la población de la zona</li> <li>Incremento en la calidad y estilo de vida</li> <li>Incremento de las actividades económicas del municipio</li> <li>Posibles accidentes ocurridos a los trabajadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contratación de mano de obra</li> <li>Implementación del proyecto</li> <li>Contratación de mano de obra</li> <li>Circulación y funcionamiento de maquinaria y equipo</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Accidentes provocados a la población</li> </ul>	
--	------------------------------------------------------------------------------------------	--

## V. 2. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS.

Con base a los datos e información recopilada en los capítulos anteriores en lo que respecta a los ámbitos ambiental, social y económico, en el presente apartado, dicha información es transformada de manera sintética en indicadores. Esta transformación de la información permite interpretar un fenómeno o un proceso en particular de forma más simple y sistémica, lo que hace posible cuantificar y comunicar la información relevante a diversos sectores (Gallopín, 1997)<sup>59</sup>.

Bajo el contexto de la Evaluación del Impacto Ambiental, un indicador es un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio. Es este sentido, un indicador de impacto ambiental se presenta como un elemento o concepto asociado a un factor que proporciona una medida de la magnitud del impacto, ya sea de manera cualitativa o cuantitativa (Quiroga, 2009)<sup>60</sup>.

De esta manera, una vez identificados los impactos netos al ambiente que serán generados por las actividades contempladas dentro del proyecto, se propusieron los indicadores adecuados que permitan vislumbrar y monitorear los cambios generados al ecosistema y al componente social (Cuadro V. 2. 1).

V. 2. 1. Indicadores de impacto	
Impacto	Indicador
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modificación del microclima</li> </ul>	Incremento de la temperatura ambiental y disminución de la humedad

<sup>59</sup> Gallopín, G. 1997. Indicators and Their Use: Information for Decision-making. Part One-Introduction, In B. Moldan y S. Bilharz (eds.): Sustainability Indicators. A Report on the Project on Indicators of Sustainable Development. Chichester, Wiley, SCOPE 58, pp. 13-27.

<sup>60</sup> Quiroga, M.R. 2009. Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe. CEPAL. Santiago de Chile.

V. 2. 1. Indicadores de impacto	
Impacto	Indicador
<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución en la calidad del aire</li> </ul>	Incremento en la cantidad de partículas suspendidas Generación de gases de combustión.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución del confort sonoro</li> </ul>	Generación de ruido
<ul style="list-style-type: none"> <li>Modificación de las propiedades fisicoquímicas del suelo</li> </ul>	Grado de compactación del suelo Presencia de grasas, lubricantes, combustibles, solventes u otra sustancia contaminante, así como residuos sólidos y basura
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mayor susceptibilidad a la erosión</li> </ul>	Incremento de la tasa de erodabilidad
<ul style="list-style-type: none"> <li>Modificación del relieve</li> </ul>	Cambio visible en el relieve del terreno
<ul style="list-style-type: none"> <li>Contaminación de agua</li> </ul>	Presencia de grasas, lubricantes, combustibles, solventes u otra sustancia contaminante, así como residuos sólidos líquidos y basura
<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución en la recarga de acuíferos</li> </ul>	Disminución de la cantidad de agua que se infiltra (captura de agua)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Perdida de cobertura vegetal</li> </ul>	Porcentaje de cobertura vegetal existente antes y después de la implementación del proyecto
<ul style="list-style-type: none"> <li>Afectación a especies presentes y especies de interés</li> </ul>	Número de individuos afectados
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción del hábitat de fauna silvestre</li> </ul>	Diversidad de especies que usan el hábitat que provee la vegetación presente en el predio
<ul style="list-style-type: none"> <li>Modificación del paisaje natural</li> </ul>	Cambio en la calidad visual
<ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento en empleos temporales para la población de la zona</li> </ul>	Número de empleos generados
<ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento en la calidad y estilo de vida</li> </ul>	Número de empleos generados
<ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento de las actividades económicas del municipio</li> </ul>	Mayor recaudación de impuestos
<ul style="list-style-type: none"> <li>Posibles accidentes ocurridos a los trabajadores</li> <li>Accidentes provocados a la población</li> </ul>	Número de accidentes ocurridos durante la etapa de preparación y construcción

Después de la identificación de los impactos ambientales corresponde su caracterización, la cual puede ser cualitativa o cuantitativa según el tipo de impacto identificado, el método de evaluación y la información disponible.

La caracterización de los impactos potenciales se realiza considerando el diseño del proyecto que incorpora las disposiciones técnicas en materia ambiental contenidas en la regulación ambiental vigente. La caracterización de los impactos residuales, refiere a aquellos impactos que permanecen posterior a la aplicación de medidas de prevención y mitigación.

*Criterios para la caracterización y valoración de impactos*

En esta etapa de la evaluación se aplicó la matriz numérica de Bojorquez-Tapia *et al* (1998), en la cual, para obtener una valoración más objetiva de los impactos, se califica también el efecto que tendrá la medida sobre el impacto. De esta forma, se construye, para cada uno de los impactos identificados, la valoración determinando su valor de importancia. La matriz presenta y describe cada impacto identificado y permite obtener valoraciones cualitativas y cuantitativas de los impactos ambientales. Partiendo de la valoración de importancia se construyó la Matriz Depurada de Impactos, donde éstos se evaluaron de acuerdo con los siguientes criterios: carácter del impacto, intensidad del impacto, momento, recuperabilidad, acumulación, periodicidad, extensión, reversibilidad, sinergia y persistencia.

Los impactos identificados fueron calificados con base a los siguientes criterios:

VALOR CRITERIO	1	2	3
Carácter	Positivo (+) ó Negativo (-)		
Magnitud	Baja	Media	Alta

VALOR CRITERIO	1	2	3
Extensión	Puntual	Local	Regional
Duración	Corto plazo (1-12 meses)	Mediano plazo (1-5 años)	Largo plazo (5-> años)
Sinergia	El efecto es de potencia baja	El efecto es de potencia mediana	El efecto es de potencia alta
Acumulación	El efecto se suma en baja proporción	El efecto se suma en mediana proporción	El efecto se suma en alta proporción
Controversia	Rechazo o aceptación baja	Rechazo o aceptación mediana	Rechazo o aceptación alta
Mitigación	La medida es escasa y baja poco el impacto	La medida es buena pero no elimina totalmente el impacto	La medida es buena y cubre totalmente el impacto

**Carácter (signo).** El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

**Magnitud (Intensidad).** Este término se refiere el grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. Una magnitud alta expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y una magnitud baja una afección mínima. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias.

**Extensión (Área de influencia).** Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto. Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter Puntual. Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en

todo él, el impacto será Total (a nivel Regional), considerando las situaciones intermedias (Local).

**Duración (Persistencia).** Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto a partir de su aparición. Si dura menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto fugaz (corto plazo). Si dura entre 1 y 3 años, Temporal (mediano plazo); y si el efecto tiene una duración superior a los 5 años, consideramos el efecto como a largo plazo.

**Sinergia.** El significado de la aplicación de este criterio considera la acción conjunta de dos o más impactos, bajo la premisa de que el impacto total es superior a la suma de los impactos parciales.

**Acumulación.** Es el grado en que el impacto de una actividad se suma a otro, sea en el pasado o en el presente. La calificación es Baja, si el efecto se suma en baja proporción; Media si se suma en mediana proporción y Alta si el efecto se suma en elevada proporción.

**Controversia.** Se refiere a la polémica que propiciará la ejecución de la actividad: Baja si la actividad genera poco rechazo o aceptación entre la población; Media cuando la actividad genera disgusto entre la población, sin llegar a surgir un conflicto y Alta si la actividad genera rechazo o alta aceptación entre la población.

**Mitigación.** Dentro de este criterio se resume la probabilidad de que un determinado impacto se pueda minimizar, con la aplicación de medidas de mitigación. Es muy importante que esa posibilidad pueda acotarse numéricamente, para señalar el grado de que ello pueda ocurrir. Por último, cabe destacar que casi en todos los criterios, éstos pueden valorar los impactos de manera cuantitativa (por ejemplo, mucho, poco, nada), sin embargo, en otros, es posible llegar a una cuantificación de los mismos.

El método empleado para la evaluación de impactos ambientales, consistió en aplicar el valor de los criterios antes mencionados en una Matriz de Relación Causa-Efecto, la cual está diseñada de tal forma que en uno de sus ejes se clasifican las diferentes actividades que formarán parte del proyecto, y en el otro se colocan los componentes ambientales

susceptibles de verse afectados. De acuerdo a Bojórquez *et al.*, 1998<sup>61</sup>, la significancia de una interacción en la matriz se determina a partir de un índice básico construido por la suma de los valores de los criterios básicos que definen un impacto (Magnitud, Duración, Extensión), el que a su vez se pondera con un índice complementario determinado por la suma de los valores de los criterios complementarios que definen el impacto (Sinergia, Acumulación, Controversia), y por el valor de la medida de prevención, mitigación o compensación.

Así, los efectos de la variable  $j$  sobre la variable  $i$ , se obtienen a través de las siguientes ecuaciones:

$$MED_{ij} = 1/9 ( M_{ij} + E_{ij} + D_{ij} ),$$

donde:

MED= Índice Básico

$M_{ij}$ = magnitud

$E_{ij}$ =extensión

$D_{ij}$ =duración

$$SAC_{ij} = 1/9 ( S_{ij} + A_{ij} + C_{ij} ),$$

donde:

SAC= Índice Complementario

$S_{ij}$  = efectos sinérgicos

$A_{ij}$  = efectos acumulativos

$C_{ij}$  = controversia

$$I_{ij} = MED_{ij} \phi,$$

donde:

$I_{ij}$ = valor de la interacción

$\phi = 1 - SAC$

$$G_{ij} = I_{ij} \times [ 1 - ( T_{ij}/9 ) ],$$

donde:

$G_{ij}$ = significancia de la interacción o valor real de la afectación al ambiente

$T_{ij}$  = valor de la medida

Dado que los criterios básicos no pueden estar ausentes su valor mínimo debe de ser uno, por tanto, el valor de MED es:  $(1/9) < MED_{ij} < 1$

Por el contrario, el valor de SAC puede ser 0, pues es posible que la interacción no provoque sinergia ni acumulación ni controversia; por tanto su rango de valores es:  $0 < SAC_{ij} < 1$ .

Se puede ver que el impacto de  $j$  sobre  $i$  será proporcional al valor del índice básico del impacto ( $MED_{ij}$ ), pero este impacto será potenciado por

<sup>61</sup> Bojórquez-Tapia L.A., E. Ezcurra and O. García. 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. *Journal of Environmental Management* 53: 91-99.

el valor de los criterios complementarios ( $SAC_{ij}$ ). Por tanto, el impacto ( $I_{ij}$ ) debe ser igual a  $MED_{ij}$  si el valor de  $SAC_{ij}$  es 0, pero debe ser más alto que  $MED_{ij}$  cuando  $SAC_{ij}$  es mayor que 0. Por ello es que:  $I_{ij} = MED_{ij} + \phi$

Finalmente, el significado de la interacción ( $G_{ij}$ ), que toma en consideración las medidas de mitigación ( $T_{ij}$ ), se obtiene de la siguiente ecuación  $G_{ij} = I_{ij} \cdot [1 - (T_{ij}/9)]$ , el cual se clasifica en los siguientes valores:

VALOR	CLASIFICACIÓN	SIMBOLOGÍA
0.00 - 0.33	Poco significativo	B
0.34 - 0.66	Medianamente significativo	M
0.67 - 1.00	Significativo	S

De esta forma, en el Cuadro V.2.2 se presenta la matriz cribada de impactos totales que generará el proyecto. La eficiencia de las medidas de mitigación es evaluada, entonces, observando la magnitud en la reducción del significado de un impacto, así como el número de los impactos que se mejoran, directa o indirectamente, por una sola medida de mitigación (Bojórquez *et al.*, 1998), la cual se presenta como una Matriz Cribada de Impactos con Mitigación (Cuadro V.2.3).

Cuadro V.2.2. Matriz Cribada de Impactos Totales del Proyecto

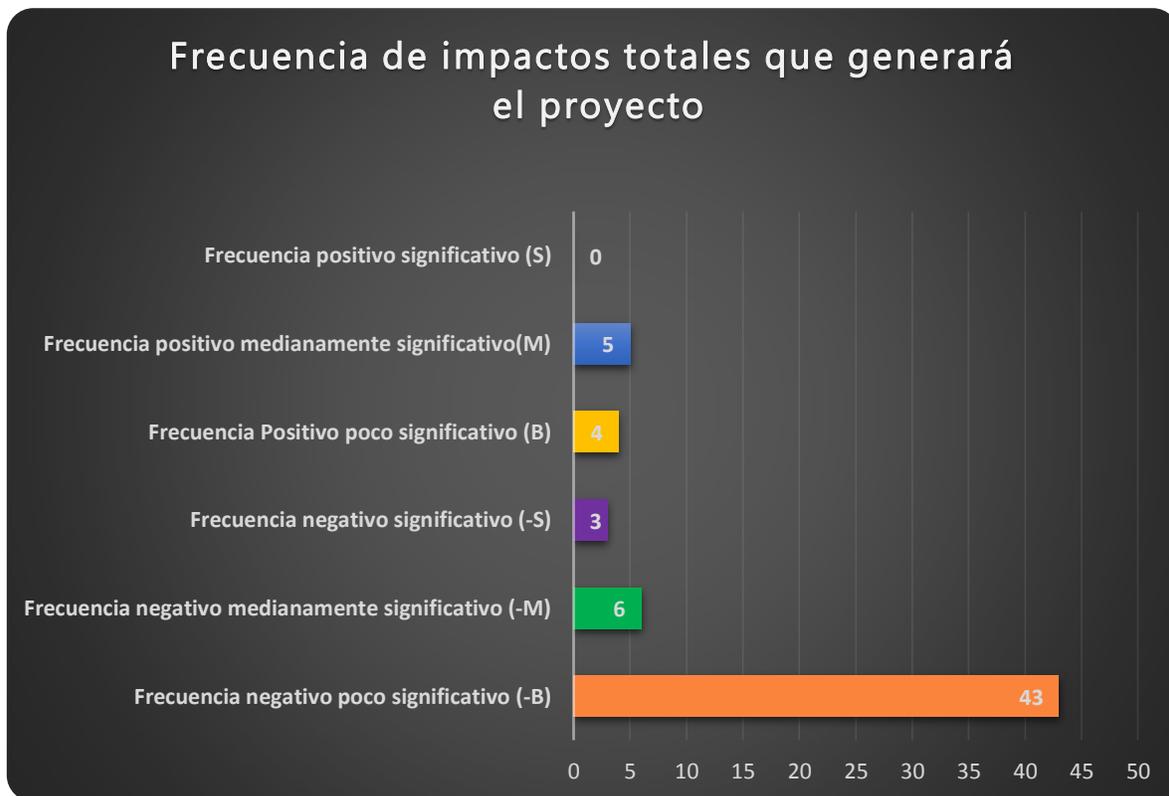
Proyecto: "LOTIFICACIÓN DEL RANCHO EL TOLOLOTE"		Preparación del sitio y construcción										Operación y mantenimiento				
		Lotificación del predio			Camino de acceso con ODT			Acciones generales								
		Componente Ambiental	Elemento	Trazo de lotificación	Desmonte y despalme del terreno	Cortes, nivelación y compactación	Trazo del camino y ODT	Excavación, cortes, relleno	Construcción de obra civil	Transporte de materiales	Circulación y funcionamiento de	Contratación de mano de obra	Generación de residuos sólidos, líquidos y	Riesgos asociados	Retiro de escombros y limpieza del area	Contratación de mano de obra
Clima	Microclima		M													
	Calidad del aire							B	B		B					
	Confort sonoro								B							
Suelo	Características físicas y químicas		M	B		B	M	B			B					
	Grado de erosión		M	M		B										
Geomorfología	Relieve			B		B										
Hidrología	Calidad del agua						B				B					
	Recarga de acuíferos		B	B												
Vegetación	Cobertura		S													
	Especies presentes	B	B		B				B	B						
	Especies de interés	B	B		B				B	B						
	Estructura de la vegetación		S		B											
Fauna	Especies presentes	B	M	M	B				B	B						
	Especies de interés	B	B		B				B	B						
	Habitat		S													
	Distribución de la fauna		B													
Paisaje	Calidad visual		M	B		B	B		B		B		B		B	
Socioeconómico	Empleo y mano de obra									M		B		B		
	Calidad y estilo de vida									B		B		B		
	Salud pública y laboral										B	B	B			
	Actividades económicas									M					M	

Cuadro V.2.3. Matriz Cribada de Impactos con medidas de mitigación

Proyecto: "LOTIFICACIÓN DEL RANCHO EL TOLOLOTE"		Preparación del sitio y construcción										Operación y mantenimiento				
		Lotificación del predio			Camino de acceso con ODT			Acciones generales								
		Componente Ambiental	Elemento	Trazo de lotificación	Desmonte y despalle del terreno	Cortes, nivelación y compactación	Trazo del camino y ODT	Excavación, cortes, relleno	Construcción de obra civil	Transporte de materiales	Circulación y funcionamiento de	Contratación de mano de obra	Generación de residuos sólidos,	Riesgos asociados	Retiro de escombros y limpieza del area	Contratación de mano de obra
Clima	Microclima		M													
	Calidad del aire							B	B							
	Confort sonoro								B							
Suelo	Características físicas y químicas		M	B		B	M	B								
	Grado de erosión		B	B		B										
Geomorfología	Relieve			B		B										
Hidrología	Calidad del agua						B									
	Recarga de acuíferos		B	B												
Vegetación	Cobertura		B													
	Especies presentes	B	B		B											
	Especies de interés	B	B		B											
	Estructura de la vegetación		S													
Fauna	Especies presentes	B	B	B						B						
	Especies de interés	B	B							B						
	Habitat		S													
	Distribución de la fauna		B													
Paisaje	Calidad visual		M	B		B	B		B				B		B	
Socioeconómico	Empleo y mano de obra									M		B		B		
	Calidad y estilo de vida									B		B		B		
	Salud publica y laboral											B	B			
	Actividades económicas									M					M	

## Resultados

Se identificaron un total de 61 impactos que el desarrollo del proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote” generará en sus distintas etapas, los cuales por la naturaleza y características tanto del proyecto como de las condiciones ambientales donde se pretende implementar, el 43% fueron clasificados como impactos negativos poco significativos, mientras que el 6% fueron medianamente significativos y menos del 5% resultaron en impactos negativos significativos. En lo que respecta a los impactos positivos, estos se generaran básicamente por la generación de empleos contabilizando un total de nueve, que por las características del proyecto se distribuyen en poco y medianamente significativos (Figura V.2.1).



**Figura V.2.1.** Clasificación de los impactos identificados para el proyecto

Los elementos ambientales mayormente afectados de forma negativa por el desarrollo del proyecto fueron: Características físicas y químicas del suelo, calidad visual del paisaje, cobertura de vegetación y especies de vegetación y fauna presentes (Figura V.2.2). Siendo el desmonte y

despalme del terreno la actividad que más impactos genera en los distintos componentes ambientales (Figura V.2.3).

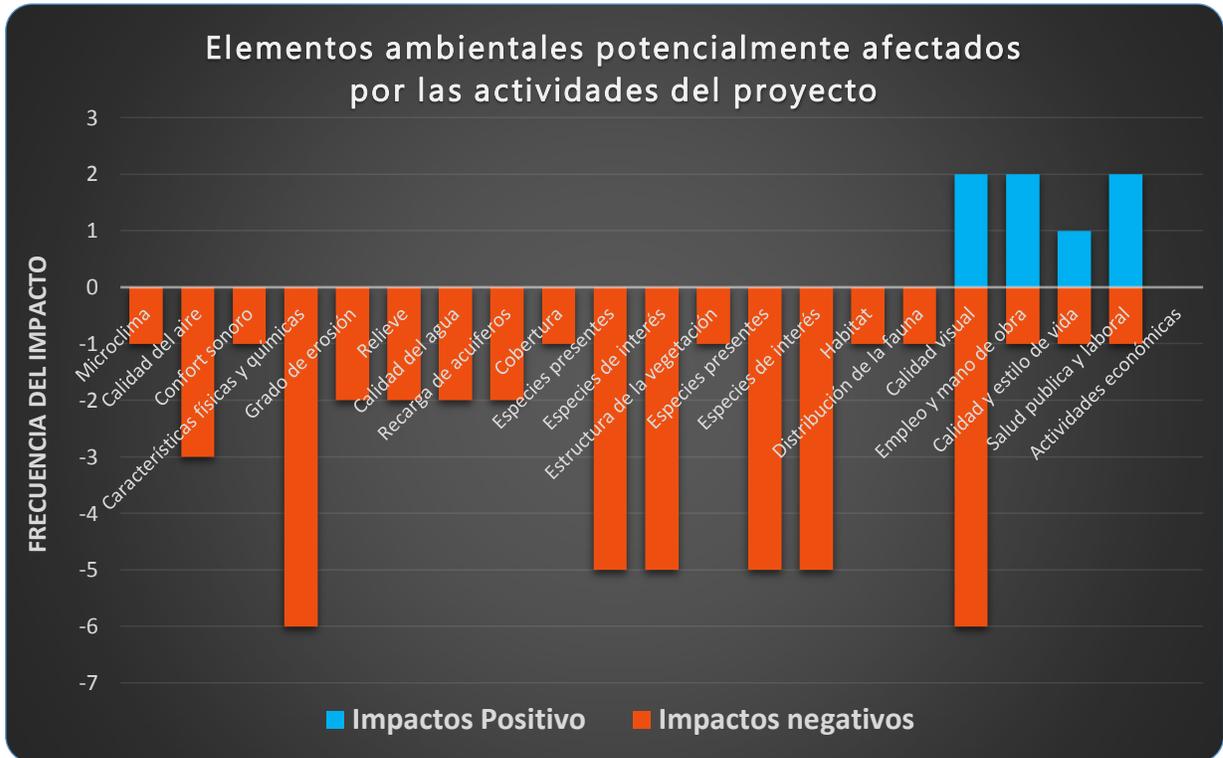


Figura V.2.2. Impactos identificados por elemento ambiental

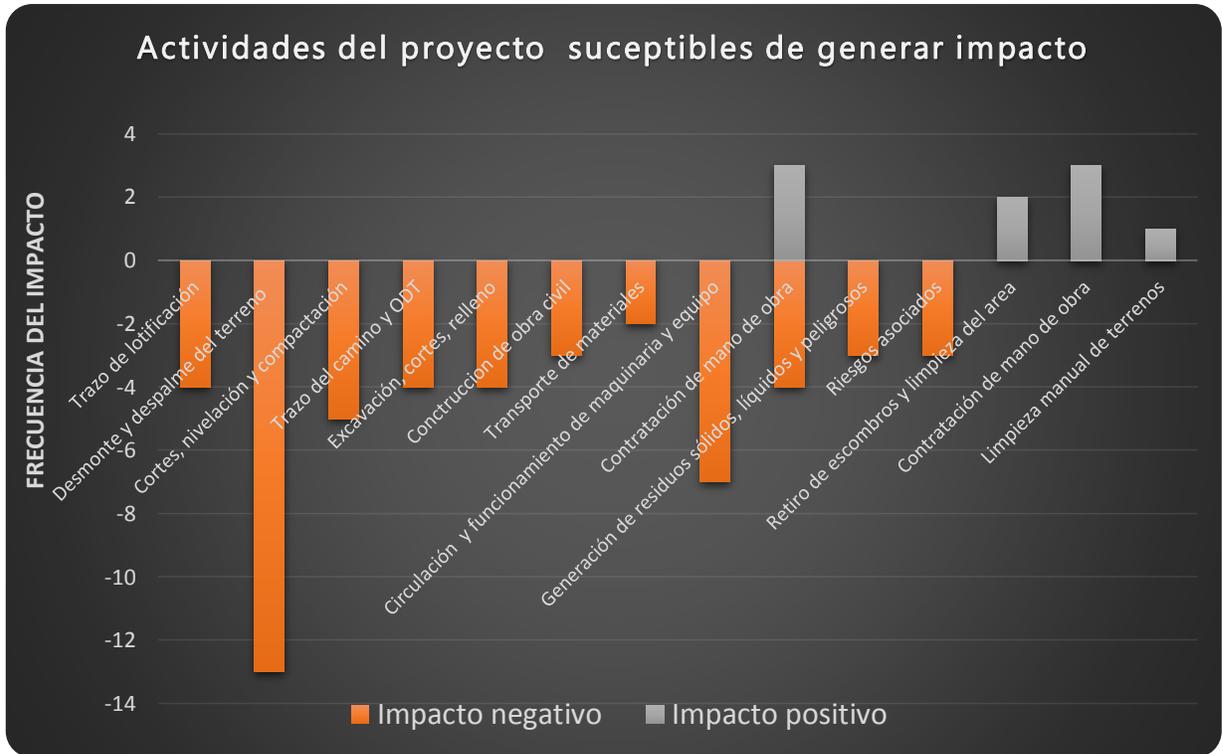


Figura V.2.3. Impactos ambientales generados por las actividades del proyecto

Finalmente, y con base en los resultados de las matrices empleadas, a continuación, se presenta la descripción de los impactos por componente ambiental.

Componente Ambiental: Clima	
Elemento ambiental afectado:	Microclima
Actividad Causante:	Remoción de la vegetación
Impactos netos:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modificación del microclima</li> </ul>
Indicador:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento de la temperatura ambiental y disminución de la humedad</li> </ul>
Descripción del impacto	Se trata de un impacto negativo, de mediana magnitud y extensión puntual, duración temporal y no mitigable.

El clima y vegetación son variables del espacio físico que poseen una relación dinámica y de interdependencia. La flora modifica los elementos climáticos y da lugar a un microclima cuya caracterización está en función de las condiciones climáticas regionales y de la estructura de la vegetación. En este sentido, la remoción de la vegetación en el área del proyecto tendrá incidencia sobre factores como la velocidad del viento, las condiciones de luz y el rango de la temperatura del aire, para las cuales se espera un incremento en las áreas donde la vegetación sea retirada. Con respecto a la humedad del aire, debido a que esta es retenida bajo la cubierta vegetal, el microclima previsto en un sitio de suelo desnudo es menos húmedo.

La afectación al área será de manera puntual y se considera de duración temporal (mediano plazo), considerando que en un periodo de 1-3 años podría reestablecerse la vegetación.

Componente Ambiental: Clima	
<b>Elemento ambiental afectado:</b>	Calidad del aire
<b>Actividad Causante:</b>	Uso de maquinaria y equipo, transporte de materiales
<b>Impactos netos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disminución en la calidad del aire</li> </ul>
<b>Indicador:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Incremento en la cantidad de partículas suspendidas</li> <li>▪ Generación de gases de combustión</li> </ul>
<b>Descripción del impacto</b>	
Se trata de un impacto negativo poco significativo, de baja magnitud y extensión puntual, baja duración y mitigable.	

Componente Ambiental: Clima	
Elemento ambiental afectado:	Calidad del aire
<p>Durante la etapa de preparación del sitio se producirán cambios en la calidad del aire debido al aumento de emisiones a la atmósfera como gases de combustión y partículas suspendidas ocasionado por la operación maquinaria. Las partículas suspendidas forman una mezcla compleja de materiales sólidos y líquidos, que pueden variar significativamente en tamaño, forma y composición, dependiendo fundamentalmente de su origen. Las partículas finas tienen periodos de vida media en la atmósfera de días a semanas, viajan distancias de 100 km o más, las partículas gruesas generalmente se depositan más rápidamente, con una vida media en la atmósfera de sólo minutos u horas. Las partículas suspendidas en el aire en la zona del proyecto se producirán básicamente por el transporte y manejo de materiales, circulación y movimiento de maquinaria y equipo, mismo que producirá la generación de ruido. La afectación al área será de manera puntual y de corto plazo. Se considera un tiempo aproximado de 12 meses para concluir con las actividades. Una vez que se concluyan con los trabajos el impacto desaparece. La aplicación de una medida de mitigación como el riego de áreas de trabajo puede reducir considerablemente el impacto en cuanto a la cantidad de partículas suspendidas.</p> <p>En lo que respecta a la calidad del aire por la generación de gases de combustión, durante la etapa de preparación del sitio y construcción el impacto no será reversible, sin embargo, tendrá una duración limitada a lo que dure esta etapa. En este sentido y dado la extensión y características del proyecto, el sistema tiene el potencial de diluir el impacto.</p>	

Componente Ambiental: Clima	
Elemento ambiental afectado:	Confort sonoro
Actividad Causante:	Circulación y funcionamiento de maquinaria y equipo,  y transporte de materiales.
<b>Impactos netos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disminución en la calidad del aire</li> <li>▪ Disminución del confort sonoro</li> </ul>	

<p><b>Indicador:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Incremento en la cantidad de partículas suspendidas</li> <li>▪ Generación de gases de combustión+</li> <li>▪ Generación de ruido</li> </ul>
<p><b>Descripción del impacto</b></p> <p>Se trata de un impacto negativo poco significativo, de baja magnitud y extensión puntual, baja duración y mitigable.</p> <p>Durante la etapa de preparación del sitio y construcción el confort sonoro se altera de manera temporal, debido al uso de maquinaria y equipo requeridos para el desarrollo de los trabajos. El efecto del ruido que se produzca durante las acciones es de carácter temporal y desaparece al concluir las actividades de preparación del sitio y construcción. En términos de la emisión de ruido por vehículos, se debe dar cumplimiento a la normatividad aplicable, por lo que la aplicación de esta medida de mitigación controlara en la medida de posible el impacto generado.</p>

<b>Componente Ambiental: Suelo</b>
<b>Elemento ambiental afectado: Características físicas y químicas</b>
<b>Actividad Causante:</b> Circulación y funcionamiento de maquinaria y equipo
<p><b>Impactos netos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modificación de las propiedades fisicoquímicas del suelo</li> </ul>
<b>Indicador:</b>

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grado de compactación del suelo</li> <li>▪ Presencia de grasas, lubricantes, combustibles, solventes u otra sustancia contaminante, así como residuos sólidos y basura</li> </ul>
<p><b>Descripción del impacto</b></p> <p>Impacto negativo medianamente significativo, de magnitud media y extensión puntual, sinérgico, de persistencia temporal y mitigable.</p> <p>Entre las características físicas del suelo que se verán afectadas por la compactación de suelo, ya sea por el uso de maquinaria o por la compactación realizada como parte de las obras que se llevarán a cabo, está la modificación en densidad y porosidad. La compactación del suelo produce un aumento en su densidad, aumenta su resistencia mecánica, destruye y debilita su estructuración. Todo esto hace disminuir la porosidad total y la macroporosidad del suelo.</p> <p>Otro de los impactos generados para este componente ambiental será el producido por la acumulación en el suelo de los residuos generados como resultado de las actividades de los trabajadores (comer sus alimentos y al realizar sus necesidades fisiológicas), así como el derrame de combustible y aceites y otras sustancias empleadas para la maquinaria y equipo utilizado. Este impacto se dará durante todo el tiempo que dure la preparación del sitio y construcción del proyecto, debido a que es el resultado de la actividad humana.</p> <p>Aunque los volúmenes que se generen de desechos serán reducidos y de corta duración. Estas actividades serán controladas, evitando que se tire y acumule la basura en el suelo y que se defeque al aire libre, así como evitar el derrame y/o acumulación en el suelo de aceites, hidrocarburos, estopas o cartones impregnados de grasa y aceites. De tal forma que con la aplicación de un programa de residuos como medida de mitigación el impacto se reduce.</p>

<b>Componente Ambiental: Suelo</b>
<b>Elemento ambiental afectado:</b> Grado de erosión
<b>Actividad Causante:</b> Remoción de la vegetación
<b>Impactos netos:</b>

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mayor susceptibilidad a la erosión</li> </ul>
<p><b>Indicador:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Incremento de la tasa de erodabilidad</li> </ul>
<p><b>Descripción del impacto</b></p> <p>Impacto negativo medianamente significativo, de magnitud media y extensión puntual, sinérgico, de corta persistencia y mitigable.</p> <p>El impacto se dará como resultado de la remoción de la vegetación, generando un impacto medianamente significativo y de corta duración, ya que, en la época de lluvias posterior a la finalización de los trabajos, la cubierta vegetal del estrato arbustivo comienza a cubrir el suelo desnudo, proporcionándole una protección contra los procesos erosivos. Al perder los suelos su cobertura natural se presenta, en seguida, una serie de cambios que repercuten de manera negativa en la fertilidad y la productividad natural del suelo. La remoción de la vegetación altera el equilibrio natural, deja la superficie del suelo expuesta a los agentes erosivos e interrumpe el aporte de restos vegetales al suelo. Por otra parte, en las tierras secas, el abandono agrícola y la falta de prácticas adecuadas de manejo han desencadenado fuertes procesos erosivos, los cuales, aunados a la baja fertilidad del suelo tras largos periodos de cultivo, impiden la colonización vegetal o hacen que ésta avance con mucha lentitud, lo que acelera la pérdida del suelo durante los primeros años de abandono.</p> <p>Adicionalmente, cuando un suelo pierde capacidad de retención de agua, bajan los rendimientos, aumenta la escorrentía y el terreno se vuelve más vulnerable a la erosión, debido del impacto de las gotas de lluvia y del aumento de la escorrentía, produciéndose una pérdida neta de suelo y de su capacidad de mantener la vida., por lo que el impacto fue valorado como sinérgico.</p>

<b>Componente ambiental: Geomorfología</b>	
<b>Elemento ambiental afectado:</b>	<b>Relieve</b>
<b>Actividad Causante:</b>	Excavación, cortes y nivelación

<b>Impactos netos:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modificación al relieve</li> </ul>
<b>Indicador:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cambios en la topografía del terreno</li> </ul>
<b>Descripción del impacto</b>
<p>Se trata de un impacto negativo poco significativo, de baja magnitud y extensión puntual, de duración alta y no mitigable.</p> <p>Debido a la naturaleza habitacional, campestre y sustentable del proyecto, la urbanización que se propone para el desarrollo del proyecto será de tipo “ecológico”, adaptándose en la medida de lo posible a la topografía del terreno con el propósito de reducir excavaciones, cortes y rellenos, construyendo únicamente los elementos necesarios para vialidades, las cuales serán de terracería. Sin embargo, aunque en poca medida, las actividades de excavación, cortes y rellenos para el trazo de calles modificara la topografía del terreno en algunas áreas, principalmente el la parte norte del polígono B.</p>

<b>Componente ambiental: Hidrología</b>	
<b>Elemento ambiental afectado:</b>	<b>Calidad del agua</b>
<b>Actividad Causante:</b>	Construcción de obra civil y generación de

residuos sólidos, líquidos y peligrosos
<p><b>Impactos netos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Contaminación de agua</li> </ul>
<p><b>Indicador:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Presencia de grasas, lubricantes, combustibles, solventes u otra sustancia contaminante, así como residuos sólidos y basura</li> </ul>
<p><b>Descripción del impacto</b></p> <p>Se trata de un impacto negativo poco significativo, de baja magnitud y extensión puntual, baja duración y mitigable.</p> <p>Debido a que el trazo de la obra contempla el cruce de un arroyo intermitente, la afectación que puede darse hacia este cuerpo de agua será por derrames accidentales de combustibles y aceites, basura generada por el personal y residuos de los materiales de construcción. Se evitará el vertido de residuos sólidos con un adecuado manejo de desechos y con la instalación y uso de sanitarios portátiles.</p> <p>Aunque el lecho del arroyo no presenta actualmente cauces importantes, los materiales que puedan derivarse de la construcción de obra civil, como son materiales de desecho y derrames de mezcla y concreto, serán inmediatamente retirados del sitio y llevados a los sitios destinados para su almacén. El impacto es mitigable y se puede reducir considerablemente su efecto.</p>

**Componente ambiental: Hidrología**

<b>Elemento ambiental afectado:</b>	<b>Recarga de acuíferos</b>
<b>Actividad Causante:</b>	Remoción de la vegetación por actividades de desmonte y despalme; y Compactación del suelo
<b>Impactos netos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disminución en la recarga de acuíferos</li> </ul>
<b>Indicador:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disminución en la cantidad de agua que se infiltra (captura de agua)</li> </ul>
<b>Descripción del impacto</b>	
<p>Se trata de un impacto negativo poco significativo, de baja magnitud y extensión puntual, baja duración y mitigable.</p> <p>La compactación de suelo afectara negativamente las propiedades físicas del suelo como la porosidad y la permeabilidad. Si adicionalmente se coloca una capa aislante sobre este con la construcción de cimientos y terraplenes sobre la capa original de suelo, habrá una disminución en la capacidad de filtración de agua al subsuelo y en su caso, al manto freático. Sin embargo, dado a su extensión fue valorado como poco significativo, ya que se considera que únicamente los trazos de calles contempladas en el proyecto serán compactados, sin embargo, estas no serán selladas por el uso de pavimento o asfalto. Únicamente los cimientos contemplados para la obra de drenaje transversal serán contruidos con este tipo de material, sin embargo, el área es mínima.</p> <p>El impacto es mitigable con la aplicación de una medida de mitigación de carácter compensatorio.</p>	

Componente Ambiental: Vegetación
<p><b>Elemento ambiental afectado:</b> Cobertura y estructura de la vegetación presentes/ de interés</p> <p style="text-align: right;"><b>Especies</b></p>
<p><b>Actividad Causante:</b> Desmote y despalme del terreno; Circulación de maquinaria y equipo; Contratación de mano de obra</p>
<p><b>Impactos netos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pérdida de cobertura vegetal</li> <li>▪ Afectación a especies presentes y especies de interés</li> </ul>
<p><b>Indicador</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Porcentaje de cobertura vegetal existente antes y después de la implementación del proyecto</li> <li>▪ Número de individuos afectados</li> </ul>
<p><b>Descripción del impacto</b></p> <p>Impacto negativo significativo, de magnitud alta y extensión puntual, con efecto permanente, sinérgico, de duración permanente y mitigable.</p> <p>Con base en los recorridos de campo, la vegetación presente en el sitio corresponde a Selva Mediana Caducifolia y en gran parte, a vegetación secundaria (acahual) asentada sobre un predio previamente utilizado para cultivos de maíz, frijol, calabaza, jamaica y papaya, se considera que la vegetación sea retirada mediante el desmote debido a que sobre esta área se realizará la lotificación del predio. La mayor parte de la vegetación que será eliminada está constituida por especies sin ningún uso aparente o valor comercial, además que los individuos que la constituyen presentan en promedio diámetros menores a 10 cm.</p> <p>El impacto es de carácter adverso, y permanente, pero puntual ya que se perderá sólo una parte de la cobertura vegetal existente en el predio y con ello los procesos asociados de carácter físicos, químicos y biológico, considerando únicamente la remoción total de la vegetación sobre el trazo de calles y vialidades.</p> <p>Aunque en los polígonos del proyecto no se detectaron especies de flora y vegetación bajo estatus, en el sistema ambiental se registro la presencia de individuos bajo algún estatus de protección de acuerdo a</p>

Componente Ambiental: Vegetación	
Elemento ambiental afectado: Cobertura y estructura de la vegetación Especies presentes/ de interés	
<p>la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo cual se prevé la aplicación de un Programa de Rescate de Flora, asimismo, en la medida de lo posible, los individuos que se encuentren bajo protección no serán retirados, principalmente aquellos de categorías diamétricas superiores.</p> <p>Asimismo, como resultado del uso de maquinaria y presencia de trabajadores, se prevé la afectación a individuos directamente, ya sea por la recolección de estos, o daños directos ya sea de manera intencional o accidental, por lo que previo a la intervención se contemplan medidas de mitigación de tipo preventivas, correspondientes a la delimitación de las áreas a intervenir y un programa de educación ambiental dirigido principalmente a los trabajadores, así como la aplicación de un programa de rescate de flora y/o reforestación con mantenimiento en vivero para su posterior reintroducción en áreas aledañas con especies nativas de la zona como medida de compensación, o en su caso, el pago correspondiente por la compensación ambiental establecida en el procedimiento para el cambio de uso de suelo por la autoridad competente.</p>	

Componente Ambiental: Fauna	
Elemento ambiental afectado: Hábitat	
Actividad Causante: Desmonte y despalme del terreno	
<p>Impactos netos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reducción de hábitat de fauna silvestre</li> </ul>	
<p>Descripción del impacto</p> <p>Impacto negativo medianamente significativo, de magnitud media y extensión puntual, de duración temporal y mitigable.</p> <p>La pérdida de la vegetación natural influye directamente en la pérdida</p>	

Componente Ambiental: Fauna
<b>Elemento ambiental afectado: Hábitat</b>
<p>de hábitat de especies silvestres. El hábitat del predio donde se llevará a cabo el proyecto proporciona alimento, refugio y cobertura al elemento faunístico que ocupa las unidades de selva mediana caducifolia. La remoción de la vegetación en el predio conllevará la afectación indirecta a la fauna silvestre. En este sentido, las actividades propias de la preparación del sitio como el desmonte y despalme y Construcción de instalaciones, generará la pérdida de hábitats para las distintas especies de fauna debido a la remoción de la vegetación en las 5.26 hectáreas que contempla el área de lotificación.</p> <p>Previo a la intervención se contemplan medidas de mitigación de tipo preventivas, así como la aplicación de un programa de ahuyentación y rescate de fauna para su posterior reubicación en áreas aledañas al proyecto destinada para tal fin, con lo cual el impacto hacia este elemento se minimizará.</p>

Componente Ambiental: Fauna
<b>Elemento ambiental afectado: Distribución de la fauna</b>
<b>Especies</b>
<b>presentes/especies de interés</b>
<b>Actividad Causante:</b> Desmonte y despalme del terreno; Circulación de maquinaria y equipo; Contratación de mano de obra
<p><b>Impactos netos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modificación a la distribución de fauna</li> <li>▪ Afectación a individuos presentes en el área</li> </ul>
<p><b>Descripción del impacto</b></p> <p>Impacto negativo poco significativo, de magnitud baja y extensión puntual, de corta duración y mitigable.</p> <p>Los elementos ambientales considerados para este componente incluyen la estructura de la comunidad, especies de interés y especies bajo protección. El primer elemento se refiere a los grupos que conforman las diferentes comunidades animales presentes en la zona de proyecto y</p>

Componente Ambiental: Fauna	
Elemento ambiental afectado:	Especies
<b>Distribución de la fauna presentes/especies de interés</b>	
<p>que pertenecen al ecosistema terrestre, englobando aspectos de distribución, abundancia e interacciones de carácter inter e intraespecífico, donde resalta la importancia de especies dominantes dentro de las comunidades. Esta actividad producirá afectaciones que se espera incidan sobre los individuos de las distintas especies reportadas tanto para la zona del proyecto. El impacto se producirá básicamente durante las labores de despalme, los organismos que se verán mayormente afectados son aquellos de lento desplazamiento (lagartijas, posibles culebras y ratones), por otro lado la circulación de vehículos y maquinaria podrían afectarlos por un posible atropellamiento. Asimismo, la presencia de trabajadores en la zona podría propiciar la caza ilegal de animales o la muerte y captura por parte de los trabajadores. Para estos impactos se tiene contempladas medidas de mitigación.</p> <p>El impacto es negativo poco significativo, debido a la que la abundancia de animales fue baja en el predio, se considera de corto plazo y cesara al terminar la etapa de preparación y construcción del del sitio. Las medidas de mitigación contempladas para estos impactos se consideran de mediana eficacia y todo dependerá del grado de cumplimiento y aplicación de las mismas. Estas medidas consisten en una estricta delimitación del área de trabajo, así como la aplicación del programa de educación ambiental que propicie la protección de especies y donde se señale la importancia de proteger a la vida silvestre presente en la zona de proyecto.</p>	

Componente Ambiental: Paisaje	
Elemento ambiental afectado:	Calidad visual
<p><b>Actividad Causante:</b> Desmonte y despalme del terreno; Circulación y funcionamiento de maquinaria y equipo; Generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos.</p>	
<p><b>Impactos netos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modificación del paisaje natural</li> </ul>	

Componente Ambiental: Paisaje	
Elemento ambiental afectado:	Calidad visual
Indicador:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cambio en la calidad visual</li> </ul>	
<p>Las acciones de desmonte y despalde en el área del proyecto, ocasionarán un cambio visible en los componentes estructurales del paisaje, concretamente en la vegetación. La eliminación de la cubierta vegetal ampliará en campo visual de los observadores y el alcance visual ampliará su radio hacia el exterior del predio, pero se perderán los elementos que actualmente le dan identidad al paisaje. Es decir, los remanentes de la vegetación original y su estructura combinada con elementos introducidos. Una vez efectuado el desmonte el suelo quedará desnudo y expuesto por lo que no habrá elementos de contraste visual. El impacto se considera de baja magnitud debido a que el área por afectar es relativamente menor en el contexto local y también porque se trata de un paisaje previamente modificado.</p> <p>El impacto durará el tiempo que tarde en crecer nuevamente la vegetación secundaria, sería un periodo de 1 a 5 años para recuperar la condición de acahual que actualmente tiene. Esto, en caso de que el predio no fuera utilizado para alguna actividad. Sin embargo, si posterior al desmonte se construye en él, entonces el impacto será permanente por la acumulación de otro impacto. El impacto es potencialmente reversible en el caso de que, como ya se indicó, el proyecto se abandonara después del desmonte. Sin embargo, con el desarrollo del proyecto, el paisaje y su calidad visual serán afectadas inevitablemente en el predio. No tiene mitigación ya que es una acción necesaria y que deberá ejecutarse al cien por ciento para el desarrollo del proyecto.</p> <p>Por otro lado, la circulación de maquinaria y equipo, así como la presencia de residuos, afecta la calidad visual de manera temporal, tal impacto podrá ser mitigado apropiadamente con la aplicación de un plan de manejo de residuos. El efecto producido por la presencia de maquinaria desaparecerá una vez concluidos los trabajos.</p>	

Componente Ambiental: Socioeconómico	
<p><b>Elemento ambiental afectado:</b> Empleo y mano de obra de vida económicas</p>	<p>Calidad y estilo de vida</p> <p>Actividades económicas</p>
<p><b>Actividad Causante:</b> Contratación de mano de obra</p>	
<p><b>Impactos netos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Incremento en empleos temporales para la población de la zona</li> <li>▪ Incremento en la calidad y estilo de vida</li> <li>▪ Incremento de las actividades económicas del municipio</li> </ul>	
<p><b>Indicador:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Número de empleos generados</li> </ul>	
<p><b>Descripción del impacto</b></p> <p>Impacto positivo poco significativo, de alcance local, temporal y sinérgico.</p> <p>La implementación del proyecto traerá consigo la generación de empleos y ocupación de mano de obra a nivel local. El cambio de uso de suelo del proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote” creará oportunidades comerciales, promoverá pagos de derechos a las instancias federales, estatales y municipales, que derivan de los diferentes permisos, oferta de trabajo profesional, técnico y de oficio; adquisición de materiales, contratación de obreros y especialistas, activación de la economía de manera directa e indirecta y derrama</p>	

económica en la zona.

Durante la etapa de preparación del sitio el proyecto generara una fuente de trabajo temporal que beneficiara a los habitantes de la localidad. El impacto es positivo pero poco significativo y de corto plazo. Posterior a esto, la venta de terrenos, requerirá de personal dedicado a esta actividad a mediano plazo, con lo cual se espera un impacto benéfico significativo de extensión local.

Asimismo, durante la etapa de operación del proyecto, se generan empleos para la limpieza y venta de terrenos, lo cual posteriormente contribuirá a la recaudación de impuestos para el municipio, en este sentido el impacto que se generara es medianamente significativo de carácter positivo, y permanente, impactando directamente al sistema municipal debido al pago de derechos e impuestos.

<b>Componente Ambiental: Socioeconómico</b>	
<b>Elemento ambiental afectado:</b>	<b>Salud pública y laboral</b>
<b>Actividad Causante:</b>	Riesgos asociados
<b>Impactos netos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Posibles accidentes ocurridos a los trabajadores</li> <li>▪ Accidentes provocados a la población</li> </ul>
<b>Indicador:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de accidentes ocurridos durante la etapa de preparación y construcción</li> </ul>
<b>Descripción del impacto</b>	
Impacto negativo, poco significativo de alcance local y temporal.	
<p>Los accidentes que se pueden generar por el transporte de material y principalmente a pobladores de la localidad que se encuentren en el área o en los trayectos y a los mismos trabajadores. En la cercanía a la zona de proyecto, existen poblaciones humanas aunque el paso de personas no es continuo. El impacto es poco significativo</p> <p>La medida es preventiva y de tipo media y se aplicara durante la etapa de preparación y construcción implementando un Reglamento de</p>	

Seguridad.

#### V. 4. CONCLUSIONES

El desarrollo del proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote” generará un total de 61 impactos ambientales, de los cuales 52 son negativos y 9 positivos. La mayor parte de los impactos negativos serán poco significativos, y la aplicación adecuada de una medida de mitigación podría reducir su magnitud considerablemente.

Los elementos ambientales mayormente afectados de forma negativa por el desarrollo del proyecto serán las características físicas y químicas del suelo, la calidad visual (paisaje), cobertura y especies de flora y fauna presentes.

Mientras que, evidentemente, el desmonte y despalme es la actividad que mayor impacto tiene en el medio ambiente, por lo que se proponen medidas de mitigación para los efectos adversos en los distintos componentes ambientales sobre los que tendrá influencia, las cuales se presentan de manera más desarrollada en el siguiente apartado.

Considerando que el objetivo de la evaluación ambiental es asegurar que los problemas potenciales sean identificados y tratados en la fase inicial de la planificación y diseño del proyecto, de tal forma que la

identificación de los elementos ambientales que serán afectados de forma adversa y los impactos ambientales potenciales en la primera etapa de la planificación del proyecto, propician la selección de las alternativas más apropiadas, prevención de contaminación, y la aplicación de mejores prácticas de manejo para reducir la magnitud de los impactos ambientales que resultan de las actividades. En este sentido, y para evitar posibles desviaciones de los impactos previstos y poder adoptar a tiempo las medidas de mitigación de tipo preventivo, correctoras o de compensación necesarias, es importante llevar a cabo un programa de vigilancia ambiental.

El cambio de uso de suelo del proyecto creará oportunidades comerciales, promoverá pagos de derechos a las instancias federales, estatales y municipales, que derivan de los diferentes permisos, oferta de trabajo profesional, técnico y de oficio; adquisición de materiales, contratación de obreros y especialistas, activación de la economía de manera directa e indirecta y derrama económica en la zona, por lo que los impactos positivos que el proyecto generara están dirigidos básicamente hacia el componente socioeconómico.

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

### **VI. 1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA**

Las actividades que se desarrollaran como parte de la implementación del proyecto tienen un impacto puntual a nivel de predio debido a la necesidad obligada de desmonte y despalme, sin embargo, el presente estudio pretende establecer la viabilidad ambiental demostrando que la carga que ha de recibir el sistema ambiental es mitigable y que no pondrá en riesgo la biodiversidad y los procesos ecológicos del sistema ambiental, tampoco ocurrirán procesos de erosión irreversibles dentro del Sistema Ambiental delimitado para este estudio a nivel de microcuenca, o a una escala mayor.

Por otra parte, el predio seleccionado para el desarrollo del proyecto se encuentra fuera de los límites de áreas naturales protegidas, Regiones

hidrológicas o marinas prioritarias o Áreas de Importancia para la Conservación de Aves.

Derivado del análisis realizado en los apartados anteriores y en cumplimiento a lo estipulado en el artículo 117 la Ley General de Desarrollo Forestal sustentable, en los siguientes puntos se presentan los argumentos y valoraciones que dan evidencia de que la implementación del proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote” :

- a) No comprometerá la biodiversidad
- b) No provocara la erosión de los suelos
- c) No se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación
- d) Los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo

### ***No se comprometerá la biodiversidad***

Se considera que la caracterización cualitativa y cuantitativa de la vegetación realizada en este estudio (capítulo IV), es un paso hacia el entendimiento de la estructura, la diversidad de especies, la abundancia y la dinámica de las comunidades vegetales en la zona de estudio. Uno de los objetivos de esta investigación fue describir la estructura y composición de la vegetación en el predio y SA, cuya información servirá para tomar medidas de protección y conservación del germoplasma local.

La implementación del proyecto afectará algunas especies forestales, sin embargo, no se verán eliminadas, ya que dentro del SA son abundantes. Por otra parte, la vegetación presente en las áreas de aprovechamiento de la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo será eliminada de forma gradual. Las especies incluidas en la NOM059-SEMARNAT-2010, serán sujetas a rescate y reubicación.

Los índices de biodiversidad obtenidos de flora y fauna silvestre tanto en el sistema ambiental como en el predio y que han sido comparados en este estudio, representa uno de los argumentos para concluir que no se pone en riesgo la biodiversidad del ecosistema, puesto que tanto el ecosistema, como las especies prevalecen fuera del predio por lo que no se afectarán o pondrán en riesgo. Asimismo, el programa de rescate de flora y el programa de reforestación propuestos como medidas de

mitigación garantiza que la riqueza florística no será menguada por el proyecto.

<b>Cuadro VI. 1. 1. Índices de riqueza, diversidad y similaridad de las especies de flora registradas en el predio y en el SA</b>				
<b>Especies</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Predio</b>	<b>SA</b>	<b>Total</b>
<i>Acacia cochilliacantha</i>	quebrache	1	0	1
<i>Acacia collinsii</i>	cornezuelo	1	2	3
<i>Albizia leucocalyx</i>	palo de fierro	1	1	2
<i>Amphipterygium adstringens</i>	cuachalala	3	3	6
<i>Andira indermis</i>	tololote	0	1	1
<i>Apoplanesia paniculata</i>	palo de arco	4	4	8
<i>Bonellia macrocarpa</i>	rosadilla	5	5	10
<i>Bunchosea lanceolata</i>	ramon	0	1	1
<i>Bursera excelsa</i>	copal	14	9	23
<i>Bursera simaruba</i>	mulato	4	5	9
<i>Caesalpinia velutina</i>	frijolillo	55	9	64
<i>Casearia tremula</i>	crementina	1	2	3
<i>Cedrela odorata</i>	cedro	0	1	1
<i>Ceiba aesculifolia</i>	pochote	1	2	3
<i>Cnidoscylus sp</i>	mano de tigre	4	4	8
<i>Colochpermum vitifolium</i>	cojon de caballo	2	1	3
<i>Comocladia engleriana</i>	tatatil	1	1	2
<i>Coulteria platyloba</i>	ocotin	4	0	4
<i>Dyospiros sp</i>	zapote	7	5	12
<i>Erythrina americana</i>	Zompantle	0	2	2
<i>Exotema caribaeum</i>	quina	5	4	9
<i>Gliricidia sepium</i>	cacahuananche	0	1	1
<i>Guapira petenensis</i>	palo de vaso	1	0	1
<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i>	mano de danta	6	4	10
<i>Heliocarpus donell-smithii</i>	Cortaelagua	2	4	6
<i>Homalium trichostemon</i>	palo de piedra	5	1	6
<i>Jacaratia mexicana</i>	papayo	2	3	5
<i>Jatropha curcas</i>	piñoncillo	1	1	2
<i>Leucaena esculenta</i>	huaje rojo	3	1	4
<i>Leucaena leucocephala</i>	Huaje blanco	0	3	3
<i>Libidibia sclerocarpa</i>	ebano	2	1	3
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	matabuey	15	4	19
<i>Maclura tinctoria</i>	mora	1	1	2
<i>Mimosa sp</i>	zarza	2	1	3
<i>Morfoespecie 1</i>	cacho de toro	12	0	12

**Cuadro VI. 1. 1. Índices de riqueza, diversidad y similaridad de las especies de flora registradas en el predio y en el SA**

Especies	Nombre común	Predio	SA	Total
<i>Nopalea dejecta</i>	nopal montes	1	1	2
<i>Plumeria rubra</i>	tolosuche	2	3	5
<i>Quararibea funebris</i>	molinillo	3	1	4
<i>Randia thurberi</i>	arbol de cruz	2	1	3
<i>Ruprechtia fusca</i>	carnerito verde	2	1	3
<i>Stemmadenia obovata</i>	lechoso	8	10	18
<i>Stenocereus prinosus</i>	pitahaya	1	1	2
<i>Tabebuia spp</i>	macuil mareño	3	3	6
<i>Acacia cochilliacantha</i>	quebrache	1	0	1
<i>Acacia collinsii</i>	cornezuelo	1	2	3
<i>Albizia leucocalyx</i>	palo de fierro	1	1	2
<i>Amphipterygium adstringens</i>	cuachalala	3	3	6
Total individuos		187	108	295
Número total de especies		37	39	Índice de Sorensen 88.84
Índice de Simpson		0.113	0.044	
Índice Margalef		6.88	8.12	
Índice Shannon-Wiener		2.88	3.4	

Derivado del análisis de riqueza, diversidad y similitud entre el SA y las áreas sujetas a CUSTF se determinó que el sitio de estudio posee una alta riqueza de especies. De igual manera, el valor obtenido en los sitios testigo nos muestran que dentro del sistema ambiental la riqueza de especies es mayor, con un Índice de Margalef = 8.12. Los valores del Índice de Shanon-Wiener obtenidos tanto a nivel del área sujeta a CUSTF (2.8) como para el SA (3.4) denota una alta diversidad del ecosistema. La estimación del inverso del índice de Simpson ( $invD=1-D$ ) nos indica que las comunidades, en ambos niveles, presentan una repartición de la abundancia equitativa (D). Compartiendo casi el 90% de las especies, de acuerdo al índice de similitud obtenido.

La vegetación tanto a nivel predio como en el SA mantiene valores de riqueza y diversidad de especies de leñosas dentro del intervalo reportado para este tipo de vegetación en México, los cuales van de 34 a 111 sp., de acuerdo a lo reportado por diversos estudios como Trejo y Dirzo, (2002); Durán *et al.* (2006) y Hernández-Ramírez y García Méndez (2015), entre otros. Los valores del índice de diversidad de Shannon en las áreas muestreadas coinciden con lo estimado para otros bosques secos de México ( $H' = 2.84$  a 4.17) de acuerdo a Trejo y Dirzo (2002), Gallardo-

Cruz *et al.* (2005), Durán *et al.* (2006) y Williams-Linera y Lorea (2009).

Según el índice de similitud de Sorensen, ambos sitios de muestreo (predio - SA) son similares en composición (88.8%) posiblemente debido a la alta diversidad local que este ecosistema (SMC) presenta, por lo que existe la posibilidad de que en distintas muestras de los mismos sitios el número de especies se mantenga, aunque su composición probablemente sería diferente.

En lo que respecta a la fauna, con base a las listas de especies reportadas para la zona, encontramos una alta riqueza con respecto a la registrada en el predio, por lo que su permanencia en el SA no se vera comprometida por la implementación del proyecto. Adicionalmente, derivado de las medidas de mitigación se propone la aplicación de un programa de Rescate de fauna, con lo cual se promoverá la protección de las especies.

Finalmente, derivado del muestreo realizado en los polígonos del proyecto que serán afectados por el desarrollo de las obras y del SA, se encontro una riqueza de especies similar, asi como una alta diversidad de acuerdo al índice H obtenido.

De esta forma y como resultado de los parámetros estimados en este estudio podemos concluir que la implementación del proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote” *no comprometerá la biodiversidad* a nivel ecosistema o en SA, ya que no posee especies únicas y no es un ecosistema frágil de difícil regeneración.

**Cuadro VI. 1. 2.** Índices de diversidad de aves registradas en los polígonos del predio (PP) y en el sistema ambiental(SA)

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	Registradas	
				PP	SA
Aves	Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla Gris	0	1
	Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal Rojo	4	1
	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común	9	20
	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	6	15
	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga	6	12
	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas	3	0
	Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca Cara Blanca	0	6
	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo Canelo	2	3
	Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Calandria Dorso Negro	0	2

Momotidae	<i>Momotus mexicanus</i>	Momoto Corona Canela	3	2
Parulidae	<i>Leiothlypis peregrina</i>	Chipe Peregrino	0	1
Picidae	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero Pico Plateado	2	1
Poliophtilidae	<i>Poliophtila albiloris</i>	Perlita Pispirria	4	2
Poliophtilidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita Azulgris	0	6
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro Frente Blanca	6	6
Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico Frente Naranja	2	8
Psittacidae	<i>Amazona finschi</i>	Loro Corona Lila	0	2
Trochilidae	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí Garganta Rubí	2	4
Trochilidae	<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí Pico Ancho	4	0
Troglodytidae	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	Matraca Nuca Canela	3	5
Troglodytidae	<i>Pheugopedius felix</i>	Saltapared Feliz	2	0
Trogonidae	<i>Trogon citreolus</i>	Coa Citrina	5	6
Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas Triste	2	5
Tyrannidae	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas Gritón	5	5
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo Común	3	7
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirirí	2	5
<b>Total individuos</b>	(N)		<b>75</b>	<b>125</b>
<b>Número total de especies</b>	(S)		<b>20</b>	<b>23</b>
<b>Índice de Simpson</b>	$D = \sum P_i^2$		<b>0.062</b>	<b>0.075</b>
<b>Índice Margalef</b>	$D = S - 1 / \ln N$		<b>4.401</b>	<b>4.556</b>
<b>Índice Shannon-Wiener</b>	$H = -\sum P_i * \ln P_i$		<b>2.882</b>	<b>2.827</b>

### *No provocara la erosión de los suelos*

Con el fin de determinar si la alteración de las condiciones naturales del predio, puede elevar el riesgo de pérdida de suelo, en el capítulo IV se realizó el cálculo de erosión con base a formula de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (Wischemeier y Smith, 1978). Para estimar la erosión del suelo se utilizó la ecuación:

$$A = R K LS C P$$

Donde:

A = tasa de erosión anual (ton/ha/año)

R = factor de erosividad de la lluvia (MJ. mm/ha.h)

K = factor de erodabilidad del suelo (ton.h/ MJ.mm)

LS = factor topográfico longitud-pendiente

C = factor de vegetación y cultivo  
P = factor de prácticas conservación.

### *Factor R*

El factor R representa, para un área específica, la energía potencial de la lluvia y su escurrimiento asociado; es el factor de tipo climático que indica el potencial erosivo de las precipitaciones. Normalmente este factor es determinado con los datos de lluvia, es decir, se obtiene la intensidad máxima de lluvia en treinta minutos consecutivos ( $I_{30}$ ) y se determina la energía cinética asociada ( $E_c$ ). El producto de ambas es la erosividad de la lluvia. Debido a la carencia de información relativa a la intensidad en periodos de tiempo tan cortos, se optó por la metodología descrita a continuación. A partir de la Precipitación Media Anual (PMA) se aplicaron las ecuaciones de erosividad asociadas con las 14 diferentes regiones de la república mexicana (figura 2 y cuadro 2) determinadas por Cortés (Becerra, 1997). La contribución más importante relativa a la estimación del presente factor consiste en el empleo del arreglo regular de precipitación de Agroasemex con datos diarios de 1979 a 2007 (Agroasemex, 2008), para la estimación de la PMA. Dicho arreglo ha sido creado mediante la metodología de interpolación de Cressman. El método se basa en la corrección de un campo preliminar de precipitación modelada que es corregido a partir de los registros de precipitación (Cressman, 1959) presentes en la base de CLICOM y GASIR. El producto final consiste en un arreglo de datos diarios con resolución espacial de 20 km. A diferencia del método de polígonos de Thiessen, no es necesario seleccionar aquellas estaciones que tienen un registro largo para realizar análisis de variabilidad en el tiempo. Cressman permite aprovechar todos los registros encontrados en un día dado, sin importar la existencia de un registro histórico largo en las estaciones incluidas. Además, sus dimensiones son regulares, por lo cual se espera que el método ofrezca una mejor representación de la variabilidad espacial y temporal del campo de precipitación. De esta manera se han estimado ecuaciones regionalizadas para la república mexicana (Becerra, 1997).

De acuerdo a la Regionalización Nacional de factor R y ecuaciones regionalizadas para la Republica mexicana (Montes-Leon *et al.*, 2011)<sup>62</sup>, la zona donde se pretende desarrollar el proyecto se ubica en la región 12 la ecuación utilizada es la siguiente:

$$2.4619 * P + 0.006067 * P^2$$

Con base a esto para estimar R, tenemos que:

$$R = 2.4619 * P + 0.006067 * P^2$$

*Donde:*

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

P= Precipitación media anual

Considerando que la Precipitación Media Anual en la zona del proyecto es de 1332 mm, tenemos que:

$$R = 2.4619 (1332) + 0.006067 * (1,774,224)$$

$$R = 3,279.5 + 10,764.21 = 14,043.7 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

*Factor K*

El factor *K* indica el grado de susceptibilidad o resistencia de un horizonte específico del suelo a la erosión. La erodabilidad del suelo es una propiedad compleja y se concibe como la facilidad con la cual es desprendido por: 1) el salpicado de las gotas durante un evento de lluvia, 2) el flujo superficial o 3) por la acción de ambos fenómenos. Sin embargo, desde un punto de vista más cuantitativo, la erodabilidad del suelo puede entenderse como el cambio en la pérdida de suelo por unidad de fuerza o energía externa aplicada (Montes, 2002)<sup>63</sup>.

La erodabilidad representa un valor promedio integral anual de la pérdida de suelo en respuesta a procesos de erosión e hidrológicos, entre los que destaca lo siguiente: el desprendimiento y transporte por el impacto de las gotas de lluvia y el escurrimiento superficial; la depositación localizada debida a la topografía natural e inducida por las operaciones de labranza, y la infiltración del agua en el perfil del suelo.

<sup>62</sup> Montes-León. M.A.L., E.M. Uribe-Alcantara y E. García-Celis. 2011. Mapa Nacional de Erosión Potencial. Tecnología y Ciencias del Agua 1: 5-17.

<sup>63</sup> Montes-León. M.A.L., E.M. Uribe-Alcantara y E. García-Celis. 2011. Mapa Nacional de Erosión Potencial. Tecnología y Ciencias del Agua 1: 5-17.

Tradicionalmente, la metodología usada para la determinación de dicho factor es el nomograma de Wischmeier y Smith (Ver Figura IV.3.4. capítulo IV), el cual toma en cuenta ciertas propiedades del suelo, como contenido de materia orgánica, contenido de arenas, contenido de limos, estructura y permeabilidad, entre otras.

De acuerdo con la clasificación del tipo de suelo y de su textura superficial (gruesa, media o fina), se le asigna el factor  $K$ , se determinó que el tipo de suelo presente en el área del proyecto es Regosol (RG) con textura F por lo que el factor  $K$ , para este tipo de suelo es 0.013 (Ver Figura IV.3.4. capítulo IV).

### ***Factor LS***

El efecto de la topografía sobre la erosión está representado por los factores: longitud ( $L$ ) y grado de pendiente ( $S$ ). La longitud  $L$  se define como la distancia desde el punto de origen de un escurrimiento hasta el punto donde decrece la pendiente, al grado de que ocurre una sedimentación o bien hasta el punto donde el escurrimiento, una vez concentrado, encuentra un canal de salida bien definido.

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:

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

*Donde:*

S = Pendiente media del terreno  
 H<sub>f</sub> = Altura más alta del terreno  
 H<sub>i</sub> = Altura más baja del terreno  
 L = Longitud del terreno

Si el nivel de la parte alta es de 140 msnm y la elevación en la parte baja es de 120 msnm, entonces la diferencia en elevaciones es de 20 m.

Si la longitud del terreno es de 200 m entre las más alta y la más baja, entonces la pendiente media del terreno sería de:

120) / 200

$$S = (140 -$$

$$S = 0.10$$

La pendiente media en el predio es de 0.10

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

$$LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2)$$

*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 para pendiente superiores al 5% según literatura.

De esta forma tenemos que para el predio bajo estudio

$$\lambda = 200 \text{ m}$$

$$S = 0.10$$

$$m = 0.5$$

$$LS = (200)^{0.5} (0.0138 + 0.00965 (.10) + 0.00138 (.10)^2)$$

$$LS = (14.142) * (0.0138 + 0.00965 + 0.000138) = (14.142) (0.02346) = 0.3317$$

### *Factor C*

El factor *C* se asigna con el objeto de reflejar el efecto de la vegetación y las prácticas de manejo en las tasas de erosión. Se trata del factor usado con más frecuencia para comparar el efecto relativo de diferentes opciones de manejo en un plan de conservación. Dicho factor indica cómo el plan de conservación afectará la tasa promedio anual de

erosión, y cómo la pérdida potencial de suelo se distribuirá en el tiempo durante las actividades de construcción, rotación de cultivos u otros esquemas de manejo, así como los cambios en el uso de suelo. Para una condición estándar, es decir, sin cobertura vegetal y con barbecho continuo, la cual es extrema en cuanto a que representa las condiciones más favorables para la erosión, el valor de  $C$  es la unidad. A medida que la cobertura vegetal sea mayor, el valor de  $C$  es cada vez menor, por lo que el rango para este parámetro va de 0 (correspondiente a un terreno totalmente protegido) a 1.0 (para terrenos sin ninguna protección). Además de la vegetación activa, en el valor de  $C$  se toma en cuenta la presencia de residuos de plantas muertas, las raíces, los sistemas radicales de los pastos y árboles, ya que todos estos elementos contribuyen a mantener al suelo en su sitio e incrementan la infiltración. El coeficiente asociado con este factor será asignado de acuerdo con diversas bibliografías (Renard, 1997; Montes, 2002; Becerra 1997, entre otras) y asociado con la información más reciente de INEGI de uso de suelo y vegetación, correspondiente a la Carta de Uso del Suelo y Vegetación 1:250,000 Serie III. Dicha carta contiene información geográfica de la condición de la vegetación de la república mexicana, actualizada al 2002-2003, y representa la tercera etapa en el seguimiento multitemporal de los cambios que ha sufrido el paisaje. Cada uno de sus conjuntos de datos digitales contiene información de la cubierta vegetal y uso agrícola, que fue obtenida a partir de la interpretación convencional de imágenes LandSat ETM, con 25 metros de resolución, tomadas a principios de 2002, y con apoyo de espaciomapas 2000, generados a partir de imágenes LandSat a 30 m, y respaldada con trabajos de campo en los años 2002, 2003 y principios de 2004 (INEGI, 2005). Esta cartografía de recursos naturales muestra la ubicación, distribución y extensión de diferentes ecosistemas vegetales y sistemas agrícolas con sus respectivas variantes: tipos de vegetación, tipos de agricultura, e información ecológica relevante.

De acuerdo al tipo de vegetación y tipo de suelo presente en el predio donde se pretende desarrollar el proyecto el factor  $C$  es de 0.45 (Ver Figura IV.3.6, capítulo IV de este documento).

### ***Factor P***

Por definición, el factor de práctica de soporte  $P$  en *USLE* es la tasa relativa de pérdida de suelo con una práctica específica con respecto a la pérdida de suelo correspondiente con un laboreo combinado, volteando

el suelo pendiente arriba y pendiente abajo. Las prácticas de soporte afectan principalmente la erosión mediante la modificación del patrón de flujo, grado de pendiente o dirección del escurrimiento superficial, y mediante la reducción de la tasa y cantidad de escurrimiento.

Algunas de las prácticas de soporte que se consideran en la evaluación de P para áreas cultivadas son las siguientes: surcado al contorno (laboreo, siembra y plantación, siguiendo las curvas de contorno o nivel), cultivos en faja, terraceo, establecimiento de obras de drenaje subsuperficial. En áreas semiáridas o pastizal son consideradas las prácticas de disturbio del suelo para el almacenamiento de humedad y reducción del escurrimiento. El factor P no considera prácticas de labranza mejoradas, tales como cero labranzas, labranza de conservación, rotaciones de cultivo, tratamientos de fertilidad y manejo de cosecha. Tales prácticas son consideradas en el factor C. Se revisó la información disponible y no se detectó algún área significativa en donde se lleve a cabo algún tipo de práctica de conservación, por lo que el factor P se consideró como la unidad.

### Estimación de la pérdida de suelo en el área del proyecto

Una vez que se obtuvieron cada uno de los factores que conforman la USLE, se realizó el producto, como lo establece la ecuación USLE para obtener la erosión hídrica estimada para el sitio donde pretende desarrollarse el proyecto, el cual de acuerdo a los rangos de clasificación de erosión hídrica es clasificada como baja (Montes-León *et al.*, 2011)<sup>64</sup>

$$A = R K LS C P$$

$$A = (14,043.7) (0.013) (0.3317) (0.45) (1) = 27.25 \text{ ton/año}$$

Adicionalmente el área donde se pretende desarrollar el proyecto esta catalogada por de acuerdo al mapa de erosión de suelos, el tipo y grado de erosión potencial (INEGI 2014) como *sin erosión evidente*, por lo que, de acuerdo a los análisis aquí presentados, y a la naturaleza y características del proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote” se concluye que la erosión que potencialmente pudiera provocar su implementación no se generara a tal magnitud que se comprometa la conservación de de suelos tanto en el predio como en el SA.

<sup>64</sup> Montes-León. M.A.L., E.M. Uribe-Alcantara y E. García-Celis. 2011. Mapa Nacional de Erosión Potencial. Tecnología y Ciencias del Agua 1: 5-17.

*No se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación*

De acuerdo a los cálculos de captura de agua realizados en el Capítulo IV de este estudio, se estimó la cantidad de agua que capturan dichas superficies con base en la siguiente fórmula:

**Captura de agua = Agua que precipita - Agua que escurre - Evapotranspiración**

*Donde:*

*Agua que precipita = 1,332 mm anuales.*

*Escurrimiento (Ce) = 0.0379*

*Evapotranspiración = 926.9 mm/año.*

Por lo que la captura de agua que actualmente se tiene en el sitio del proyecto es de **355.2 mm/año**.

**Si consideramos un escenario con proyecto y sin aplicación de medidas de mitigación se tendría que:**

El valor de K, considerando áreas incultas y desnudas de alta permeabilidad, sería de 0.26. Como K es mayor que 0.15 el Coeficiente de escurrimiento anual (CE) se determina a través de la ecuación:

$$Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15)/1.5$$

De esta forma:

$$Ce = 0.26 (1332-250)/2000 + (0.26-0.15)/1.5$$

$$Ce = 0.26 (1082)/2000 + (0.11)/1.5 = 0.14066 + 0.07333 = \mathbf{0.21399}$$

Por lo que la captura de agua bajo este escenario es: 1

$$1332 - (1332(0.21399)) - 926.3 = 1332 - 285 - 926 = \mathbf{121 \text{ mm/año}}$$

Sin embargo, es preciso mencionar que la implementación del proyecto considera la aplicación de medidas de mitigación, las cuales bajo la aplicación de un Programa de Supervisión Ambiental se considera que serán

implementadas de manera correcta y al 100% una vez autorizado. Bajo este escenario, se estima que *no se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación*, a tal grado que represente un factor de riesgo dentro del sistema ambiental. Adicionalmente si consideramos que la pérdida de suelo y recarga hídrica puede mitigarse en un porcentaje superior, aplicando medidas de compensación como la reforestación en un área similar a la del proyecto.

## VI. 2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

*Los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo*

Los modos de vida cambiantes y el crecimiento demográfico conllevan a cambios de uso del suelo. El cambio de modo de vida de los habitantes de la región afecta el uso de suelo, ya que al paso del tiempo se ve alterado u obligado a modificarse de acuerdo con nuevas necesidades de la gente. En la zona donde se ubica el proyecto, históricamente el turismo generó un cambio de vida de los residentes al pasar de una zona rural dedicada primordialmente a las actividades primarias de autoconsumo (pesca, agricultura y caza) a otra ligada con una diversidad de actividades orientadas al sector servicios, lo cual incrementó la demanda de servicios básicos principalmente de la vivienda.

Algunos factores que contribuyeron al proceso del cambio de uso de suelo en la zona, observados en los recorridos de campo son evidentes, tales como el abandono de la agricultura, influencia urbana y asentamientos humanos dispersos. La falta de rentabilidad de la agricultura, la ocupación de la gente en actividades no agrícolas y las dinámicas sociales locales conllevan el desinterés por la agricultura, sobre todo por las personas jóvenes, por lo cual es posible observar en la zona una gran cantidad de terrenos agrícolas en estado de abandono.

Dado a este abandono de las actividades agrícolas, actualmente el sitio del proyecto no genera ingreso alguno y por su parte genera gastos no redituables tales como trabajos de mantenimiento y vigilancia, entre otras, lo que se traduce en una pérdida monetaria para el propietario. Sin embargo, con el desarrollo del proyecto, se podrán obtener beneficios económicos tanto para el propietario como para distintos sectores, asimismo será una fuente generadora de empleos tanto temporales como permanentes que beneficiarán a un sector determinado de la sociedad. Adicionalmente, la implementación del proyecto generará ingresos

económicos que permearán a los diferentes niveles de gobierno, con el pago de permisos e impuestos, en forma permanente. Por lo anterior se considera que *el uso alternativo del suelo que se propone es más productivo en el mediano y largo plazo que el actual.*

De acuerdo al principio de El Mayor y Mejor Uso, definido como “el uso razonable de un terreno vacante o de un terreno con mejoras, que sea legalmente factible, físicamente posible, económicamente viable y que produzca el mayor valor” nos lleva necesariamente a estudiar las alternativas de uso para el terreno, ya sea vacante o que pueda ser considerado como vacante, que no sólo cumpla con ser viable física, legal y económicamente, sino que además nos conduzca a la obtención de su mayor valor. El procedimiento de aplicación sugiere como primer paso analizar todas las alternativas factibles de uso, mismas que deberán pasar las pruebas de factibilidad legal y física. Una vez seleccionados los usos que resulten viables, posteriormente deben ser analizados financieramente para calcular el valor residual del terreno para cada uso. El uso que arroje el mayor valor residual del terreno será el que se considere como el Mayor y Mejor Uso del terreno considerado como vacante o del terreno con mejoras existentes.

En las valuaciones cuyo propósito es la estimación del valor de mercado, es requisito previo e indispensable determinar el MMU del bien a valorar. Este uso puede ser el actual al que se destina el inmueble o bien puede ser algún uso alternativo de acuerdo a las necesidades y preferencias que el propio mercado indique al momento de su valuación.

La alternativa que produzca el mayor y mejor uso de un terreno considerado como vacante y de un terreno con mejoras debe satisfacer 4 requerimientos: (1) Ser físicamente posible, (2) Estar legalmente permitido, (3) Ser económicamente viable y (4) Debe lograr la máxima productividad. Estos requerimientos deben revisarse de forma secuencial. Para un uso propuesto primero debe revisarse su factibilidad física y legal antes de revisarse su factibilidad económica y máxima productividad. Un uso financieramente factible sería irrelevante si está legalmente prohibido o es físicamente imposible de realizar. El mayor y mejor uso de una propiedad es concluido después de haber revisado el cumplimiento de estos 4 requerimientos y varios usos alternos hayan sido eliminados. El uso que cumpla cabalmente estos requerimientos será el

mayor y mejor uso de la propiedad. Bajo este contexto, el presente estudio pretende contribuir a que el proyecto sea legalmente permitido.

### VI. 3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Los procesos de desarrollo urbano y ordenamiento territorial son elementos que intervienen en el progreso humano y en el desarrollo social y económico del municipio de Santa María Huatulco.

En el municipio de Santa María Huatulco es posible definir tres procesos de desarrollo urbano y de ordenamiento. Un primer grupo, definido por la cabecera municipal y por La Crucecita, que han crecido por su dinamismo económico, así como poblacional que a la vez se han convertido en una zona de atracción para el resto de la población. El crecimiento de la actividad turística ha venido acompañado de un incremento en el volumen de la población y por lo tanto de la demanda de satisfactores urbanos, así como de suelo urbano, vivienda y servicios públicos.

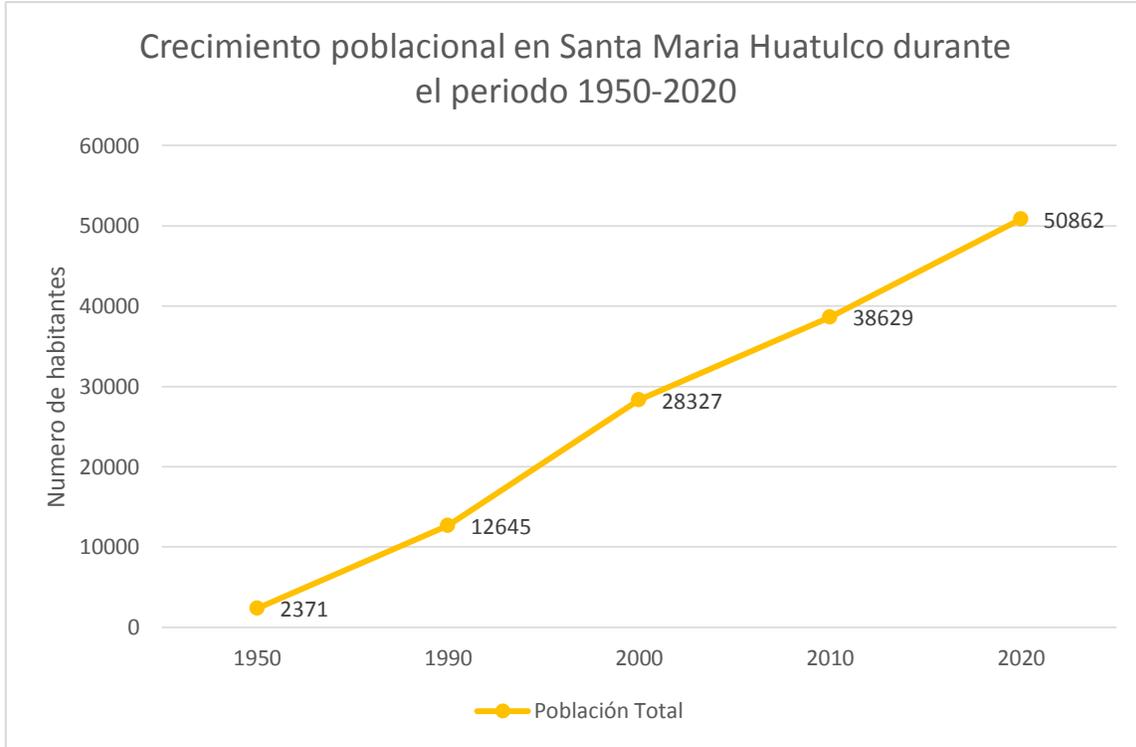
Un segundo nivel es el conjunto de localidades satélite que han crecido alrededor o en la cercanía de los dos centros poblacionales más importantes. Un fenómeno que muestra tendencias desfavorables en su proceso de desarrollo urbano de los centros de población y las localidades y municipios cercanos, ha sido la formación de asentamientos humanos desconcentrados, difusos y desconectados en sus diversos componentes.

Un tercer espacio o nivel son el grupo de localidades con menor población y que se distribuyen de manera dispersa en todo el territorio municipal.

Con base a esta clasificación, podemos ubicar a la localidad donde se localiza el predio objeto de estudio del presente Documento Técnico Unificado, dentro del segundo grupo, ya que por su cercanía con el centro de población durante las última dos décadas comenzó el proceso de formación de asentamientos humanos en esta zona.

El municipio de Santa María Huatulco presenta uno de los ritmos de crecimiento demográfico más elevados no sólo de Oaxaca, sino del país, con una tasa anual de crecimiento de 25.4 para el periodo 1950 a 2020 pasando de 2,371 a 50,862 habitantes. El gran salto cualitativo se da entre 1990-2000, con un incremento de 15,682 personas en 10 años, período en que se origina el proyecto turístico Bahías de Huatulco, que propició

la expropiación de 18 mil hectáreas del municipio y dio inicio a un proceso de llegada de población externa y de las demás localidades del municipio en búsqueda de oportunidades (Figura VI. 3.1).



Elaboración propia con datos del INEGI

**Figura VI. 3.1.** Dinámica poblacional en el municipio

Sin embargo, ese crecimiento no es parejo, ya que se concentra especialmente en 4 localidades: la cabecera municipal y especialmente en La Crucecita, además del llamado Sector 3 y el Fraccionamiento El Crucero, adjuntos de hecho a la Crucecita, estas 4 localidades en su conjunto concentran el 68.4 % de la población total del municipio, encontrando la mayor concentración en La crucecita.

En lo que ha esto respecta, es importante enfatizar que en los últimos años el Centro de Población Bahías de Huatulco, ha mostrado un crecimiento demográfico importante, producto principalmente del impulso a las actividades económicas-turísticas. Este auge turístico trajo consigo un fenómeno migratorio que generó un considerable crecimiento demográfico.

De acuerdo a la información reportada por INEGI (2020), en los últimos 5 años la mayor cantidad de migrantes que ingresó a Santa María Huatulco

provino de Estados Unidos (264 personas), Italia (51 personas) y Canadá (24 personas). Siendo las principales causas de migración a Santa María Huatulco visita familiar (138 personas), vivienda (99 personas) y económicas (71 personas).

En términos generales, el crecimiento demográfico de Bahías de Huatulco y del municipio en su conjunto, es un fenómeno esperado tratándose de un destino turístico, que actúa como polo de atracción poblacional y cuya presión se acentúa en la demanda de suelo y vivienda, fomentándose la especulación de la tierra y convirtiéndose en demanda social para los estratos de menores recursos. Lo anterior aunado a la falta de reservas urbanas para los sectores populares contempladas inicialmente en el Plan Maestro de Desarrollo Urbano del Centro de Población Bahías de Huatulco, trajo como resultado un aumento en la demanda de viviendas de interés social dentro del CIP.

Bajo este contexto, la implementación del proyecto denominado “Lotificación del Rancho El Tololote” ubicado en la localidad El Arenoso, que por su proximidad al CIP Bahías de Huatulco contribuirá a atender la demanda de desarrollo de vivienda en la zona.

Ahora bien, uno de los objetivos del Plan Municipal de Desarrollo Urbano del municipio de Santa María Huatulco, es planear y prever las zonas urbanas, rurales y las obras de infraestructura necesarias en los distintos escenarios de crecimiento, dando certeza jurídica y normativa para el desarrollo urbano del municipio, con base en el mejoramiento y conservación del medio natural, atendiendo los escenarios y tendencias de crecimiento.

De acuerdo la zonificación primaria propuesta en el PMDU se determinaron las áreas que integran y delimitan al centro de población, las cuales comprenden las áreas urbanizadas y áreas urbanizables, incluyendo las reservas de crecimiento, las áreas no urbanizables y las Áreas Naturales Protegidas.

Derivado de los instrumentos legales y las características propias del municipio, se establece la zonificación primaria considerando 9 zonas:

1. Zona Urbana
2. Reserva Urbana
3. Reserva Ecológica

4. Zonas de Conservación Ecológica y Servicios Ambientales
5. Áreas Naturales Protegidas
6. Zonas Agrícolas
7. Sujeto a Plan Parcial
8. Áreas de Transición
9. Área No Urbanizable

Con base a esta zonificación, la localidad donde pretende implementarse el proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote” se ubica dentro de las áreas designadas como Reserva Ecológica.

Estas áreas presentan un gran potencial de desarrollo urbano y/o turístico, pero por estrategia territorial conviene conservarlas temporalmente sin urbanización, hasta en tanto la dinámica del crecimiento urbano - turístico lo demande, pudiendo ser destinadas a usos urbanos o turísticos al mediano y largo plazo, previa elaboración de los estudios necesarios y la obtención de las autorizaciones correspondientes, los estudios deben considerar lo siguiente:

- La normatividad deberá estar regida por los instrumentos de planeación urbana vigentes. En caso de no contar con ello, deben estar determinados por una manifestación de impacto ambiental, así como un estudio de factibilidad de servicios urbanos (Agua potable, drenaje, electricidad, residuos sólidos, etc.)
- Debe estar sujeto a manifestación de impacto ambiental y estudios ecológicos especiales supeditados a la autorización por parte del municipio y de acuerdo a las atribuciones de las dependencias estatales y federales competentes.
- La zona federal marítima terrestre, los derechos de vía (CFE, SCT), el cono de aproximación del aeropuerto internacional de Huatulco, así como los cuerpos de agua, deberán mantenerse totalmente libres de construcción.
- Elaboración de un estudio técnico sobre las condiciones actuales de la zona, medio natural, medio físico transformado, aspectos sociodemográficos, aspectos socioeconómicos, etc., analizando la factibilidad del proyecto a desarrollarse.

- Elaboración de un estudio de factibilidad de servicios urbanos (agua potable, electricidad, drenaje, desechos sólidos). Estará condicionado a la capacidad de respuesta instalada (solo si es el caso).
- Fomentar zonas de mezcla de usos de suelo para evitar la segregación espacial.
- Programa de ecotecnias, como alternativa a la construcción de nuevas redes de infraestructura, con el fin de que se permita su instalación y la capacitación para su buen uso.
- Se deben establecer zonas de amortiguamiento entre los nuevos desarrollos y las áreas de conservación y restauración, a partir del límite de protección.
- Elaborar un plan maestro que cumplan con las condiciones estipuladas y aprobadas por el municipio de Santa María Huatulco, el estado de Oaxaca y el FONATUR de acuerdo con el ámbito de competencia en el territorio.

De acuerdo al análisis realizado en este estudio sobre la dinámica de población del municipio, y del centro de población de Huatulco específicamente, observamos una tendencia exponencial en el crecimiento poblacional, sobre todo en las últimas dos décadas, por lo que consideramos que las zonas catalogadas como reserva ecológica, las cuales presentan un gran potencial de desarrollo urbano comenzaran, no en el mediano ni largo plazo a ser demandadas, sino que esta demanda es ya visible, por lo que en el corto plazo comenzara un proceso de integración de estas zonas a la mancha urbana del centro de población Huatulco.

A este respecto, la implementación del proyecto denominado “Lotificación del Rancho El Tololote” ubicado en la localidad El Arenoso, que por su proximidad al CIP Bahías de Huatulco contribuirá a atender la demanda de desarrollo de vivienda en la zona, por lo que se determina que el proyecto es socialmente aceptable.

## VII. 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.

### VII. 1. DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

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<sup>65</sup>. Asimismo, incluye la implementación o 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 terminación).<sup>66</sup>

Las medidas de mitigación pueden incluir una o varias de las acciones alternativas siguientes:

- Evitar el impacto total, al no desarrollar todo o parte de un proyecto.
- Minimizar los impactos al limitar la magnitud del proyecto o modificar procesos y diseños del mismo.
- Rectificar el impacto reparando, rehabilitando o restaurando el ambiente afectado.
- Reducir o eliminar el impacto a través del tiempo, por la implementación de acciones de preservación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto

<sup>65</sup> Diario Oficial de la Federación, 2000. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico en Materia de Impacto Ambiental. Publicado el 30 de mayo de 2000.

<sup>66</sup> Weitzenfeld, H. 1996. Manual básico de Evaluación de Impacto en el Ambiente y la Salud. Segunda edición. X Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. OPS-OMS. México 368 p.

- Compensar el impacto producido, por el reemplazo o sustitución de los recursos afectados.

En este contexto las medidas de mitigación pueden clasificarse de la siguiente forma (Cuadro VII.1.1).

Cuadro VII.1.1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación

TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN
Medidas de prevención (Pr)	Son aquellas encaminadas a impedir que un impacto ambiental se presente. Entre ellas se encuentran las actividades de mantenimiento, planes y programas de emergencia, y algunas otras medidas encaminadas al mismo fin.
Medidas de control (Co)	Se aplican cuando no es posible prevenir un impacto ambiental o, el costo de su prevención es elevado como para aplicar la medida adecuada; el impacto se controla manejando las variables que hacen posible que aumenten o disminuyan sus efectos en el ambiente. Entre las medidas comúnmente utilizadas se encuentra el control de emisiones a la atmósfera, la disminución de los contaminantes en la descarga de aguas residuales y el tratamiento de los residuos sólidos.
Medidas de atenuación o mitigación (Mi)	Cuando el efecto adverso se presenta en el ambiente sin posibilidad de eliminarlo, se implementan medidas que tiendan a disminuir sus efectos; tales medidas se diferencian de las de control, en que éstas siempre tienden a disminuir el efecto en el ambiente cuando se aplican, mientras que las de control sólo lo regulan para que no aumente el impacto en el ambiente. Entre las medidas de mitigación más comunes se encuentran la toma de decisión sobre un proyecto o de una actividad del proyecto, a partir de la posibilidad de emplear diversas alternativas (por ejemplo, si se emplea cierto método de construcción o no, con lo cual se puede resolver por la opción menos impactante al ambiente. Otras medidas de mitigación tienen relación con el rescate del medio que puede ser afectado, como por

Cuadro VII.1.1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación

TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN
	ejemplo el trasplante de organismos.
Medidas correctivas (Cr)	En algunas ocasiones los proyectos no consideraron los posibles impactos al ambiente de una alternativa, o en su defecto las variaciones en el entorno propician la valoración de la toma de medidas para corregir los impactos que el proyecto provoca al ambiente. El monitoreo ambiental, está íntimamente vinculado con las medidas correctivas, ya que el aumento de algún contaminante al ecosistema puede ser corregido sólo si se conoce la dinámica del contaminante a través de dichos monitoreos. Las medidas correctivas pueden ir desde el cambio de maquinaria y equipo, hasta el cambio de lugar de disposición de aguas residuales o desechos, así como de las técnicas empleadas para su depuración y tratamiento.
Medidas de compensación (Cp)	Un impacto ambiental puede provocar daños al ecosistema que hacen necesario aplicar medidas que compensen sus efectos. Por lo general estos impactos ambientales que requieren compensación son en su gran mayoría irreversibles. Algunas de las actividades que se incluyen en este tipo de medidas, son la repoblación vegetal o

**Cuadro VII.1.1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación**

TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN
	la inversión en obras de beneficio al ambiente.

Al igual que en la identificación y descripción de los impactos ambientales, las medidas de mitigación surgen como parte del proceso de evaluación ambiental del proyecto. Considerando las características del proyecto y del medio ambiente, se identificaron aquellos elementos del ambiente donde los impactos adversos pueden ser prevenidos o mitigados. Bajo este escenario en el presente capítulo se describen las medidas posibles de aplicarse, las cuales en concordancia con la guía correspondiente para elaborar el Documento Técnico Unificado para solicitar el Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales para el proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote” se presentan en el Cuadro VII.1.2. en función de los impactos ambientales identificados para cada componente ambiental.

**Cuadro VII.1.2. Medidas de mitigación para los impactos ambientales identificados para cada componente ambiental afectado por el proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote”**

Componente Ambiental	Elemento Ambiental Afectado	Impacto Ambiental	Actividad que genera el impacto	Medida a tomar (Pr, Co, Mi, Cr, Cp)	Efecto esperado sobre el Componente Ambiental
Clima	Calidad del aire	Disminución en la calidad del aire	Circulación y funcionamiento de maquinaria y equipo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Riego de las áreas de trabajo (Mi)</li> <li>Mantenimiento de vehículos (Mi)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción del aporte de partículas suspendidas al aire</li> <li>Reducción de los gases contaminantes al aire.</li> <li>Generación de ruido dentro de los límites máximos permisibles por la normatividad ambiental.</li> </ul>
	Confort sonoro	Disminución del confort sonoro			
Suelo	Propiedades físicas y químicas del suelo	Modificación de las propiedades fisicoquímicas	Desmante y despalme del terreno  Trazo de lotificación, Nivelación y compactación del terreno  Construcción de obra civil  Generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Delimitación de las áreas a intervenir (Pr)</li> <li>Mantenimiento de vehículos (Mi)</li> <li>Programa de manejo de residuos (sólidos, líquidos y peligrosos) (Pr).</li> <li>Uso de sanitarios portátiles (Pr)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evitar la contaminación del suelo por derrame de grasas, combustibles o solventes.</li> <li>Evitar la acumulación de residuos en el suelo.</li> <li>Evitar la contaminación por sólidos y líquidos de tipo sanitario (heces y orina) originado de los trabajadores de la obra.</li> </ul>

**Cuadro VII.1.2. Medidas de mitigación para los impactos ambientales identificados para cada componente ambiental afectado por el proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote”**

Componente Ambiental	Elemento Ambiental Afectado	Impacto Ambiental	Actividad que genera el impacto	Medida a tomar (Pr, Co, Mi, Cr, Cp)	Efecto esperado sobre el Componente Ambiental
Agua	Calidad del agua	Contaminación de agua	<p>Construcción de obra civil</p> <p>Generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantenimiento de vehículos y maquinaria (Mi)</li> <li>Programa de manejo de residuos (sólidos, líquidos y peligrosos) (Pr).</li> <li>Uso de sanitarios portátiles (Pr)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evitar la contaminación del agua por derrame de grasas, combustibles o solventes.</li> <li>Evitar la acumulación de residuos en el cauce del arroyo.</li> <li>Evitar la contaminación por sólidos y líquidos de tipo sanitario (heces y orina) originado de los trabajadores de la obra.</li> </ul>
Fauna	<p>Distribución Especies presentes</p> <p>Especies de interés</p>	<p>Modificación a la distribución de fauna</p> <p>Afectación a individuos presentes en el área</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desmonte y despalle del terreno</li> <li>Contratación de mano de obra</li> <li>Circulación y funcionamiento de maquinaria y equipo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicación de un programa de ahuyentación y rescate de fauna (Pr)</li> </ul> <p>Aplicación de un Programa de educación ambiental (Pr)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evitar el daño directo a individuos de las distintas especies de fauna que pudieran encontrarse en el predio, ya sea por atropellamiento o captura por parte de los trabajadores.</li> </ul>

**Cuadro VII.1.2. Medidas de mitigación para los impactos ambientales identificados para cada componente ambiental afectado por el proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote”**

Componente Ambiental	Elemento Ambiental Afectado	Impacto Ambiental	Actividad que genera el impacto	Medida a tomar (Pr, Co, Mi, Cr, Cp)	Efecto esperado sobre el Componente Ambiental
Vegetación	Cobertura	Pérdida de cobertura vegetal	Desmante y despalle del terreno	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Delimitación de las áreas a intervenir (Pr)</li> <li>▪ Aplicación de un programa de rescate de flora con mantenimiento en vivero (Mi)</li> <li>▪ Aplicación de un Programa de Reforestación de áreas aledañas (Cp)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar la afectación de otras áreas con cubierta vegetal y/o individuos no contemplados dentro del área autorizada para CUSTF.</li> <li>• Reducir la afectación de individuos que se encuentren bajo estatus de protección y que serán afectados por acción de las obras.</li> <li>• Recuperación de las poblaciones de especies nativas, estructura, y función del ecosistema</li> </ul>
	Estructura de la vegetación				
	Especies presentes	Afectación a especies presentes y especies de interés	Circulación y funcionamiento de maquinaria y equipo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aplicación de un Programa de educación ambiental (Pr)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar el daño directo a individuos de las distintas especies, y que se encuentren bajo algún estatus de protección.</li> </ul>
	Especies de interés		Contratación de mano de obra		
Mi=Mitigación, Pr=Prevención, Co=Control, Cr=Corrección, Cp=Compensación					



Derivado del cuadro anterior, a continuación, se presenta la descripción y procedimiento general de aplicación de cada una de las medidas propuestas.

<b>1. DELIMITACIÓN DE LAS ÁREAS A INTERVENIR (Pr)</b>	
<b>Naturaleza de la medida</b>	Esta medida tiene carácter preventivo y tiene como objetivo el poder establecer el área estrictamente requerida para desarrollar los trabajos de construcción y evitar impactos innecesarios al ambiente.
<b>Impacto o impactos que mitiga</b>	Esta medida tiene aplicación sobre los impactos identificados en el suelo principalmente, y que tiene relación con la compactación de este por el tránsito de maquinaria y vehículos en áreas fuera del trazo del proyecto, así como afectación a individuos arbóreos y de flora presentes en el área. Los impactos más evidentes en este sentido son: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio en las características del suelo dadas por la compactación</li> <li>• Afectación a la vegetación</li> </ul>
<b>Justificación de la medida</b>	Generalmente durante los trabajos iniciales de la obra civil y la utilización de maquinaria para el desmonte y el despalme, se invaden áreas que no son parte de proyecto original, ya sea por la expansión no planificada de las áreas reales a afectarse por falta de cuidado o de pericia de los operadores, o bien por la colocación de materiales y/o maquinaria en áreas aledañas a las de trabajo.
<b>Procedimiento general de aplicación</b>	<p>La limpieza del terreno, el desmonte y despalme se deberán restringir exclusivamente a las áreas necesarias para el desarrollo de las obras propuestas, con la finalidad de minimizar las áreas de afectación. En la medida de lo posible se buscará afectar el mínimo de vegetación, respetando toda la vegetación que no interfieran con las actividades de preparación del sitio y construcción.</p> <p>Por otro lado, se deberán usar estrictamente los caminos de acceso que se establezcan, para evitar la utilización de otras zonas.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La delimitación precisa de las áreas de trabajo tiene como objetivo, evitar que se desmonte una superficie mayor a la requerida. Para ello, previo al desmonte y despalme se delimitará con banderines el trazo del proyecto, para que todos los trabajos se realicen dentro del mismo.</li> </ol>

**1. DELIMITACIÓN DE LAS ÁREAS A INTERVENIR (Pr)**

2. Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se utilizarán los caminos de acceso establecidos, con el fin de mover maquinaria y equipo, para llegar al sitio en donde se estarán desarrollando las obras.

**Responsable de la ejecución**

Empresa contratista y equipo de protección ambiental

**Indicador a monitorear**

Área de compactación  
Superficie total de terreno afectado

**Método a emplear para el debido cumplimiento de la medida**

1. El equipo de protección ambiental, de acuerdo al programa de obra, verificará en campo que previo a la operación de la máquina para realizar el desmonte, se hayan delimitado las superficies autorizadas para el desarrollo del proyecto y que los trabajos se realicen exclusivamente, dentro de dichas superficies.

Se documentarán fotográficamente y con video los trabajos de delimitación y los trabajos de desmonte posteriores. El equipo de protección ambiental se encargará de elaborar los reportes correspondientes, los cuáles serán entregados al supervisor ambiental interno para el seguimiento de esta medida.

Se considerará que esta medida ha tenido éxito, si al término de los trabajos de construcción la superficie total desmontada es igual o menor a 53,201.27 m<sup>2</sup> que contempla el área de los polígonos del proyecto y el camino de acceso con ODT.

2. En el contrato que se establezca con la empresa encargada de la construcción del proyecto, se incluirá la obligación de que la maquinaria y el equipo circulen exclusivamente por las rutas establecidas.

En las etapas de preparación del sitio y construcción, el equipo de protección ambiental vigilará que los choferes cumplan con esta medida, reportando al supervisor ambiental los resultados de dichas verificaciones.

**Acciones preventivas o correctivas en el caso de que se presenten desviaciones en los registros de las variables bajo control**

### 1. DELIMITACIÓN DE LAS ÁREAS A INTERVENIR (*Pr*)

El equipo de protección ambiental se encargará de verificar que los trabajos se realicen exclusivamente dentro del trazo del proyecto. Si durante la construcción del proyecto se detectan desmontes y tránsito de vehículos y/o maquinaria fuera estas, se procederá a detener las obras en ese lugar e investigar quién es el responsable. Si tal actividad fue ejecutada por personal del proyecto, se procederá a sancionar al trabajador responsable, pudiendo incluso llegar a rescindirle el contrato y fincársele responsabilidad legal (dependiendo de la gravedad de la falta).

En el caso de que la superficie desmontada resulte mayor a la manifestada, se procederá a realizar las actividades de restitución del sitio, efectuando las actividades de reforestación señaladas en el programa respectivo y de acuerdo a los niveles de equivalencia por compensación ambiental correspondientes.

La desviación al registro de la variable bajo control, sería detectar vehículos o maquinaria circulando fuera de los caminos establecidos, lo cual se haría constar a través del registro fotográfico o de video. Este hecho se haría del conocimiento de la empresa contratista y el equipo de protección ambiental procedería a evaluar los daños y a señalar las medidas que se requirieran (por ejemplo, limpieza del sitio, reforestación, etc.). Los costos de la restauración correrían por cuenta de la empresa contratista.

#### **Mecanismos de acción para dar respuesta a impactos no previstos por la aplicación de la medida**

Por el tipo de medida, no se prevén impactos no previstos durante su aplicación.

#### **Estimación de costos directos e indirectos de la ejecución de la medida**

El costo de esta medida está incluido dentro del costo del Programa de Vigilancia Ambiental que se propone para el proyecto.

### 2. APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE RESCATE DE FLORA CON MANTENIMIENTO EN VIVERO (*Mi*)

#### **Naturaleza de la medida**

Esta medida está considerada como una medida de mitigación de tipo moderada, la cual se enfoca a la ubicación y translocación de

**2. APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE RESCATE DE FLORA CON MANTENIMIENTO EN VIVERO (MI)**

individuos que se encuentren bajo estatus de protección y que serán afectados por acción de las obras.

**Impacto o impactos que mitiga**

Afectación a especies de interés

**Justificación de la medida**

La pérdida de especies como resultado de la ejecución de un sinnúmero de proyectos hace necesaria la preservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna, así como el mantener los procesos evolutivos de dichas especies. Por lo cual se deberá implementar un programa de rescate de flora y fauna silvestre previa a los trabajos de construcción.

**Procedimiento general de aplicación**

Antes de realizar el desmonte y despalme en el área autorizada para ello, se llevarán a cabo las actividades de rescate de vegetación, para lo cual se delimitará físicamente el perímetro del área a desmontar, con el fin de no afectar algunas áreas con vegetación en pie ubicados fuera del predio del proyecto.

En las actividades de rescate de vegetación se dará prioridad a especies de mayor importancia ecológica como son las enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, plantas jóvenes y semillas (germoplasma).

Se colocará un vivero provisional, en el cual se depositarán los ejemplares de flora rescatada; se irán colocando en orden, de tal forma que etiquetarán los ejemplares por nombre común, especie y familia.

Se levantará una bitácora de plantas rescatadas y colocadas en el vivero, la cual deberá llenarse diariamente, durante la etapa de rescate, mantenimiento en vivero y ubicación de plantas rescatadas en áreas ajardinadas del proyecto.

El rescate de la vegetación se realizará en las primeras horas del día para evitar el daño de las raíces por la exposición al sol y al viento.

**Responsable de la ejecución**

Equipos de rescate de flora y de fauna

**Indicador a monitorear**

**2. APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE RESCATE DE FLORA CON MANTENIMIENTO EN VIVERO (MI)**

- Número de individuos rescatados
- Porcentaje de sobrevivencia de los ejemplares reubicados y ejemplares en vivero.

**Método a emplear para el debido cumplimiento de la medida**

Con el fin de documentar la correcta aplicación de esta medida el equipo de protección ambiental, conforme se vayan realizando los trabajos, verificará en campo las actividades de rescate de individuos que se encuentren en la norma. Se generará un registro fotográfico y de video con los reportes respectivos. En su primera etapa, se considerará que el programa de rescate de flora ha tenido éxito cuando se haya completado el traslado de individuos al vivero. En una segunda etapa, y a través del Programa de Vigilancia Ambiental, se llevará a cabo la reubicación y posteriormente se corroborará la sobrevivencia del material trasplantado, así como el estado fitosanitario de los ejemplares. Se prevé realizar el rescate con un mínimo de 15 días antes del inicio de los trabajos de desmonte y despalme.

**Acciones preventivas o correctivas en el caso de que se presenten desviaciones en los registros de las variables bajo control**

La desviación al registro de la variable bajo control, sería detectar mortandad de los individuos rescatados ante lo cual el equipo de Vigilancia ambiental procedería a tomar acciones para identificar el factor causante de la mortandad para eliminarlo, y reponer los individuos.

**Mecanismos de acción para dar respuesta a impactos no previstos por la aplicación de la medida**

Por el tipo de medida, no se prevén impactos no previstos durante su aplicación.

**Estimación de costos directos e indirectos de la ejecución de la medida**

El programa de rescate de flora se estima en un aproximado de \$180,000.00

**3. APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE REFORESTACIÓN DE ÁREAS ALEDAÑAS CON ESPECIES NATIVAS (CP)****Naturaleza de la medida**

Esta medida de mitigación tiene relación con las actividades compensatorias necesarias para el establecimiento de la vegetación natural en zonas afectadas ya sea por el proyecto o por cualquier otra

### 3. APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE REFORESTACIÓN DE ÁREAS ALEDAÑAS CON ESPECIES NATIVAS (CP)

actividad antropogénica. La medida es de compensación y tiene una magnitud alta.

#### Impacto o impactos que mitiga

Tiene relación con los impactos identificados hacia la vegetación producto del desmonte y despalme, así como la vegetación circundante que sea afectada por el paso de maquinaria y personal.

#### Justificación de la medida

A través de este programa se constatará que se empleen especies nativas y que se realice la reforestación propuesta como medida de compensación por el desmonte y despalme que se realizará en las etapas de preparación del sitio y construcción. Incluye una etapa de mantenimiento para asegurar el éxito de la plantación.

#### Procedimiento general de aplicación

Las etapas que incluye este programa, son las siguientes:

1. **Selección de los sitios a reforestar:** La determinación de áreas a reforestar se basará en recorridos de campo para identificar aquellos sitios desprovistos de vegetación, así como las áreas afectadas por el tránsito de vehículos y maquinaria.
2. **Selección de especies y obtención de germoplasma:** Considerando las especies nativas de la zona y con base a la lista de especies encontradas en el predio, (Capítulo IV), se procederá a la selección de especies para recolección de germoplasma dentro del mismo predio.
3. **Producción de planta en vivero.** Se considera el establecimiento de un vivero dentro del mismo predio para la producción de planta, debido a que la mayoría de especies nativas no son producidas por los viveros comerciales. Durante un periodo aproximado de 6 meses se dará manejo, para posteriormente llevar a cabo su plantación en los sitios determinados.
4. **Plantación de la vegetación:** Se realizarán las obras necesarias previas a la plantación como lo son las labores de preparación del sitio. La plantación se establecerá durante la época de lluvias.
5. **Mantenimiento de áreas reforestadas.** Elaboración de un programa de seguimiento de las áreas reforestadas que considere:
  - a) Cuidado de las especies
  - c) Cercas de protección para evitar la entrada de fauna y personas
  - d) Reposición de individuos muertos

Así mismo se llevaran a cabo prácticas silvícola y de fertilización para asegurar el éxito de la plantación.

#### Responsable de la ejecución

### 3. APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE REFORESTACIÓN DE ÁREAS ALEDAÑAS CON ESPECIES NATIVAS (CP)

Supervisor ambiental contratado por el promovente

#### Indicador a monitorear

- Superficie reforestada
- Tipo de especies empleadas
- Tasa de supervivencia de la plantación.

#### Método a emplear para el debido cumplimiento de la medida

Con el fin de documentar la correcta aplicación de esta medida el equipo de protección ambiental, conforme se vayan realizando los trabajos, verificará en campo que la superficie reforestada sea la manifestada, que sólo se empleen especies nativas y que la densidad de plantación sea la correcta. Se generará un registro fotográfico y de video con los reportes respectivos.

En su primera etapa, se considerará que el programa de reforestación ha tenido éxito cuando se haya completado la reforestación de la superficie manifestada empleando exclusivamente especies nativas y con la densidad de plantación correcta. En una segunda etapa, y a través del Programa de Vigilancia Ambiental, se corroborará la sobrevivencia del material trasplantado, el incremento en altura de los individuos, así como el estado fitosanitario de los ejemplares.

#### Mecanismos de acción para dar respuesta a impactos no previstos por la aplicación de la medida

Dentro de la propuesta del Programa de Reforestación se contemplan algunas acciones de mantenimiento que son necesarias para la atención de ciertos riesgos asociados a la ejecución de este tipo de trabajos como: control de plagas, deshierbes para el control de especies no deseadas, riegos auxiliares en época de secas, fertilización.

#### Estimación de costos directos e indirectos de la ejecución de la medida

Para la ejecución de este programa se tiene destinado un monto global aproximado de \$ 180,000.00, lo cual incluye la elaboración del programa y la reforestación del sitio

### 4. APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE ESPECIES DE FAUNA (MI)

#### Naturaleza de la medida

Esta medida está considerada como una medida de mitigación de tipo moderada, la cual se enfoca al ahuyentamiento, recolección, captura y translocación de los distintos grupos de fauna de la región, los cuales pudieran ser susceptibles de ser afectados por acción de las obras.

#### 4. APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE ESPECIES DE FAUNA ( *Mi* )

##### Impactos que mitiga

Los impactos que su aplicación podrán prevenir son las siguientes:  
 Pérdida de organismos por remoción de vegetación  
 Daños intencionales o accidentales a la fauna silvestre

##### Justificación de la medida

La pérdida de especies como resultado de la ejecución de un sinnúmero de proyectos hace necesaria la preservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna, así como el mantener los procesos evolutivos de dichas especies. Por lo cual se deberá implementar un programa de rescate de flora y fauna silvestre previa a los trabajos de preparación del sitio y construcción.

##### Procedimiento general de aplicación

En materia de flora y fauna silvestre existe un marco jurídico, fundamentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y la Ley General de Vida Silvestre, de la cual se derivan las inclusiones del tema en las Leyes estatales y las normas correspondientes.

Dada la importancia de tener en cuenta las políticas de protección en relación al proyecto se establece:

*“Queda prohibido el uso de fuego y productos químicos para realizar cualquier etapa de desmonte y mantenimiento de las áreas del proyecto” .*

*“Programa de rescate, reubicación y manejo de las especies de flora y fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010” .*

*“La remoción de la vegetación se deberá ser realizada de forma tal que permita el desplazamiento de la fauna local y se evite la afectación de áreas forestales diferentes a las autorizadas” .*

*“Queda prohibido realizar cualquier actividad de cacería, captura, comercialización y/o tráfico de individuos de especies de flora y fauna que se encuentren en la zona del proyecto” .*

*“Los trabajos y obras relacionadas con le desarrollo del proyecto no podrán afectar una superficie forestal mayor a la autorizada, aun cuando esta se encuentre dentro del polígono propiedad”*

*Habrá delimitación estricta del área del proyecto” .*

*“Elaborar Programa de Educación Ambiental” . <sup>67</sup>*

*“No deben de molestar a la fauna que se encuentre en el la zona del proyecto tanto terrestre como acuática” .*

*“Los transportistas deben de manejar a una velocidad max. de 30 Km/h*

<sup>67</sup> De manera independiente se ha elaborado el Programa de educación ambiental

#### 4. APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE ESPECIES DE FAUNA ( *Mi* )

*para evitar el atropellamiento de la fauna terrestre”.*

*“Queda prohibido capturar o cazar alguna especie de fauna protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010”*

*Seguir el reglamento para el manejo de residuos para el cuidado del ambiente.*

Bajo este panorama, en este proyecto la protección de la flora y fauna se desarrolla de la siguiente forma:

##### **MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE LA FLORA Y LA FAUNA**

Se han adoptado como obligatorias las siguientes disposiciones:

- Abstenerse de realizar cualquier actividad de compra, venta, captura, colecta, comercialización y/o el tráfico de individuos de especies de flora y fauna silvestres terrestres presentes en la zona del proyecto y zonas aledañas.
- Realizar el desmote y despalme solo en las áreas necesarias para el proyecto de manera paulatina y progresiva para permitir el ahuyentamiento de la fauna;
- Los animales de lento desplazamiento que no hayan emigrado por si solos, son ahuyentados o, de ser posible, capturados y trasladados a sitios alejados de la obra, con características ecológicas similares.
- No se realizan desmontes y despalmes en zonas no requeridas para el desarrollo del proyecto.
- No se utilizan áreas con vegetación forestal para los sitios de tiro de material producto de despalme.
- No se consideran especies exóticas para las reforestaciones.
- Durante las labores de desmote sólo se derriba el número de árboles que fueron autorizados a través del DTU que se está elaborando y será presentado para su evaluación por las autoridades competentes. Los residuos vegetales no aprovechables, producto del desmote se procesan (pican) y dispersan, para que sea más fácil su asimilación en los suelos y de esta forma, contribuir en la regeneración de la vegetación; y subsecuente creación de hábitat para la fauna.
- Al término de las actividades, se dismantelará toda la infraestructura de apoyo y se realizarán las labores de restauración, incluyendo la reforestación de los sitios afectados.

##### **Responsable de la ejecución**

Supervisor ambiental contratado por el promovente y equipos de rescate de flora y de fauna.

#### 4. APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE ESPECIES DE FAUNA ( *Mi* )

##### **Indicador a monitorear**

Número de individuos de fauna rescatados y reubicados  
Porcentaje de sobrevivencia de los individuos rescatados.

##### **Método a emplear para el debido cumplimiento de la medida**

A fin de documentar y verificar que los equipos de rescate de fauna, ejecuten las acciones correspondientes de forma adecuada, el equipo de protección ambiental verificará en campo dichas actividades. Para tal efecto, se documentará fotográficamente y con video los trabajos de rescate efectuados, así como la liberación de los ejemplares de la fauna silvestre rescatados. El equipo de protección ambiental y los grupos de rescate de fauna elaborarán los reportes correspondientes, incluyendo fotografías de los trabajos de rescate realizados, los que serán entregados al supervisor ambiental interno, para el seguimiento del programa. Se considerará que el programa de rescate de fauna, cuando sean liberados los organismos rescatados y se alejen en buen estado y buscando refugio.

##### **Mecanismos de acción para dar respuesta a impactos no previstos por la aplicación de la medida**

Dentro de la propuesta del Programa de Rescate se contemplan algunas acciones para dar respuestas a ciertos riesgos asociados a la ejecución de este tipo de trabajos como sería: mordedura de serpientes, manejo de ejemplares de la herpetofauna de gran tamaño, accidentes, etc. La implementación del programa será llevada a cabo por biólogos especialistas en el manejo de los distintos grupos de fauna, por lo tanto, se contará con personal capacitado para atender de manera oportuna cualquier eventualidad que se presente.

##### **Estimación de costos directos e indirectos de la ejecución de la medida**

Para la ejecución de este programa se tiene contemplado un monto aproximado de \$ 130,000.00

##### **Calendario de ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación.**

Para garantizar el correcto desarrollo de los trabajos de rescate será necesario iniciar las acciones correspondientes anteriores al inicio de las etapas de preparación del sitio y construcción. Durante este periodo se adquirirá el material que se requiere para efectuar los trabajos de rescate, se impartirá la plática de inducción al personal de apoyo que participará en los trabajos y se realizará un recorrido por las áreas previamente delimitadas para el desmonte en donde se ejecutarán los trabajos de rescate.

**4. APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE ESPECIES DE FAUNA ( *MI* )**

El rescate fauna silvestre se prevé realizarlo aproximadamente 5 días antes de la operación de la maquinaria, a fin de garantizar que la fauna no pueda regresar a los sitios de trabajo.

**5. APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL ( *PR* )****Naturaleza de la medida**

Esta es una medida de prevención dado que el conocimiento que tenga el personal que labore en el proyecto, sobre las interrelaciones entre los procesos naturales y el manejo sostenible de los recursos naturales, puede ayudar a evitar impactos ambientales.

**Impacto o impactos que mitiga**

Los impactos ambientales que son mitigados, son los siguientes:  
Daños intencionales o accidentales a la flora y fauna silvestres por parte de los trabajadores.

**Justificación de la medida**

El programa tiene como sustento:  
El considerar la educación ambiental como parte fundamental para el desarrollo sustentable de los proyectos de obra.  
Tomar como punto de referencia el entorno ambiental del proyecto de explotación del banco, incluyendo contenidos relacionados con los recursos naturales, sociales y culturales.  
Mantener continua la protección ambiental, al través de la capacitación y sensibilización de los trabajadores y transportistas del proyecto.

**Procedimiento general de aplicación**

El programa informará sobre la importancia de acatar ciertas prácticas para evitar afectaciones al ambiente. Los temas a impartir se refieren a los diferentes elementos ambientales y actividades asociadas a su protección con especial énfasis en el cuidado a las plantas y animales. Se propone que el curso de educación ambiental se imparta a todo el personal que labore en el proyecto.

Las principales actividades del Programa de Educación Ambiental consisten en:

- Elaboración y entrega de trípticos
- Platicas de Educación Ambiental
- Elaboración y colocación de letreros de carácter informativo y restrictivo en materia ambiental.

### 5. APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL (PR)

Se les explicara a los trabajadores y transportistas los siguientes puntos:

- No deben de molestar a la fauna que se encuentre en el la zona del proyecto tanto terrestre como acuática.
- Los transportistas deben de manejar a una velocidad max. de 30 Km/h para evitar el atropellamiento de la fauna terrestre.
- Seguir el reglamento para el manejo de residuos para el cuidado del ambiente.
- No se permite la disposición de materiales derivados de las obras, producto de excavaciones o rellenos sobre la vegetación alledaña.
- Se prohíbe la extracción, caza, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestre, para todos los trabajadores de la obra.
- Se prohíbe la introducción de especies de flora y fauna exóticas invasoras.
- Se prohíbe la utilización de fuego o productos químicos para la eliminación de la cobertura vegetal y/o quema de desechos vegetales producto del desmonte.
- Se prohíbe dar alimento a la Fauna silvestre.

#### Responsable de la ejecución

Equipo de vigilancia ambiental contratado por el promovente

#### Indicador a monitorear

- Conocimiento y aplicación de los conocimientos adquiridos.
- Número de ejemplares de la flora y/o fauna silvestre, atrapados, colectados, dañados o perjudicados en cualquier forma de manera intencional, por los trabajadores del proyecto.
- Número de veces que se detecta a personal del proyecto dando de comer a la fauna silvestre.
- Conocimiento y aplicación del Reglamento por parte de los trabajadores.
- Presencia de especies exóticas o introducidas.

#### Método a emplear para el debido cumplimiento de la medida

Se deberá hacer una evaluación en campo observando las actividades del personal que labore a fin de comprobar que los cursos y pláticas han servido para evitar impactos al ambiente.

Se registrará en la bitácora del supervisor ambiental las actividades desarrolladas del Programa y en especial, del desarrollo del curso

**5. APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL (PR)**

indicando la fecha, el número de personas al que se impartió. El éxito del programa se podrá valorar a través de los incidentes que se registren y que tengan relación directa con daños al ambiente por errores o dolo humano. Para ello, existirá un equipo de protección ambiental que realizará recorridos periódicos a lo largo del trazo y en especial en las zonas de obra, dentro de las cuales deberá notificar el cumplimiento o incumplimiento de lo aprendido en el Programa de Educación Ambiental.

El equipo de protección ambiental elaborará reportes de cada recorrido. Los reportes deberán ir acompañados de un anexo fotográfico que demuestre el cumplimiento o incumplimiento de lo aprendido.

En caso de presentarse algún incidente se levantará el reporte correspondiente, proporcionando una copia del mismo al supervisor ambiental interno, con el fin de que se evalúen las causas del incidente (error humano, accidental, vandalismo, etc.) y de ser la causa el incumplimiento de alguna reglamentación, se procederá a realizar las correcciones o sanciones correspondientes.

La efectividad de esta medida será a través de los reportes de incidentes que se presenten durante las diversas etapas del proyecto, en los que se presenta el tipo de incidentes y la frecuencia de ocurrencia de los mismos.

**Mecanismos de acción para dar respuesta a impactos no previstos por la aplicación de la medida**

No se prevén impactos por negativos por la aplicación de esta medida

**Estimación de costos directos e indirectos de la ejecución de la medida**

Los costos se incluyen en el Programa de Vigilancia Ambiental

**6. MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y VEHÍCULOS**

**Naturaleza de la medida**

Se trata de una medida de mitigación, de base normativa, encaminada a la reducción de los efectos al aire por emisión de gases contaminantes y ruido. Las Normas Oficiales Mexicanas constituyen el mejor marco de

## 6. MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y VEHÍCULOS

referencia para definir límites máximos permisibles y tener una idea objetiva de los niveles de contaminación. Por las condiciones del proyecto y el tipo de impacto, esta medida es de magnitud incipiente.

### Impacto o impactos que mitiga

Disminución en la calidad del aire  
Disminución del confort sonoro

### Justificación de la medida

En términos de la legislación ambiental vigente, la observancia de la normatividad es un requisito para toda actividad o proyecto de desarrollo y presenta beneficios tales como la garantía de que los trabajos se desarrollan bajo el esquema de buenas prácticas y garantiza una buena imagen ante las instituciones (autoridades), y ante la población. Así mismo, la vigilancia de la aplicación de tal normatividad permitirá controlar las emisiones de ruido y gases a la atmósfera, durante el desarrollo de las obras.

### Procedimiento general de aplicación

Es conveniente que los vehículos que transporten los materiales de construcción cuenten con buen mantenimiento de forma que sus emisiones de ruido, partículas suspendidas y gases a la atmósfera sean mínimas.

Deberá existir una verificación periódica de los vehículos y maquinaria utilizadas en la etapa de construcción y en las de mantenimiento para que los motores de combustión interna se mantengan dentro de normas en cuanto a la emisión de gases, así mismo el de los (materialistas) vehículos destinados al transporte de material.

Como política de trabajo, todos los vehículos y la maquinaria que sean utilizados deben cumplir con lo siguiente:

- Recibir servicio y mantenimiento preventivo periódico, para ello se cuenta con un programa de mantenimiento de unidades, mediante el cual se tiene un registro actualizado.
- Se recomienda la observancia obligatoria de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas, relativas a la prevención de la contaminación de la atmósfera por fuentes móviles:

NOM-041-SEMARNAT-2006, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

NOM-044-SEMARNAT-2006, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del

**6. MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y VEHÍCULOS**

escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizan para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto mayor a 3,657 kilogramos.

NOM-045-SEMARNAT-2006, Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diesel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición

En términos de la emisión de ruido por vehículos, se debe dar cumplimiento a la normatividad señalada a continuación:

NOM-079-SEMARNAT-1994 Límites máximos permisibles de emisión de ruido de los vehículos automotores nuevos en planta y su método de medición

NOM-080-SEMARNAT-1994, Límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.

NOM-081-SEMARNAT-1994, Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición

Asimismo, se sugiere la observancia del artículo 11 del Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación originada por la emisión de Ruido, el cual establece un nivel de ruido máximo permisible para fuentes fijas (como pueden considerarse algunas áreas de trabajo), de 68 dB (A) de las seis a las veintidós horas. En las maniobras de carga y descarga realizadas en la vía pública el nivel de ruido no deberá rebasar un nivel de 90 dB (A) de las siete a las 22 hrs y de 85 dB(A) de las 22 a las siete hrs<sup>68</sup>.

**Responsable de la ejecución**

La empresa contratista

**Indicador a monitorear**

Incremento en la generación de gases de combustión y en las emisiones de ruido

**Método a emplear para el debido cumplimiento de la medida**

Se revisaran periódicamente las bitácoras de mantenimiento de la maquinaria así como los comprobantes de las verificaciones de los vehículos automotores.

**Mecanismos de acción para dar respuesta a impactos no previstos por la aplicación de la medida**

<sup>68</sup> Diario Oficial de la Federación, 1982. **Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación originada por la emisión de ruido.** Publicado el 6 de diciembre de 1982.

**6. MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y VEHÍCULOS**

No se estima que se presenten impactos por la acción de esta medida

**Estimación de costos directos e indirectos de la ejecución de la medida**

El costo de esta medida está incluida en los gastos operativos de la constructora

**7. RIEGO DE LAS ÁREAS DE TRABAJO (PR)****Naturaleza de la medida**

Se trata de una medida preventiva, necesaria para mantener la humedad del suelo en las zonas desmontadas y áreas previamente descubiertas de vegetación por donde exista tránsito.

**Impacto o impactos que mitiga**

Disminución en la calidad del aire

**Justificación de la medida**

Por el tipo de suelo presente en el sitio, así como las condiciones de humedad existentes, no se contempla que la generación de polvo sea considerable, sin embargo, es importante mencionar que los materiales a utilizar para relleno y nivelación del terreno, así como la construcción de infraestructura pueden incrementar considerablemente la generación de partículas suspendidas en el sitio. La producción de polvo es algo notorio en términos estéticos y de paisaje, por lo que es fácilmente observable y cuestionable por los pobladores. Además, al mantener húmeda la superficie de trabajo, se evita que las partículas de polvo puedan desplazarse a otros sitios.

**Procedimiento general de aplicación**

Se basa en recorridos con camiones cisterna por las áreas de trabajo dedicados a la aplicación de agua de riego, se recomienda aplicar riego periódico con agua tratada sobre los caminos de acceso a la obra, al mismo trazo, así como las áreas que se han desmontado, con la finalidad de mantener húmedo el sustrato y evitar la producción de polvo por acción del viento. Por la naturaleza del suelo, se espera una buena conservación de humedad, por lo que, el número de riegos puede darse una vez al día, a reserva de contar con aguas de lluvia o sustratos húmedos que permitan la eliminación de eventos de riego.

**Responsable de la ejecución**

La empresa contratista

**Indicador a monitorear**

**7. RIEGO DE LAS ÁREAS DE TRABAJO (PR)**Emisión de polvos (partículas PM<sub>10</sub>)**Método a emplear para el debido cumplimiento de la medida**

Recorridos de supervisión y toma de fotografías

**Mecanismos de acción para dar respuesta a impactos no previstos por la aplicación de la medida**

No se estima que se presenten impactos por la acción de esta medida

**Estimación de costos directos e indirectos de la ejecución de la medida**

El costo de esta medida está incluida en los gastos operativos de la constructora

**8. PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS (SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y PELIGROSOS) (PR)****Naturaleza de la medida**

Esta medida tiene carácter preventivo, y base normativa, la cual tiene como naturaleza el poder dar un manejo adecuado a los residuos generados en los trabajos de preparación del sitio y construcción, evitando impactos al ambiente innecesarios, con una magnitud alta.

**Impacto o impactos que mitiga**

Modificación de las propiedades fisicoquímicas del suelo

Contaminación de agua

Modificación del paisaje natural

**Justificación de la medida**

La aplicación de esta medida es necesaria en virtud de evitar la acumulación y contaminación producida por la producción de desechos por parte de los trabajadores, así como resultado del desarrollo de trabajos propios de la construcción y maquinaria empleada.

**Procedimiento general de aplicación**

Para mitigar los impactos derivados de la generación de residuos sólidos durante la preparación del sitio, la construcción se requerirá de programas sencillos y operativos que cubran los requerimientos básicos y permitan aplicar las siguientes etapas del manejo:

*Residuos domésticos*

## · Recolección:

Pueden contemplarse dos mecanismos de aplicación alternativa o complementaria, uno mediante la colocación de contenedores en número suficiente en las áreas de trabajo. Estos contenedores pueden incluso ser debidamente rotulados y pintados de distintos colores para que sean

## 8. PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS (SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y PELIGROSOS) (PR)

depositados de manera separada los residuos orgánicos y los inorgánicos, y entre estos últimos colocar contenedores específicos para metales (latas), para plásticos y para vidrio. El otro mecanismo de colecta de los residuos puede ser mediante la limpieza diaria de las áreas, recogiendo y clasificándose los residuos que queden en el suelo.

- Almacenamiento:

Debe contemplarse sólo un almacenamiento temporal y de corta duración para evitar la acumulación de grandes volúmenes y los consecuentes problemas de olores y presencia de fauna nociva.

- Separación de materiales para la reutilización y reciclaje:

Los materiales reciclables como el plástico, el vidrio y el aluminio, de ser posible, podrán ser recuperados y comercializados en los centros de acopio más próximos. Esta alternativa deberá evaluarse en términos de factibilidad económica para ver si es redituable en comparación con la simple disposición en los sitios de disposición del municipio.

- Transporte:

Es recomendable contar o contratar un servicio que pueda transportar diariamente o máximo cada tercer día los residuos hacia el sitio de disposición final.

- Disposición final:

Los residuos deberán ser confinados con base en la infraestructura disponible en el municipio o la región (tiraderos a cielo abierto, rellenos sanitarios).

### *Residuos líquidos*

La generación de residuos líquidos ocurrirá principalmente en la etapa de construcción. Las aguas sanitarias producto de las necesidades fisiológicas de los trabajadores serán colectadas en sanitarios portátiles y el agua de desecho de la preparación de concretos y limpieza de vehículos o maquinaria será decantada para separar sólidos suspendidos y poder enviarse al sistema de drenaje.

### *Residuos peligrosos*

Por la naturaleza del proyecto, el tipo de residuos peligrosos que podrían generarse se refiere a cantidades mínimas de grasas y aceites lubricantes, en ese sentido debe adoptarse medidas tales como la recolecta de cualquier derrame (en agua o tierra) y darle un manejo con

**8. PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS (SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y PELIGROSOS) (PR)**

base en la LGEEPA y su reglamento aplicando de manera general los siguientes procedimientos. Con respecto a los residuos peligrosos, el programa de manejo deberá contemplar los siguientes procedimientos:

1. Gestión

a) Con base en las disposiciones de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y el correspondiente Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos, Gestionar el registro como generador de residuos peligrosos ante las autoridades correspondientes (SEMARNAT).

b) Obtener y mantener actualizada la bitácora de control de cantidades generadas y de movimientos diarios, mensuales y semestrales de dichos residuos.

2. Almacenamiento y transporte

Los residuos peligrosos que se produzcan diariamente (v.g. grasas, aceites, diesel y gasolina) deben ser almacenados en un sitio debidamente acondicionado para este fin. El cual se encontrará fuera de la zona del proyecto en donde se le dará el tratamiento adecuado por una empresa especializada para que realice la recolección periódica y transporte de estos residuos a los sitios de confinamiento correspondiente.

**Responsable de la ejecución**

La empresa contratista/ equipo de Vigilancia Ambiental contratado por el promovente

**Indicador a monitorear**

Presencia de grasas, lubricantes, combustibles, solventes u otra sustancia contaminante, así como residuos sólidos , líquidos y basura

**Método a emplear para el debido cumplimiento de la medida**

Se verificará, mediante recorridos y registro fotográfico que los residuos generados se estén almacenando en los recipientes y sitios destinados, los cuales deberán estar debidamente señalizados.

**Mecanismos de acción para dar respuesta a impactos no previstos por la aplicación de la medida**

La medida no generará impactos ambientales.

**Estimación de costos directos e indirectos de la ejecución de la medida**

Aproximadamente se calcula que para el acondicionamiento de un sitio para el almacenamiento temporal de residuo, así como la adquisición de contenedores durante la etapa de preparación del sitio y construcción

<b>8. PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS (SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y PELIGROSOS) (PR)</b>
, así como la aplicación del programa de manejo de residuos un costo de \$45,000.00.

<b>9. EMPLEO DE SANITARIOS PORTÁTILES (PR)</b>
<b>Naturaleza de la medida</b>
Se trata de una medida preventiva de alta magnitud.
<b>Impactos que Mitiga la Medida</b>
Disminución en la calidad del aire Contaminación de suelo Contaminación de agua
<b>Justificación de la Medida</b>
Esta acción se aplica con el fin de evitar que los trabajadores realicen sus necesidades fisiológicas al aire libre y en zonas no apropiadas para estas actividades.
<b>Procedimiento general de aplicación</b>
Se dispondrá de sanitarios portátiles de acuerdo al número de empleados. La medida de uso de sanitarios portátiles, consiste primordialmente en la colocación estratégica de estos en las áreas de trabajo. Se deberán instalar sanitarios portátiles en número suficiente para cubrir la demanda de este servicio. Se sugiere emplear por lo menos un sanitario por cada 10 trabajadores.
<b>Responsable de la ejecución</b>
La empresa contratista, quien para la ejecución de esta medida contratara los servicios de una empresa especializada encargada de la instalación y mantenimiento de los sanitarios, así como de la disposición final de los residuos generados.
<b>Indicador a monitorear</b>
Presencia de heces fecales en el área y fauna nociva Generación de olores desagradables
<b>Método a emplear para el debido cumplimiento de la medida</b>
Recorridos de supervisión cada quince días, y toma de fotografías para registro
<b>Mecanismos de acción para dar respuesta a impactos no previstos por la aplicación de la medida</b>
No se estima que se presenten impactos por la acción de esta medida
<b>Estimación de costos directos e indirectos de la ejecución de la</b>

**9. EMPLEO DE SANITARIOS PORTÁTILES (PR)**

**medida**

El costo de esta medida está incluida en los gastos operativos de la constructora.

**Programa calendarizado**

En el Cuadro VII.1.2.1 se presenta el programa calendarizado para la aplicación de las medidas de mitigación propuestas para el proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote”. Como ya se indicó al inicio de este capítulo, las medidas surgen del análisis de los impactos ambientales del proyecto. Este análisis se elaboró bajo el procedimiento de *panel de expertos*, donde un grupo de especialistas revisó y calificó por separado la matriz de evaluación de impactos y posteriormente discusión en grupo la aplicación de medidas de mitigación.

**Cuadro VII. 1. 2. 1.** Programa calendarizado para la aplicación de las medidas de mitigación propuestas para el proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote”

Medida	Previo al inicio de obras (semanas)				Preparación del sitio y construcción (meses)												Operación y mantenimiento (meses)	
	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13 (…)
1. Delimitación del área de proyecto																		
2. Programa de rescate de flora con mantenimiento en vivero																		
3. Programa de reforestación de áreas aledañas																		
4. Programa de ahuyentación y rescate de fauna																		
5. Programa de Educación Ambiental																		



Cuadro VII.2.1. Identificación de Impactos Residuales del Proyecto

Etapa	Interacciones		Impacto (I)	Mitigación			Impacto residual (G)
	Actividad	Factor/elemento		Total	Parcial	No mit.	
Preparación del sitio y construcción	Trazo de lotificación	Especies presentes (vegetación)	0.33	X			0.11
		Especies de interés (vegetación)	0.33	X			0.11
		Especies presentes (fauna)	0.33		X		0.11
		Especies de interés (fauna)	0.33	X			0.11
	Desmonte y despalde	Microclima	0.44			X	0.44
		Características físicas y químicas	0.63			X	0.63
		Grado de erosión	0.43		X		0.28
		Recarga de acuíferos	0.33		X		0.11
		Cobertura	0.92		X		0.31
		Especies presentes (vegetación)	0.33		X		0.11
		Especies de interés (vegetación)	0.33		X		0.11
		Estructura de la vegetación	0.73			X	0.73
		Especies presentes (fauna)	0.44		X		0.15
		Especies de interés (fauna)	0.33		X		0.11
		Habitat	0.67			X	0.67
		Distribución de la fauna	0.33			X	0.33

Cuadro VII.2.1. Identificación de Impactos Residuales del Proyecto

Etapa	Interacciones		Impacto (I)	Mitigación			Impacto residual (G)
	Actividad	Factor/elemento		Total	Parcial	No mit.	
		Calidad visual	0.56			X	0.56
	<b>Cortes, nivelación y compactación</b>	Características físicas y químicas	0.33			X	0.33
		Grado de erosión	0.43		X		0.28
		Relieve	0.33			X	0.33
		Recarga de acuíferos	0.33		X		0.22
		Especies presentes (fauna)	0.49		X		0.32
		Calidad visual	0.33			X	0.33
		<b>Trazo del camino y ODT</b>	Especies presentes (vegetación)	0.33		X	
	Especies de interés (vegetación)		0.33		X		0.11
	Especies presentes (fauna)		0.33	X			0.00
	Especies de interés (fauna)		0.33	X			0.00
	<b>Excavación, cortes, relleno</b>	Características físicas y químicas	0.33			X	0.33
		Grado de erosión	0.33		X		0.22
		Relieve	0.33			X	0.33

Cuadro VII.2.1. Identificación de Impactos Residuales del Proyecto

Etapa	Interacciones		Impacto (I)	Mitigación			Impacto residual (G)
	Actividad	Factor/elemento		Total	Parcial	No mit.	
		Calidad visual	0.33			X	0.33
	Construcción de obra civil	Características físicas y químicas	0.56			X	0.56
		Calidad del agua	0.33		X		0.22
		Calidad visual	0.33			X	0.33
	Transporte de materiales	Calidad del aire	0.33		X		0.22
		Características físicas y químicas	0.33		X		0.11
	Circulación y funcionamiento de maquinaria, y equipos	Calidad del aire	0.33		X		0.22
		Confort sonoro	0.33		X		0.22
		Especies presentes (vegetación)	0.33	X			0.00
		Especies de interés (vegetación)	0.33	X	X		0.00
		Especies presentes (fauna)	0.33		X		0.22
		Especies de interés (fauna)	0.33		X		0.22
		Calidad visual	0.33		X		0.33

Cuadro VII.2.1. Identificación de Impactos Residuales del Proyecto

Etapa	Interacciones		Impacto (I)	Mitigación			Impacto residual (G)
	Actividad	Factor/elemento		Total	Parcial	No mit.	
	<b>Contratación de mano de obra</b>	Especies presentes (vegetación)	0.33	X			0.00
		Especies de interés (vegetación)	0.33	X			0.00
		Especies presentes (fauna)	0.33	X			0.00
		Especies de interés (fauna)	0.33	X			0.00
		Empleo y mano de obra	0.49			X	0.49
		Calidad y estilo de vida	0.33			X	0.33
		Actividades económicas	0.44			X	0.44
	<b>Generación de residuos (sólidos, líquidos y peligrosos)</b>	Calidad del aire	0.33	X			0.00
		Características Físicas y Químicas del suelo	0.33	X			0.00
		Calidad del agua	0.33	X			0.00
		Calidad visual	0.33	X			0.00
		Salud pública y laboral	0.33	X			0.00
	<b>Riesgos asociados</b>	Empleo y Mano de Obra	0.33		X		0.11
		Calidad y Estilo de Vida	0.33		X		0.11

Cuadro VII.2.1. Identificación de Impactos Residuales del Proyecto

Etapa	Interacciones		Impacto (I)	Mitigación			Impacto residual (G)
	Actividad	Factor/elemento		Total	Parcial	No mit.	
		Salud pública y laboral	0.33		X		0.11
Operación y mantenimiento	Retiro de escombros y limpieza del área	Calidad visual	0.33			X	0.33
		Salud pública y laboral	0.33			X	0.33
	Contratación de mano de obra	Empleo y Mano de Obra	0.33			X	0.33
		Calidad y Estilo de Vida	0.33			X	0.33
		Actividades económicas	0.44			X	0.44
	Limpieza manual de terrenos	Calidad visual	0.33			X	0.33

Cuadro VII.2.2. Impactos Residuales del Proyecto			
Etap a	Interacciones		Impacto residua l ( G )
	Actividad	Factor/elemento	
Preparación del sitio y construcción	Trazo de lotificación	Especies presentes (vegetación)	0.11
		Especies de interés (vegetación)	0.11
		Especies presentes (fauna)	0.11
		Especies de interés (fauna)	0.11
	Desmonte y despalme	Microclima	0.44
		Características físicas y químicas	0.63
		Grado de erosión	0.28
		Recarga de acuíferos	0.11
		Cobertura	0.31
		Especies presentes (vegetación)	0.11
		Especies de interés (vegetación)	0.11
		Estructura de la vegetación	0.73
		Especies presentes (fauna)	0.15
		Especies de interés (fauna)	0.11
		Habitat	0.67
		Distribución de la fauna	0.33
		Calidad visual	0.56
	Cortes, nivelación y compactación	Características físicas y químicas	0.33
		Grado de erosión	0.28
		Relieve	0.33
		Recarga de acuíferos	0.22
		Especies presentes (fauna)	0.32
		Calidad visual	0.33
	Trazo del camino y ODT	Especies presentes (vegetación)	0.11
		Especies de interés (vegetación)	0.11
	Excavación, cortes, relleno	Características físicas y químicas	0.33
		Grado de erosión	0.22
		Relieve	0.33
Calidad visual		0.33	

Cuadro VII.2.2. Impactos Residuales del Proyecto			
Etap a	Interacciones		Impacto residua l ( G )
	Actividad	Factor/elemento	
	Construcción de obra civil	Características físicas y químicas	0.56
		Calidad del agua	0.22
		Calidad visual	0.33
	Transporte de materiales	Calidad del aire	0.22
		Características físicas y químicas	0.11
	Circulación y funcionamiento de maquinaria, y equipos	Calidad del aire	0.22
		Confort sonoro	0.22
		Especies presentes (fauna)	0.22
		Especies de interés (fauna)	0.22
		Calidad visual	0.33
		Empleo y mano de obra	0.49
		Calidad y estilo de vida	0.33
	Riesgos asociados	Actividades económicas	0.44
		Empleo y Mano de Obra	0.11
		Calidad y Estilo de Vida	0.11
Operación y mantenimiento	Retiro de escombros y limpieza del área	Salud pública y laboral	0.11
		Calidad visual	0.33
	Contratación de mano de obra	Salud pública y laboral	0.33
		Empleo y Mano de Obra	0.33
		Calidad y Estilo de Vida	0.33
	Limpieza manual de terrenos	Actividades económicas	0.44
		Calidad visual	0.33

De acuerdo a la evaluación efectuada y después de aplicar las medidas de mitigación correspondiente, los impactos residuales son reducidos considerablemente.

### VII. 3. INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS

Con base a lo estipulado por la LGEEPA y su reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, en sus artículos 35 y 51, respectivamente, en los que se asienta: *“La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en la autorización, en aquellos casos expresamente señalados en el reglamento de la presente Ley, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas”*

Por diversas causas, durante la realización de las obras y actividades del proyecto pueden producirse daños graves al ambiente y sus ecosistemas, especialmente en zonas de alta vulnerabilidad ambiental, por lo que el promovente deberá presentar a la Secretaría una fianza o un seguro (Artículo 51 del REIA) respecto del cumplimiento de las disposiciones de mitigación establecidas en el programa de vigilancia ambiental.

Dado las características del proyecto, así como los componentes ambientales del sistema ambiental, se considera que el proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote” no producirá daños graves al ambiente y sus ecosistemas, por lo que con base a esto se determina que no es necesaria la presentación de alguna fianza o de algún seguro de conformidad con lo establecido en el artículo 51 del Reglamento. Sin embargo, en lo que ha esto respecta, a continuación, se presenta un desglose de los programas contemplados para su implementación, de acuerdo a las medidas de mitigación propuestas para el proyecto (Cuadro VII.3.1).

Cuadro VII.3.1. Costo de los programas aplicables al proyecto	
Programa	Costo
Programa de rescate de flora con mantenimiento en vivero	\$ 237,000.00
Programa de reforestación de áreas aledañas con especies	\$ 220,000.00

nativas	
Programa de protección de especies de Fauna	\$ 130,000.00
Programa de educación ambiental	\$ 30,000.00
Programa de manejo de residuos	\$ 45,000.00
Programa de Vigilancia Ambiental	\$ 217,000.00
Total	<b>\$ 749,000.00</b>

#### VII. 4. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO

La información contenida en este apartado nos proporciona un panorama real del impacto que se causaría al ecosistema el cambio de uso de suelo propuesto para la implementación del proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote” y conceptualizar su viabilidad desde el punto de vista ambiental, en consideración de la valoración de los servicios que proporciona si estos tuvieran que restituirse.

Bajo este contexto, en el presente capítulo se llevó a cabo una valoración del costo que implicaría llevar el sitio a una condición similar del ecosistema, como hasta ahora se encuentra, bajo el supuesto de que ya se hubiera efectuado el cambio de uso de suelo forestal. Analizando estructura y funcionalidad del ecosistema que se afectaría, con toda la diversidad que se presenta.

Los ecosistemas tienen dos propiedades fundamentales que les permiten lograr un grado de estabilidad en el tiempo y el espacio; estas son la resistencia a las perturbaciones y la capacidad de resiliencia, es decir el potencial de regresar a su estado original por medios propios después de un disturbio. Estas propiedades no garantizan que los ecosistemas siempre sean estables, ya que dependerá en gran medida del estado previo y del grado de perturbación al que se ven sometidos. De esta manera, cuando los ecosistemas sufren disturbios o modificaciones mayores a su capacidad de resistencia y resiliencia, especialmente los ocasionados por actividades humanas, se hace necesario que los propios humanos intervengan buscando que al final de cuentas, los ecosistemas lleguen al estado original de equilibrio o cercano a éste.

Actualmente se utiliza a la reforestación como la herramienta alternativa para la recuperación vegetal de los ecosistemas degradados y deforestados. Sin embargo, para recuperar la cobertura vegetal es necesario, antes que nada, recuperar la funcionalidad del ecosistema y fomentar su equilibrio.

No obstante, el equilibrio de un ecosistema se mantiene porque hay muchos factores interviniendo a la vez: el relieve y los procesos que ocurren en las laderas, el suelo, el agua en el suelo y el agua en las vertientes, la disponibilidad de nutrientes, la flora y la fauna, entre otros. Si se considera uno sólo de estos componentes, no será posible lograr la recuperación total de la funcionalidad de un ecosistema. A este tipo de enfoque se le conoce como restauración, y se han desarrollado diferentes modelos que se emplean exitosamente.

El modelo de sucesión vegetal ha resultado una gran herramienta para la restauración. Permite proyectar una idea sobre lo que se puede lograr a largo plazo, por medio de la observación de ecosistemas semejantes. Si se conoce cómo viven las especies animales y vegetales del sitio, es posible generar predicciones a corto plazo. Los métodos que se han desarrollado para estudiar la sucesión vegetal y que pueden ser útiles para la restauración, incluyen investigaciones sobre las plantas agrupadas de acuerdo a su función en el ecosistema, selección de posibles especies a partir de otras potenciales (conocido técnicamente como filtros para las especies)) y análisis de ecosistemas similares. Una vez que se conocen los componentes, procesos y causas de deterioro del ecosistema a restaurar, se plantea e instrumenta el modelo de sucesión. El principal objetivo de la restauración por sucesión consiste en facilitar que un ecosistema se recupere y llegue a ser sostenible y estable siguiendo su curso natural.

La primera etapa y la base de la sucesión, es la dispersión de plantas pioneras nativas del estrato herbáceo. En el caso de la restauración las plantas pioneras son seleccionadas porque serán capaces de colaborar en la creación de combinaciones vegetales adecuadas que permitan llevar al ecosistema hacia la dirección deseada. La meta final de un proyecto de restauración por sucesión es lograr un ecosistema sostenible y lo suficientemente estable.

Ante cualquier perturbación, ya sea natural, la vegetación leñosa suele recuperarse mediante tres vías de regeneración: 1) el rebrote de raíces y tocones que sobrevivieron a la perturbación; 2) la germinación de semillas almacenadas en el suelo antes del disturbio y 3) la llegada de semillas provenientes de otros sitios, una vez que pasó el disturbio. Se ha encontrado que después de 5 años de uso pecuario, la única vía para que se regenere la vegetación leñosa en el sitio es la inmigración de semillas provenientes de remanentes forestales. Sin embargo, una alta proporción, más de 75% de las especies de árboles y arbustos de la selva, tienen frutos carnosos que deben ser consumidos por animales frugívoros para que las semillas que contienen sean dispersadas.

La remoción de toda la vegetación y que un uso prolongado como pastizales ganaderos tienen un efecto en la estructura de la vegetación y hacen que las tasas de sucesión sean más lentas, porque necesitan más tiempo para recuperarse estructuralmente. Sin embargo, las características estructurales tienden a alcanzar los valores de las selvas maduras rápidamente cuando el suelo no ha sido impactado intensamente. Molina Colón y Lugo (2006) observaron que la remoción de la vegetación para la construcción de viviendas y terrenos agrícolas tuvo menores valores estructurales en comparación con carboneras abandonadas. Bajo este escenario, se espera que dadas las condiciones del sitio donde se pretende desarrollar el proyecto y las actividades contempladas para su implementación, en caso de ser

Debido a la habilidad de rebrotar de algunas especies y a una alta abundancia de individuos pequeños en las primeras etapas en las selvas secas, en términos estructurales, se ha encontrado que la recuperación de la altura en una selva húmeda toma 25 años (Peña-Claros, 2003) mientras que en una selva seca el tiempo es menor (15-20) (Lebrija-Trejos *et al.*, 2008). Las selvas secas conservan el potencial de recuperación natural, si es manejado podría acelerarse la sucesión (Sampaio *et al.* 2007). Bajo este contexto a continuación se presentan los posibles escenarios de restauración previstos a corto, mediano y largo plazo.

## Escenarios de la restauración

### Escenario 1. Corto plazo (1 a 3 años)

La implementación de actividades para recuperar la estructura del suelo así como las obras de conservación de suelo y la dispersión de semillas

de especies pioneras propias de la Selva Mediana Caducifolia, permitirán disminuir y en su caso evitar la pérdida de suelo, así como el desarrollo y establecimiento del estrato herbáceo, con lo que se propiciara mantener la humedad y retención de suelo para que se inicie el proceso de germinación de muchas especies colonizadoras; este grupo inicial de cobertura del suelo presente en el proceso natural de sucesión ecológica se compone por especies herbáceas de ciclos de vida cortos, de poca altura; la adición de las semillas de las especies arbóreas, fortalecerá el proceso de colonización y asegurará el inicio del desarrollo de la sucesión de las especies perennes de interés en la cobertura permanente. Con la germinación, crecimiento y desarrollo de nuevas plantas, se reinician los servicios ambientales suspendidos como captura de carbono, generación de oxígeno, provisión de agua en calidad y cantidad y estabilización del proceso de evaporación. El desarrollo de especies herbáceas anuales, asegura la floración y producción de semillas; esta oferta de alimento comenzará con la atracción de fauna silvestre como aves e insectos Lepidópteros e himenópteros.

## **Escenario 2. Mediano plazo (3 a 10 años)**

A partir de los 3 años las especies anuales o bianuales son sustituidas por especies perennes; esta fase es conocida como fase de estructuración, misma que está compuesta por una combinación de las especies existentes dentro de la regeneración natural del ecosistema. Las actividades a realizar a partir de esta fase, son de protección contra incendios forestales, además de realizar evaluaciones en sitios permanentes para determinar la sustitución natural de especies y asegurándose de que las especies tardías se establezcan. En esta etapa, se fortalece la formación de suelo, y los servicios que prestan las selvas se establecen en cuanto a la captura de carbono, vida silvestre, captación de agua y protección de erosión de los suelos. Se comienza a ver una estructura más definida de la vegetación y es conocida como Vegetación Secundaria, con individuos muy bifurcados, tallos de forma irregular, una gran presencia de especies arbustivas y herbáceas, con alturas máximas de 3 metros. En cuanto a fauna se refiere, en esta fase ya se pueden observar procesos de colonización de ratones, aves, insectos y pequeños reptiles; la estructura aún continúa en un proceso activo de selección natural con la pérdida de herbáceas y la incorporación de especies tardías. A partir del inicio de esta fase la afectación por concepto de sequías, deja de ser un

posible factor de riesgo para el proceso de restauración de la vegetación.

### **Escenario 3. A largo plazo (>10 años)**

Fase de madurez u óptima, donde las especies sobresalientes codominan o dominan los estratos superiores. En esta fase la vegetación ya ha alcanzado niveles de autosuficiencia, los árboles ya cuentan con alturas superiores a los 8 metros, con fustes bien definidos; a partir de los 10 años se pueden encontrar árboles con diámetros normales de 15 cm, para especies de rápido crecimiento, la cobertura de copa ya es superior al 90%, y las condiciones de protección de la vegetación hacia la fauna silvestre, es tal que ya se inicia el proceso de colonización de especies de grandes mamíferos, creándose nuevos hábitats. A partir de los 20 años de edad ya se puede considerar una Selva Juvenil con dominancia del estrato superior de especies heliófitas y la presencia de un grupo importante de especies esciófitas que inician la colonización del estrato de piso; esta incorporación de nuevas especies tolerantes a la sombra, es el resultado del establecimiento de nuevos nichos de fauna silvestre que se encargan de dispersar semillas traídas desde zonas cercanas cubiertas con vegetación de Selva. A partir de esta etapa, la continuidad de la sucesión ecológica de la Selva mediana que fue removida en el predio, ya se puede señalar que las condiciones de diversidad, estructura, funcionalidad y generación de servicios ambientales, tendrán las mismas características de la vegetación que actualmente se desarrolla en el predio.

### **Estimación del costo de las actividades de restauración**

Para contar con una estimación del costo que tienen las actividades de restauración se tomo como referencia los costos de referencia para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento presentados por la CONAFOR con base al Acuerdo mediante el cual se expiden los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación, publicado en el DOF jueves 31 de julio de 2014 (Figura VII.4.1).

Los costos de referencia para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento por concepto de compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales son los siguientes:

Concepto.	Costos de referencia, en pesos por hectárea, para las diferentes zonas ecológicas				
	Templada	Tropical	Árida y semiárida	Zona inundable o transición tierra mar (humedales)	
Actividades y obras de restauración o reforestación y su mantenimiento.	26,508.95	18,363.30	14,002.49	Manglares	Otros Humedales
				59,992.23	188,556.75

Fuente: Tomado de CONAFOR (2014)<sup>70</sup>

#### Figura VII.4.1. Costo de las actividades de restauración

De tal forma que, si consideramos para este proyecto una superficie total de 5.3 Ha desprovistas de vegetación y en las cuales, como actividades primarias para llevar a cabo su restauración se llevarían a cabo obras de restauración y reforestación, tendríamos un total de \$ 97,325.5.

## VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

### VIII.1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

A partir del diagnóstico realizado en los apartados anteriores, a continuación, se presenta un escenario para el área de estudio sin considerar el proyecto como variable de cambio, sintetizado en Cuadro VIII.1.1 donde se presenta la situación actual que fue evaluada para la implementación del proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote”, en el municipio de Santa María Huatulco, Región Costa del estado de Oaxaca.

#### Cuadro VIII.1.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto

<sup>70</sup> CONAFOR. 2014. Acuerdo mediante el cual se expiden los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación, publicado en el DOF jueves 31 de julio de 2014

Elemento ambiental	Escenario Ambiental Actual
Calidad del aire	En general, la calidad de aire en la zona es buena. No se registró en el sitio la existencia de alguna fuente de contaminación y tampoco existen fuentes generadoras de ruido en el área. Como resultado de que actualmente en el sitio no se realiza ninguna actividad y el predio se encuentra cubierto con vegetación secundaria, los bajos niveles de contaminantes producidos por vehículos en la zona son reguladas y absorbidas por el sistema. De igual forma, al no haber suelo expuesto y altos niveles de humedad en la zona de proyecto no se presentan emisiones de polvos.
Propiedades del suelo	Ya que la zona cuenta con vegetación natural, el suelo no presenta áreas compactadas. Existe un camino de terracería para el acceso únicamente de los propietarios. Como resultado de que en la actualidad no se realiza ninguna actividad en el predio, el mismo se encuentra cubierto por vegetación, no se presentan rastros de residuos sólidos, líquidos y/o peligrosos que pudieran estar contaminando o modificando las propiedades de este recurso.
Hidrología	En el límite S del polígono existe el lecho de un arroyo. Al momento de la inspección de campo no se detectó la presencia de corrientes superficiales de agua, tampoco se muestra evidencia de contaminación sobre el lecho, a lo largo del trazo del proyecto. El predio cuenta con un sistema de escurrimientos superficiales, sin embargo, por el tipo de suelo, la mayor parte del agua se infiltra. Estos escurrimientos ya sea superficial o subterráneo se dirigen, al parecer, hacia el lecho del arroyo aledaño a la zona de interés.
Vegetación	El predio donde se llevará a cabo el proyecto denominado “Lotificación del Rancho El Tololote” sustenta elementos Selva Mediana Caducifolia con desarrollo de vegetación secundaria con un estrato arbóreo dominado por especies como <i>Caesalpinia velutina</i> y <i>Busera excelsa</i> . En general se observa un ambiente que ha sido históricamente alterado por factores antropogénicos. Aproximadamente 50% del predio sustenta vegetación de

Cuadro VIII.1.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto

Elemento ambiental	Escenario Ambiental Actual
	<p>Acahual.</p> <p>Estructura vertical de la vegetación prácticamente homogénea con alturas que van de los 7 a 10 m conformada por especies propias de selva mediana caducifolia. Al norte del predio, en el cual se presentan elevaciones irregulares llegando a alcanzar hasta los 165 msnm, es posible diferenciar un segundo estrato el cual está compuesto por elementos arbóreos de 12 m de altura promedio.</p>
Fauna (Hábitat)	<p>En general durante los recorridos y muestreo de campo se pudieron observar solo 5 especies de reptiles; 20 de aves y 4 mamíferos. El análisis realizado denota una alta riqueza y diversidad en el sitio.</p>
Paisaje (Calidad visual)	<p>El sitio específico donde se pretende desarrollar el proyecto corresponde, en su mayor parte a terrenos dedicados anteriormente al cultivo y actualmente en desuso. En los alrededores se encuentran asentamientos humanos. Los terrenos aledaños al área de estudio corresponden a asentamientos humanos, por lo que es posible encontrar una gran actividad y frecuencia de presencia humana en la zona.</p>
Medio socioeconómico	<p>El predio no presenta actividad humana por lo cual no se presentan las acciones o características de los indicadores considerados para el medio socioeconómico. A nivel regional, la zona se encuentra muy próxima al centro de población Huatulco..</p>

## VIII. 2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO

Considerando los impactos generados al ambiente analizados en el Capítulo V de este estudio, y bajo el supuesto de que el proyecto se desarrollará **sin considerar la aplicación de las medidas** de mitigación propuestas en este estudio se esperarían las modificaciones señaladas en el Cuadro VIII. 2. 1.

## Cuadro VIII.2.1. Descripción y análisis del escenario con proyecto

Elemento ambiental	Escenario Ambiental Modificado
Calidad del aire	<p>Con las acciones del proyecto, se espera que las condiciones microclimáticas del sitio varíen incrementándose de forma no significativa la temperatura y disminuyendo la humedad relativa del sitio. Las condiciones microclimáticas de las áreas aledañas a la zona de proyecto, se espera que se mantengan en los niveles que actualmente presentan.</p> <p>Los niveles de gases contaminantes y polvos se incrementarán por acción de la operación de la maquinaria y equipos, sin embargo debido a que la zona presenta buenos niveles de dispersión y no hay fuentes de contaminación, una vez terminados los trabajos de construcción estos niveles regresaran a sus niveles actuales.</p> <p>De igual manera, el ruido producido por maquinaria y equipo se generaría durante la fase de preparación del sitio y construcción. La generación será puntual y temporal.</p>
Propiedades del suelo	<p>La circulación de maquinaria y equipo pesado propiciara la compactación del suelo. Asimismo, la operación de maquinaria implica un riesgo con la posible avería de la misma, durante la cual se podrán presentar derrames de hidrocarburos, los cuales, por las características del suelo, podrían ser rápidamente infiltrados, provocando la contaminación de este recurso, así como cuerpos de agua subterráneos.</p> <p>Por otro lado, la presencia del personal contratado para el desarrollo de las obras generará la presencia de basura y heces fecales en el área del proyecto, provocando la contaminación del suelo y atracción de fauna nociva.</p>
Hidrología	<p>La generación de basura y heces fecales por parte de los trabajadores, así como los derrames de combustible, grasas o aceites provenientes de la maquinaria, al igual</p>

Cuadro VIII.2.1. Descripción y análisis del escenario con proyecto

Elemento ambiental	Escenario Ambiental Modificado
	que los productos y sustancias químicas utilizados durante la construcción del puente (asfalto, concreto), afectaran el lecho del arroyo localizado en la zona NE del polígono. La presencia de estas sustancias provocara la contaminación del cuerpo de agua que de manera intermitente se presenta en la zona. Asimismo, dependiendo de las cantidades generadas y por la infiltración, los cuerpos de agua subterráneos podrán verse afectados.
Vegetación	Una superficie de 5 hectáreas que sustentan vegetación de selva mediana caducifolia en dos estados sucesionales distintos será removida. La pérdida de la vegetación natural influirá directamente en la pérdida de hábitat y de especies, la pérdida de valores estéticos, la reducción de los recursos forestales, la susceptibilidad del suelo a la erosión y capacidad de infiltración.
Fauna (Hábitat)	Como resultado de la remoción de la vegetación, se eliminará el hábitat de los animales que los ocupan afectando la composición y riqueza de especies en la zona de proyecto. Además, la circulación de maquinaria y vehículos, durante las labores de despalle provocarán grandes afectaciones a la fauna por el atropellamiento, destrucción de nidos, madrigueras y zonas de refugio. Los organismos que se verán mayormente afectados son aquellos de lento desplazamiento (lagartijas, posibles culebras y ratones). Por otro lado, la presencia de trabajadores en la zona podría propiciar la captura y muerte de los individuos, así como la caza ilegal de animales.
Paisaje (Calidad visual)	Habrá un cambio visible en los componentes estructurales del paisaje, concretamente en la vegetación, ya que no existen elementos de relieve que vayan a ser alterados. La eliminación de la cubierta vegetal ampliará en campo visual de los observadores y el alcance visual ampliará su radio hacia el exterior del predio, pero se perderán los elementos que actualmente le dan identidad al paisaje. Es decir, los remanentes de la vegetación

Cuadro VIII.2.1. Descripción y análisis del escenario con proyecto	
Elemento ambiental	Escenario Ambiental Modificado
	original y su estructura combinada con elementos introducidos. Una vez efectuado el desmonte, el suelo quedará desnudo y expuesto por lo que no habrá elementos de contraste visual.
Medio socioeconómico	La implementación del proyecto traerá consigo la generación de empleos y ocupación de mano de obra a nivel local. El cambio de uso de suelo del proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote” creará oportunidades comerciales, promoverá pagos de derechos a las instancias federales, estatales y municipales, que derivan de los diferentes permisos, oferta de trabajo profesional, técnico y de oficio; adquisición de materiales, contratación de obreros y especialistas, activación de la economía de manera directa e indirecta y derrama económica en la zona.

VIII. 3. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Cuadro VIII. 3. 1. Descripción y análisis del escenario con proyecto y la implementación de medidas de mitigación

Elemento ambiental	Escenario Ambiental
Calidad del aire	La generación de gases de combustión y de partículas de polvo, producida por las actividades no se pueden evitar, pero si se podrán reducir con el mantenimiento de vehículos y riego de las áreas de trabajo. Lo cual reducirá la afectación por la presencia de polvos en las zonas de trabajo y en zonas aledañas por la circulación de camiones y maquinaria.
Propiedades del suelo	Las propiedades del suelo que pudieran ser afectadas por el desarrollo de las obras, como en el caso de un eventual derrame de combustible, grasas, solventes o cualquier otro residuo que pudiera contaminar el suelo, así como la dispersión de basura y heces fecales en el área, serían controladas, evitando este escenario, para lo cual se establecerán contenedores para el depósito de la basura, así como el uso de sanitarios portátiles y la implementación un Programa de Manejo de Residuos, con lo cual se tendría una alta eficacia de las medidas propuestas.
Hidrología	Las afectaciones a la hidrología superficial y/o subterránea por la generación de residuos sólidos, líquidos o peligrosos, será controlada eficazmente mediante la implementación del programa de manejo de residuos, minimizando significativamente las afectaciones hacia este componente.
Vegetación	<p>La aplicación de una medida de tipo compensatorio tendiente a reforestar áreas aledañas con especies nativas, permitirá compensar las afectaciones producidas hacia este elemento.</p> <p>Por otro lado, la delimitación estricta del área del proyecto minimizara los daños que pudieran ocasionarse a otros individuos no contemplados dentro de la remoción, así mismo la implementación de un programa de rescate y reubicación de especies de flora.</p> <p>Con el rescate de flora de interés se aminoran los impactos negativos generados al momento del desarrollo de algunas actividades durante el desarrollo del proyecto.</p> <p>Las actividades se realizarán previo a la preparación del sitio y construcción con lo cual se busca preservar</p>

**Cuadro VIII. 3. 1. Descripción y análisis del escenario con proyecto y la implementación de medidas de mitigación**

Elemento ambiental	Escenario Ambiental
	y conservar la variedad vegetal del área de estudio de CUSTF y que se relaciona con el sistema ambiental regional.
Fauna	Los planes de rescate son una alternativa para el manejo de fauna en situaciones de pérdida irrecuperable del hábitat. Bajo este escenario se implementará principalmente para las especies de vertebrados de movilidad baja, como anfibios, reptiles y mamíferos pequeños, ya que son los más vulnerables al paso de vehículos y maquinaria, al estar limitados en su movilidad. La ejecución de este programa es una medida para la conservación de las especies silvestres y representa una herramienta muy útil para el mantenimiento de la biodiversidad local.
Paisaje	No tiene mitigación ya que es una acción necesaria y que deberá ejecutarse al cien por ciento. El paisaje y su calidad visual serán afectadas inevitablemente en el predio.
Medio socioeconómico	La implementación del proyecto traerá consigo la generación de empleos y ocupación de mano de obra a nivel local. No requiere la aplicación de medidas de mitigación al tratarse de un impacto positivo.

#### VIII. 4 PRONÓSTICO AMBIENTAL

Considerando que gran parte de las medidas de mitigación propuestas en este estudio son de carácter preventivo, las cuales consideran la implementación de programas, encontraríamos que, bajo el supuesto de que se desarrollara el proyecto bajo un escenario en el que no se apliquen las medidas, por ejemplo de un Programa de Educación Ambiental tendiente a realizar acciones de concientización del personal que participe en el desarrollo del proyecto y no se establezca supervisión con respecto a las medidas propuestas para evitar afectaciones al ambiente, en las etapas de preparación del sitio y de la construcción, durante aproximadamente 12 meses en que duren las tareas correspondientes a estas etapas, el proyecto sería una fuente intermitente de emisión de polvos y gases contaminantes provenientes principalmente de los camiones de transporte de materiales, maquinaria y equipo de trabajo, así como una fuente de generación de residuos sólidos y líquidos que se generarían por los trabajadores, restos de excavaciones, cortes, nivelaciones y la construcción civil, que sin control, provocarían algunas molestias a los habitantes de la zona y afectaciones al aire, agua y suelo dentro del sitio.

La producción de algunos residuos, podrían generar desde malos olores hasta la contaminación del medio físico y atracción de fauna nociva. Asimismo, las especies de fauna podrían verse intencionalmente dañadas o extraídas por los trabajadores, así como aves o especies vegetales que por su belleza son atractivas y fácilmente capturables, pudiendo encontrarse alguna de este bajo estatus de protección, lo que adicionalmente podría repercutir en cuantiosas multas hacia el promovente por parte de la PROFEPA o alguna otra autoridad competente por el daño causado. Por otro lado, en caso de que los trabajos de construcción, no se realizaran conforme al programa de trabajo y se aumentara el tiempo necesario, los efectos negativos que generará la implementación del proyecto podrían prolongarse y la presencia de los impactos llevaría a un periodo de recuperación mayor.

El escenario que se tendría en el caso de que las medidas de prevención de impactos ambientales no se corrigieran, los problemas ambientales que se generarían en la zona se acompañaría de conflictos sociales, debido a las molestias ocasionadas a los vecinos.

Bajo este escenario, se concluye que la aplicación correcta de las medidas de mitigación derivadas del presente DTU para la implementación del proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote” acompañado de un Programa de Vigilancia Ambiental reducirá considerablemente los impactos ambientales identificados en las distintas etapas del desarrollo del proyecto, pronosticando un escenario ambiental lo más apegado posible al descrito en este capítulo, en el cual al considerar la aplicación de medidas se determina que el proyecto no generará un impacto negativo e irreversible importante en el Sistema Ambiental, por lo que su implementación se considera como ambientalmente factible y socialmente aceptable.

## VIII. 5. PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

### VIII. 5. 1. Introducción

Tal como se establece en la guía, el presente Programa de Manejo Ambiental (PMA) tiene por función básica establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas de mitigación incluidas en este DTU. Incluye la supervisión de la acción u obra de mitigación, señalando los procedimientos de supervisión para verificar el cumplimiento de la medida de mitigación, estableciendo los procedimientos para hacer las correcciones y los ajustes necesarios.

El programa está estructurado no sólo desde el punto de vista de sus necesidades técnicas, sino también atendiendo aspectos de orden organizativo y de gestión para el cumplimiento y observancia de la legislación y normatividad aplicables.

Debido a su carácter integrativo, en este programa se abordan de manera general algunos aspectos que por su importancia pueden constituir condicionantes posteriores a la autorización del proyecto y que tendrán que ser presentadas de manera más específica en los documentos independientes que correspondan; este es el caso de los siguientes programas:

- Programa de reforestación
- Programa de protección y rescate de especies de flora y fauna
- Programa de educación ambiental
- Programa de manejo de residuos

### VIII. 5. 2. Objetivo y alcances del programa

El PMA tiene como objetivo definir y programar los procedimientos, acciones y medidas de orden técnico y administrativo necesarias para cumplir con la protección del ambiente durante la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto.

Partiendo de este objetivo base, el PMA contempla los siguientes alcances:

Realizar, con base en las medidas de mitigación del proyecto un programa específico para el control y protección ambiental, que establezca las bases para:

- a) Prevenir o en su caso minimizar la afectación del medio ambiente y producir el menor impacto posible en el área del proyecto y en su entorno inmediato.
- b) Disminuir las afectaciones a los ecosistemas y promover que se mantenga la biodiversidad de la zona del proyecto
- c) Prevenir y controlar la contaminación del aire, agua y suelo;
- d) Lograr acuerdos con las diferentes áreas de trabajo para aplicar las indicaciones contenidas en el PMA.

#### **VIII.5.3. Actividades que integran el Programa Manejo Ambiental**

Las actividades que componen el Programa de Manejo Ambiental (PMA) se derivan directamente de las medidas de mitigación propuestas en el capítulo VI del presente DTU y recomendaciones aplicables para el proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote” se presentan en el Cuadro VIII.5.3.1 en la cual también se señala los impactos ambientales que mitiga, así como los requerimientos para su aplicación. Es importante mencionar que la implementación del Programa también contemplará, si así se determina, otras actividades estipuladas en los términos y condicionantes que deriven del resolutivo del proyecto que emita la SEMARNAT.

**Cuadro VIII.5.3.1. Acciones integrantes del Programa de Manejo Ambiental**

Medida	Impactos que mitiga	Etapas en que se ejecutara	Responsable	Costo	Cumplimiento
<ul style="list-style-type: none"> <li>Delimitación del área de proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cambio en las características físicas del suelo dadas por la compactación</li> <li>Afectación a especies presentes y especies de interés (vegetación y fauna)</li> </ul>	Preparación del sitio y construcción	Promovente, a través de supervisor ambiental	Incluido en el PMA	100 %
<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de rescate de flora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Afectación a especies de interés (vegetación)</li> </ul>	Previo al inicio de las obras	Promovente, a través de supervisor ambiental	\$ 237,000.00	100 %
<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de reforestación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Afectación a especies presentes y especies de interés (vegetación)</li> </ul>	Previo al inicio de obras y posterior a su conclusión, durante la temporada de lluvias	Promovente, a través de supervisor ambiental	\$220,000.00	100 %
<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de ahuyentación y rescate de fauna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pérdida de organismos por remoción de vegetación</li> <li>Afectación a especies de interés (fauna)</li> <li>Daños intencionales o</li> </ul>	Previo al inicio de las obras	Promovente, a través de supervisor ambiental	\$130,000.00	100 %

**Cuadro VIII.5.3.1. Acciones integrantes del Programa de Manejo Ambiental**

Medida	Impactos que mitiga	Etapa en que se ejecutara	Responsable	Costo	Cumplimiento
	accidentales a la fauna silvestre				
<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de Educación Ambiental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daños intencionales o accidentales a la flora y fauna silvestres</li> <li>Contaminación de agua y suelo por generación de residuos</li> <li>Posibles accidentes ocurridos a los trabajadores</li> </ul>	Previo al inicio de las obras	Promovente, a través de supervisor ambiental	Incluido en el PMA	100 %
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantenimiento de vehículos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución en la calidad del aire por la generación de gases de combustión</li> <li>Disminución del confort sonoro por generación de ruido</li> </ul>	Previo al inicio de las obras y durante las etapas de preparación del sitio y construcción	Empresa constructora	Incluido en el contrato con empresa constructora	100 %
<ul style="list-style-type: none"> <li>Riego de áreas de trabajo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución en la calidad del aire</li> <li>Por la generación de</li> </ul>	Preparación del sitio y construcción	Empresa constructora	Incluido en el contrato con empresa constructora	100 %

**Cuadro VIII.5.3.1. Acciones integrantes del Programa de Manejo Ambiental**

Medida	Impactos que mitiga	Etapa en que se ejecutara	Responsable	Costo	Cumplimiento
	polvos y partículas suspendidas.				
<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa para el Manejo de Residuos Sólidos, Líquidos y Peligrosos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Afectación del suelo o cuerpos de agua por contaminación con basura y derrames accidentales de combustibles y aceites.</li> </ul>	Preparación del sitio y construcción	Promovente, a través de supervisor ambiental	\$45,000.00	100 %
<ul style="list-style-type: none"> <li>Empleo de sanitarios portátiles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contaminación al suelo y afectación en la calidad del aire y paisaje por defecación al aire libre</li> </ul>	Preparación del sitio y construcción	Empresa constructora	Incluido en el contrato con empresa constructora	100 %

## VIII. 6 SEGUIMIENTO Y CONTROL

El seguimiento calendarizado de las acciones señaladas en el presente documento se indican en el Cuadro VIII.6.1. En este sentido es necesaria la integración de un Equipo de Supervisión Ambiental cuya contratación del personal que lo integre corra a cargo del promovente o de la empresa constructora a cargo del proyecto. El Equipo deberá estar integrado de biólogos capacitados en el manejo de fauna y propagación de especies vegetales, e ingenieros forestales.

En las visitas de supervisión el responsable elaborará una lista de chequeo a través de la cual se verifique el cumplimiento de cada medida. Se tomará evidencia fotográfica de las acciones realizadas que se integraran al informe semestral de cumplimiento que será entregado ante la SEMARNAT.

El desarrollo del proyecto considera implementar un programa de seguimiento de las condiciones ambientales basado en las predicciones realizadas en este estudio, partiendo de criterios técnicos que permitan aplicarlo de manera sistemática para seguir y cuantificar el valor de las acciones que serán realizadas, así como detectar posibles afectaciones.

Para lo anterior se consideran de inicio, los siguientes aspectos:

- a) Controlar la correcta ejecución de las medidas previstas en este proyecto.
- b) Comprobar la eficacia de las medidas preventivas y de mitigación establecida por la promovente y avalada por la autoridad.
- c) Valorar la eficacia de las medidas. En caso de que sea insatisfactoria, determinar las causas e implementar las correcciones necesarias.
- d) Detectar impactos no previstos e implementar nuevas medidas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.
- e) Generar formatos para el seguimiento de condicionantes impuestas por la autoridad ambiental.
- f) Generar formatos para verificar los impactos supuestos en este estudio a fin de corroborar la validez del modelo y ecuación utilizados.

g) Llevar bitácora y registro de todas las actividades y eventos que acontezcan por etapa desde inicio hasta la conclusión del proyecto.

**Cuadro VIII. 6. 1.** Programa calendarizado para la aplicación de las medidas de mitigación propuestas para el proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote”

Medida	Previo al inicio de obras (semanas)				Preparación del sitio y construcción (meses)												Operación y mantenimiento (meses) 13 (...)
	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1. Delimitación del área de proyecto																	
2. Programa de rescate de flora con mantenimiento en vivero																	
3. Programa de reforestación de áreas aledañas																	
4. Programa de ahuyentación y rescate de fauna																	
5. Programa de Educación Ambiental																	
6. Mantenimiento de vehículos																	
7. Riego de áreas de trabajo																	
8. Programa de Manejo de Residuos Sólidos, Líquidos y Peligrosos																	
9. Empleo de sanitarios portátiles																	

## **IX. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACION SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES**

### **IX. 1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

De acuerdo al artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entregan dos ejemplares impresos del Documento Técnico Unificado Modalidad B-Particular del proyecto “Lotificación del Rancho El Tololote” y 4 ejemplares en archivo electrónico.

#### **IX. 1. 1 Cartografía**

La cartografía empleada en este estudio fue de elaboración propia utilizando las capas disponibles en fuentes de INEGI, CONABIO, CONAGUA, FIRCO,

La cartografía se presenta a lo largo de los capítulos que integran el presente DTU.

#### **IX. 1. 2 Fotografías**

Algunas fotografías se insertan en el documento de tal forma que permita ilustrar contenido del texto. Adicionalmente se presenta como Anexo una memoria fotográfica.

#### **IX. 1. 3 Videos**

No se presenta información en este formato

### **IX. 2 Otros anexos**

Se presenta como anexo de este documento y en archivo digital, planos del proyecto, documentación legal del predio, del promovente, y de los responsables de elaborar el estudio.

#### **IX. 2. 1 Memorias**

Anexo a este documento, se presentan las memorias de cálculo de los parámetros ecológicos evaluados, cuadros de coordenadas de los polígonos del proyecto, y matrices de evaluación de impactos.

## X. LITERATURA CITADA

- Aranda-Sánchez, J. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F. 255 p.
- Báez-Quiñones, N. 2018. Valoración económica del medio ambiente y su aplicación en el sector ganadero cubano Pastos y Forrajes, vol. 41, núm. 3.
- Bishop, R. C., and T.A. Heberlein. 1990. The contingent valuation method. In R. L.
- Blomberg, S. 1996. Reptiles. In: Sutherland W. J. (Ed). Ecological census techniques, a hand book. Cambridge University Press.
- Bojorquez-Tapia L. A y A. Ortega- Rubio A. 1989. Análisis de técnicas de simulación cualitativa para la predicción del impacto ecológico. Ciencia 40:71-78.
- Bojórquez-Tapia L.A., E. Ezcurra and O. García. 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. Journal of Environmental Management 53: 91-99.
- Castillo-Campos, G., P. Moreno-Casasola, M.E. Medina-Abreo y P. Zamora-Crescencio. 1997. Flora de las bahías de Huatulco, Oaxaca, México. Ciencia y Mar 3-44.
- Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los Mamíferos Silvestres de México. Conabio-Fondo de Cultura Económica. México, D. F. 986 p.
- CONABIO. 2018. <https://www.gob.mx/conabio>. Consultado en línea septiembre 2021
- CONAFOR. 2014. Acuerdo mediante el cual se expiden los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación, publicado en el DOF jueves 31 de julio de 2014.

- CONAGUA. 1992. Ley de Aguas Nacionales. Comisión Nacional del Agua. Diario Oficial de la Federación. 01 de diciembre de 1992. México.
- CONAGUA. 2020. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Huatulco (2011), estado de Oaxaca. Ciudad de México. 28 pp.
- CONAGUA. 2020. Estudio para determinar la disponibilidad del agua en el Acuífero Huatulco, estado de Oaxaca. Ciudad de México: Comisión Nacional del Agua.
- Cotler H. y G. Caire. 2009. Lecciones aprendidas del manejo de cuencas en México. Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México D.F., México. 380 p.
- Cotler H., A. Garrido, R. Mondragón y A. Díaz. 2007. Delimitación de las cuencas hidrográficas de México a escala 1: 250 000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Instituto Nacional de Ecología y Comisión Nacional del Agua. Documento técnico. México D.F. 35 p.
- Cotler H., A. Garrido, V. Bunge y M.L. Cuevas. 2010. Las cuencas hidrográficas de México: Priorización y toma de decisiones. En: Las cuencas hidrográficas de México: diagnóstico y priorización (H. Cotler, Ed.). Instituto Nacional de Ecología-Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P. México D.F., México. pp. 210-215.
- De Groot, R.S. 1992. Functions of nature. Evaluation of nature in environmental planning, management and decision making. Noordhoff. Deventer, Holanda. 315 pp.
- Diario Oficial de la Federación, 1982. Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación originada por la emisión de ruido. Publicado el 6 de diciembre de 1982.
- Diario Oficial de la Federación, 2000. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico en Materia de Impacto Ambiental. Publicado el 30 de mayo de 2000.

Diario Oficial de la Federación. 2003. Reglamento para la Protección del Ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido. Publicado el 23 de abril de 2003.

ENCICLOVIDA <https://enciclovida.mx/>. Consultado en línea septiembre 2021

Ferro, H.; G. Gómez y P. Herrera. 2016. Valoración económica de los impactos ambientales seleccionados del cuabal en la Reserva Ecológica La Coca, La Habana, Cuba. *Acta Botánica Cubana* 215:24-37.

Figueroa, J.R. 2005. Valoración de la biodiversidad: perspectiva de la economía ambiental y la economía ecológica. *Interciencia* 30: 103-107.

FIRCO. 2016. Shapefile de microcuencas a nivel nacional

Gallopín, G. 1997. Indicators and Their Use: Information for Decision-making. Part One-Introduction, *In* B. Moldan y S. Bilharz (eds.): Sustainability Indicators. A Report on the Project on Indicators of Sustainable Development. Chichester, Wiley, SCOPE 58, pp. 13-27.

Garces-Argumedo, F.S. 2013. Atlas de Peligro Geológico del Municipio de Santa María Huatulco, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería. 74pp.

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen: (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía. 246 p.

Halliday, T. R. 1996. Amphibians. *In*: Sutherland W. J. (Ed) Ecological census techniques, a handbook. Cambridge University Press, pp. 205-217.

Holling, C.S. 1994. Resilience and stability of ecological systems. *Ann. Rev. Ecol. Systemat.* 4: 12-23.

Howell, S.N.G. and S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford, England, United Kingdom : Oxford University Press. 851p.

- Hueting, R. 1990. The Brundtland report: A matter of conflicting goals. *Ecol. Econ.* 2: 109–117.
- INECC. 2007. Emisiones y Captura de Carbono en México. Consultado en línea octubre 2021. Disponible en <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/296/cap3>
- INEGI. 2008. Unidades climáticas. Conjunto de datos vectoriales escala 1:1000 000
- INEGI. 2017. Guía para la interpretación de la cartografía Uso de suelo y vegetación Serie VI, escala 1: 250,000. México. México: 209 p.
- IUCN. 2020. THE IUCN RED LIST OF THREATENED SPECIES. <https://www.iucnredlist.org/>.
- Johnson, and G. V. Johnson (Eds.), economics valuation of natural resources: Issues, theory and application (pp. 81–104). Boulder, CO, USA: Westview Press.
- Karns, D. R. 1986. Field Herpetology Methods for the Study of Amphibians and Reptiles in Minnesota. University of Minnesota en James Ford Bell Museum of Natural History. Minneapolis, Minnesota, 88 pp
- Leopold, L. B., F.E. Clarke, B.B. Hanshaw, and J.B. Balsley. 1971. A Procedure for Evaluating Environmental Impact. Geological Survey
- Martín-López, B., E. Gómez-Baggethun, J.A. González, P. Lomas y C. Montes. 2009. The assessment of ecosystem services provided by biodiversity: re-thinking concepts and research needs. En: Aronoff, J.B. (Ed.) Handbook of Nature Conservation: Global, Environmental and Economic Issues. Nova Science Publishers, New York, 261–282 pp.
- Montes-León. M.A.L., E.M. Uribe-Alcantara y E. García-Celis. 2011. Mapa Nacional de Erosión Potencial. Tecnología y Ciencias del Agua 1: 5–17.

- Mostacedo, B. y T.S. Fredericksen. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia. 87 pp.
- Naturalista. 2018. CONABIO. <http://www.naturalista.mx>. Consultado en línea septiembre 2021
- Oksanen, M. 1997. The moral value of biodiversity. *Ambio* 26: 541- 545.
- Peterson, R.T. 2000. Aves de México: Guía de campo, Identificación de todas las especies encontradas en México, Guatemala, Belice y El Salvador. Editorial Diana. México. 473 p.
- Plan Municipal de Desarrollo Urbano Santa María Huatulco, 2019. Propuesta. Consultado en línea septiembre 2021. <https://www.huatulco.gob.mx/pmdu/>
- Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del estado de Oaxaca.
- Quiroga, M.R. 2009. Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe. CEPAL. Santiago de Chile.
- Rodríguez-Laguna, R., J. Jimenez-Perez, J. Mesa-Rangel, O. Aguirre-Calderón y R. Razo-Zarate. 2008. Carbono contenido en un bosque tropical subcaducifolio en la reserva de la biosfera el cielo, Tamaulipas, Mexico. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales* 4: 2015-222.
- Romo-Lozano, J.L., J. López-Upton, J.J. Vargas-Hernández y M. Avila Angulo. 2007. Valoración económica de la biodiversidad forestal en México, una revisión. *Rev. Chapingo Ser. Cienc. For. Ambient* 23: 75-90.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity (SCBD). 2001. The value of forest ecosystems. Montreal, Canadá.
- SEMARNAT. 2002. Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental para proyectos que requieran cambio de uso de suelo.

Modalidad: particular. En:  
[http://www.semarnat.gob.mx/tramitesyservicios/informaciondetramites/Impacto%20ambiental/GUIAS/PARTICULARES/g\\_cambio\\_suelo.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/tramitesyservicios/informaciondetramites/Impacto%20ambiental/GUIAS/PARTICULARES/g_cambio_suelo.pdf)

SEMARNAT. 2003. Introducción a los Servicios Ambientales.

SEMARNAT. 2021. Anuario estadístico de la producción forestal 2018. México.

Tania M, P.-R. A.-D.-L. (2012). Inventario de mamíferos en sistemas cafetaleros de sombra asociado a la cuenca del río Copalita, Oaxaca, México. THERYA 3: 303-310.

Weitzenfeld, H. 1996. Manual básico de Evaluación de Impacto en el Ambiente y la Salud. Segunda edición. X Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. OPS-OMS. México 368 p.

## XI. ANEXO FOTOGRÁFICO

### Estructura de la vegetación



Poligono A “Los Olivos”



Poligono B “Guayacan”



Elemento del relieve ubicado al N del polígono B



Pozo y cauce del arroyo ubicado al S del polígono B

Elementos de vegetación registrada en los polígonos del proyecto



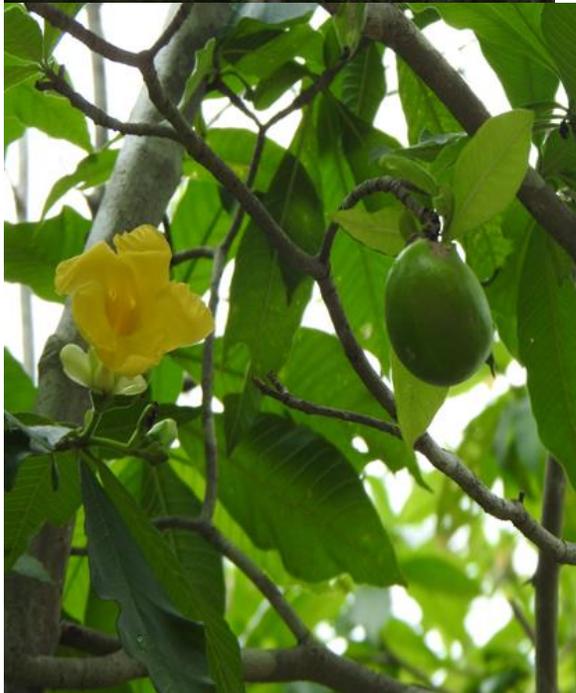
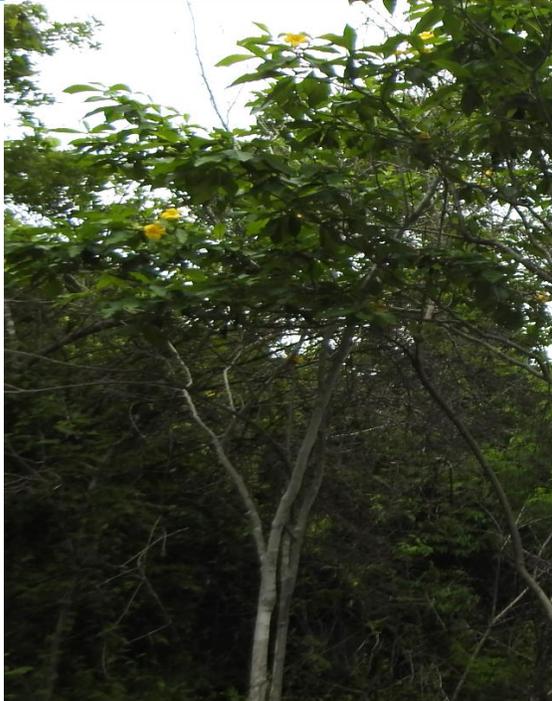
*Caesalpinia velutina*



*Bursera excelsa*



*Lonchocarpus rugosus*



*Stemademia obovata*

Especies bajo estatus de protección encontrados en los recorridos de campo



*Guaiacum coulteri*



*Cedrela odorata*

Especies de Fauna bajo estatus de proyección registradas en el área del proyecto



*Spilogale pygmaea*



*Stenosaura pectinata*



*Campephilus guatemalensis*

XII. OTROS ANEXOS

# Documentación legal del promoviente

# Documentación legal del predio

# Documentación legal de los responsables de elaborar el estudio

# Planos del proyecto





**MEDIO AMBIENTE**

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

**I. Nombre del área que clasifica.**

Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Oaxaca

**II. Identificación del documento del que se elabora la versión pública**

Manifestación de Impacto Ambiental, No. de Bitácora: 20MC-0222/03/22.

**III. Partes o secciones clasificadas, así como las páginas que la conforman.**

Se clasifican datos personales correspondientes a: Registro Federal de Contribuyentes, domicilio, teléfono y correo electrónico en las páginas 5 y 6.

**IV. Fundamento legal, indicando el nombre del ordenamiento, el o los artículos, fracción(es), párrafo(s) con base en los cuales se sustente la clasificación; así como las razones o circunstancias que motivaron la misma.**

La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el primer párrafo del artículo 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública y 113 Fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública; por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

**V. Firma del titular del área.**

  
L.C.P. María del Socorro Pérez García  
Con fundamento en lo dispuesto en el artículo 84 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia, por ausencia del Titular de la Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Oaxaca, previa designación, firma la presente la Subdelegada de Planeación y Fomento Sectorial.

**VI. Fecha, número e hipervínculo al acta de la sesión de Comité donde se aprobó la versión pública.**

ACTA\_09\_2022\_SIPOT\_IT\_2022\_ART69, en la sesión concertada el 18 de abril del 2022.

Disponible para su consulta en:  
[http://dsiapposdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2021/SIPOT/ACTA\\_09\\_2022\\_SIPOT\\_IT\\_2022\\_ART69.pdf](http://dsiapposdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2021/SIPOT/ACTA_09_2022_SIPOT_IT_2022_ART69.pdf)